

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES.

THESE DE DOCTORAT

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat
en Sciences Biologiques

Option : Entomologie

Présentée par :

Mme Malika AOUAR-SADLI

Thème

**Systematique, éco-éthologie des abeilles
(Hymenoptera : Apoidae) et leurs relations avec la
culture de fève (*Vicia faba* L.) sur champ
dans la région de Tizi-Ouzou.**

Devant le jury :

Mr KELLOUCHE Abdellah,	Maître de Conférences,	UMMTO,	Président
Mr LOUADI Kamel,	Professeur,	Université Mentouri de Constantine,	Rapporteur
Mr DOUMANDJI Salah Eddine,	Professeur,	INA d'El Harrach Alger,	Co-Rapporteur
Mme BERCHI Selima,	Professeur,	Université Mentouri de Constantine,	Examinatrice
Mr KOUDJIL Mohamed,	Maître de Conférences,	Univ. Hassiba.Benbouali Chlef,	Examineur
Mme MEDJDOUB Ferroudja,	Maître de Conférences,	UMMTO,	Examinatrice

*"Si l'abeille venait à disparaître, l'homme n'aurait plus
que quelques années à vivre"*

*"Si l'abeille disparaissait de la surface du globe,
l'homme n'aurait que quatre années à vivre.
Plus d'abeilles, plus de pollinisation,
plus d'herbe, plus d'animaux"*

Albert Einstein

*Inoffensives, passionnantes, utiles et méconnues
les Abeilles Solitaires.*

Remerciements

Un travail scientifique n'est jamais le fruit d'une seule personne, il est l'émanation d'une Communauté, d'un réseau d'enseignants et de chercheurs. C'est le moment de remercier toutes les personnes qui ont permis que cette thèse se réalise.

*Au terme de ce travail, je remercie tout d'abord mon Directeur de Recherche de cette Thèse Monsieur **Kamel LOUADI**, Professeur à l'université Mentouri de Constantine. Il m'est fort agréable de lui exprimer ma sincère reconnaissance et ma profonde gratitude pour son aide de tous les instants et les innombrables avis et conseils qu'il m'a prodigués. Il m'a accueillie dans son laboratoire à deux reprises et a mis à ma disposition tous les moyens et matériels, en particulier, ses connaissances et son temps afin de mener à bien ce travail.*

*Je tiens à remercier respectueusement Monsieur **Salah-Eddine DOUMANDJI**, Co-Directeur de Recherche de cette Thèse, Professeur à l'INA d'Alger, qui représente à mes yeux une école pour beaucoup d'Entomologistes Algériens. Il n'a jamais cessé de nous transmettre son savoir et sa passion pour les insectes avec une grande générosité, il nous a toujours fait profiter de ses connaissances et de sa riche expérience. Il nous a surtout appris à prendre exemple sur sa volonté et sa persévérance exceptionnelles. Je lui en serai toujours redevable.*

*Je remercie tout aussi chaleureusement Monsieur **Abdellah KELLOUCHE**, Maître de Conférences à l'UMM de Tizi-Ouzou pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider mon jury. Je profite de cette occasion pour lui exprimer mes vifs remerciements pour m'avoir, à maintes reprises, apporté une aide très efficace.*

*C'est pour moi un grand honneur de pouvoir soumettre cette thèse au jugement de Madame **Selima BERCHI**, Professeur à l'Université Mentouri de Constantine. Elle a bien voulu me faire profiter de son expérience et ses connaissances en donnant son avis sur ce travail. Sa présence à ce jury est pour moi un grand honneur.*

*Madame **Ferroudja MEDJDOUB-BENSAAD**, Maître de Conférences à l'UMM de Tizi-Ouzou, trouvera ici l'expression de ma sincère reconnaissance pour sa disponibilité et les conseils qu'elle a su me donner tout au cours de la réalisation de cette thèse. J'ai trouvé auprès d'elle, encouragement et soutien continus. Aujourd'hui, elle me fait l'honneur de participer au jury de ma thèse, qu'elle soit vivement remerciée.*

*Je tiens à remercier Monsieur **Mohamed KOUDJIL**, Maître de Conférences à l'Université Hassiba.Benbouali de Chlef de bien vouloir être l'un des examinateurs et d'accepter de juger mon travail. Qu'il me permette de lui exprimer ma reconnaissance et mes sincères remerciements pour l'intérêt et le temps qu'il a consacré à cette thèse.*

*Il est de notre devoir de remercier également le Professeur **Pierre RASMONT** de L'Université de Mons Hainaut de Belgique de m'avoir accueillie à maintes reprises dans son laboratoire et pour l'identification des espèces de bourdons. Ils remercient également Docteur **Michaël TERZO** du même laboratoire pour l'identification des espèces d'Eucères et de Ceratines et pour tout ce qu'il m'a appris.*

*Nous ne saurons oublier de remercier également Monsieur **Alain PAULY** et Monsieur **Sébastien PATINY** de l'université de Gembloux (Belgique) pour la détermination des espèces d'Halictidae et les espèces d'Andrenidae. Grâce à tous ces spécialistes, la majorité de nos Abeilles ont pu être identifiés jusqu'à l'espèce.*

*Il m'est sincèrement agréable de remercier Monsieur **Hamid MADIOU**, enseignant à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son aide indispensable dans le traitement statistique de nos résultats.*

*Je ne saurais oublier de remercier vivement mon collègue Monsieur**HADJ KACI** enseignant à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son aide, ses encouragements et son soutien.*

*J'exprime également ma gratitude à Monsieur **Mohamed Sadek FODIL** et Monsieur **KHORSI** enseignants à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour leur aide précieuse.*

*Nous remercions vivement Monsieur **Mahmoud LARIBI**, enseignant à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour la détermination des espèces végétales.*

*Mes remerciements s'adresse également à Aziz **DJEBBAR** qui m'a aidée à maintes reprises à surmonter les difficultés dans l'utilisation de l'outil informatique et des logiciels indispensables pour notre étude.*

*Mes remerciements vont aussi à Monsieur **Nordinne CHIKHI** de l'ONM de Tizi-Ouzou pour avoir mis à ma disposition toutes les données climatologiques qui me sont nécessaires.*

*Nous tenons à remercier Monsieur **Ahcène AÏT AÏDER** et Madame **Farida AÏT AÏDER**, enseignants à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ainsi que la famille **KEHLOUCHE** particulièrement **Souhila** pour nous avoir permis de travailler en toute sécurité sur leurs terrains privés et pour les autorisations de collecte. Je les remercie leurs familles pour leur accueil et leur grande hospitalité.*

*Je voudrais aussi remercier sincèrement Mme **OUYED Fatiha** pour avoir initié Mlle **Elyasmine FODIL** et Mlle **Dyhia AOUAR** à la réalisation des photographies des abeilles. Que toutes les trois soient vivement remerciées pour leur grande compétence.*

*A ces remerciements, j'ai le grand plaisir d'associer mon adorable et très chère **Mère** Madame **SADLI-HAMIS Ouardia** pour tous ses sacrifices et pour m'avoir appris les noms des plantes en Kabyle. Que dieu me la garde.*

*Enfin, je remercie affectueusement mon mari **Mahmoud** et mes trois enfants **Dyhia, Cherif-Amayas** et **Ouardia** pour leur soutien quotidien qu'ils m'apportent, sans eux, rien ne serait possible. Que mon cher mari trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance pour sa compréhension, sa disponibilité et son soutien lors de mes déplacements en stage et de mes campagnes de récolte à travers les différentes régions de la Kabylie et durant de longues années.*

*Je remercie encore une fois particulièrement ma sublime fille **Dyhia** pour son grand sens des responsabilités, elle m'a aidée et encouragée tout au long de cette thèse et m'a soutenue dans les moments les plus difficiles.*

L'Université M. Mammari de Tizi-ouzou a financé cette étude ainsi que mes stages au laboratoire de Zoologie de l'Université de Mons Hainaut en Belgique. Sans ces déplacements et la collaboration d'éminents spécialistes, je ne saurais sûrement pas identifier autant d'espèces d'apoïdes.

Sommaire

Introduction générale	1
CHAPITRE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA FAUNE DES APOÏDEA.....	4
1.1. Historique des apoïdes	5
1.2. Description des Apoïdes	7
1.2.1. Caractères morphologiques.....	8
1.2.2. Origine et classification des Apoïdes.....	15
1.2.2.1. Origine des Apoïdes	15
1.2.2.2. Classification des Apoïdes.....	16
1.2.3. Bioécologie des Apoïdes	21
1.2.3.1. Habitat.....	21
1.2.3.2. Les parasites des nids et des larves.....	25
1.2.3.3. Cycle biologique.....	26
1.2.3.4. Phénologie.....	28
1.2.3.5. Relation plantes-abeilles.....	28
1.2.3.6. Exigences.....	29
1.3. Répartition biogéographique des Apoïdes	29
1.3.1. Répartition biogéographique des Apoïdea dans le monde.....	29
1.3.2. Répartition biogéographique des Apoïdea dans le bassin méditerranéen.....	33
1.3.3. Répartition biogéographique des Apoïdea dans le Maghreb (Afrique du Nord).....	34
1.3.4. Répartition biogéographique des Apoïde en Algérie.....	34
1.3.5. Répartition biogéographique des espèces d'apoïdes inventoriées dans la région de Tizi-Ouzou.....	35
CHAPITRE II : ETUDE DU MILIEU.....	39
2.1. Données générales sur la région d'étude	34
2.1.1. Cadre géographique.....	34
2.1.1.1. Situation physique de la région d'étude.....	34
2.1.1.2. Choix et description des stations d'étude.....	35
2.1.2. Relief	39
2.2. Etude climatique	40
2.2.1. Conditions climatiques et leur impact sur la faune Apoïde.....	40
2.2.2. Problèmes et sources des données.....	42
2.2.3. Analyse de la température.....	43
2.2.3.1. Températures moyennes mensuelles et annuelles.....	43
2.2.3.2. Amplitude thermique annuelle	45
2.2.4. Humidité atmosphérique	46
2.2.5. Analyse de la pluviométrie.....	46

2.2.5.1. Précipitations moyennes mensuelles.....	47
2.2.5.2. Fréquences relatives et fréquences cumulées.....	48
2.2.5.3. Variations inter saisonnières et inter annuelles.....	49
2.2.5.4. Répartitions altitudinales des précipitations.....	50
2.2.6. Synthèse climatique.....	50
2.2.6.1. Variation des températures et de l'humidité relative de l'air.....	50
2.2.6.2. Diagramme ombrothermique.....	51
2.2.6.3. Quotient pluviométrique	52
2.2.7. Vents	54
2.2.8. Autres facteurs climatiques.....	55
2.3. Facteurs édaphiques.....	55
2.3.1. Hydrographie.....	55
2.3.2. Nature du sol.....	56
2.3.3. La végétation.....	56
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES	58
3.1. Choix des stations d'étude.....	58
3.1.1. En milieu naturel.....	58
3.1.2. En milieu cultivé.....	58
3.2. Méthodes d'échantillonnage et d'étude des Apoïdes en milieu naturel.....	59
3.2.1. Méthodes d'échantillonnage.....	59
3.2.2. Techniques de capture	59
3.2.3. Conservation des échantillons.....	60
3.2.4. Méthodes de l'étude systématique.....	60
3.2.5. Détermination.....	60
3.2.6. Méthodes d'étude des distributions géographiques.....	61
3.2.7. Etude de la phénologie	61
3.2.8. Recensement et détermination de la flore.....	61
3.3. Méthodes d'échantillonnage et d'étude des Apoïdes en milieu cultivé.....	61
3.3.1. Type de culture.....	61
3.3.2. Position systématique de <i>Vicia faba</i>	62
3.3.2.1. Classification classique	62
3.3.2.2. Classification phylogénétique	62
3.3.3. Dispositif expérimental.....	63
3.3.3.1. Système de plantation de la fève.....	63
3.3.3.2. Expérimentation sur le mode de la pollinisation.....	63
3.3.3.3. Suivi de la phénologie de la fève.....	64
3.3.3.4. Inventaire et densité de la faune pollinisatrice.....	64
3.3.3.5. Etude de l'activité de butinage des Apoïdes et influence des facteurs climatiques sur cette activité.....	65
3.3.3.6. Comportement de butinage des Apoïdes.....	65
3.3.3.7. Evaluation de l'incidence de la pollinisation entomophile sur le rendement grainier.....	66

3.4. Techniques d'identification des Apoïdea.....	67
3.4.1. Caractères morphologiques et anatomiques utilisés dans l'identification	67
3.4.2. Clé dichotomique.....	69
3.5. Gestion des données faune-flore	71
3.6. Méthodes d'analyses des données appliquée aux espèces apoïdes.....	72
3.5.1. Analyse quantitative.....	72
3.5.2. Analyse qualitative.....	72
3.5.2.1. Diversité spécifique.....	73
3.5.2.2. Equirépartition des espèces.....	73
3.5.2.3. Concentration et uniformité.....	74
3.5.3. Quantification de la spécialisation alimentaire.....	74
3.5.3.1. Concentration.....	75
3.5.3.2. Niche alimentaire.....	75
3.7. Tests statistiques utilisés.....	76
CHAPITRE IV : RESULTATS	77
4.1. Composition de la faune des apoïdes et structure des populations.....	77
4.1.1. Analyse globale de la faune.....	77
4.1.1.1. Analyse du peuplement	77
4.1.1.2. Synthèse des espèces inventoriées en Algérie.....	79
4.1.2. Liste des espèces recensées et taxonomie.....	80
4.1.3. Aires de répartition des abeilles sauvages	90
4.1.3.1. Répartition des Apoïdes dans les stations d'études.....	90
4.1.3.2. Variation des abondances relatives des espèces dans les quatre localités.....	94
4.1.3.3. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) appliquée aux variations des abondances relatives des espèces dans les quatre localités.....	96
4.1.4. Analyse de la diversité des Apoïdes.....	99
4.1.4.1. Analyse quantitative.....	99
4.1.4.1.1. Composition de la faune	99
4.1.4.1.2. Abondances et occurrences des espèces.....	103
4.1.4.1.3. Richesse spécifique stationnelle.....	106
4.1.4.2. Analyse qualitative.....	107
4.1.4.2.1. Diversité spécifique des abeilles sauvages.....	107
4.1.4.2.2. Concentration et uniformité.....	108
4.1.5. Phénologie des Apoïdes	109
4.1.5.1. Phénologie des familles d'abeilles.....	110
4.1.5.2. Phénologie des espèces d'abeilles.....	114
4.1.6. Bioécologie de quelques espèces d'abeilles recensées	121
4.2. Choix floraux.....	142
4.2.1. Composition de la flore naturelle	142
4.2.2. Flore visitée par l'ensemble des Apoïdes.....	146
4.2.3. Flore visitée par les familles d'Apoïdes.....	151
4.2.4. Flore visitée par les espèces d'Apoïdes.....	159

4.2.5. Spécialisation alimentaire.....	171
4.2.5.1 Concentration.....	171
4.2.5.2. Niche alimentaire.....	174
4.3. Etude de l'activité de butinage des abeilles en milieu cultivé.....	176
4.3.1. Floraison de la fève et phénologie des Apoïdes pollinisateurs.....	176
4.3.2. Diversité et densité des pollinisateurs	180
4.3.3. Activité de butinage des abeilles solitaires et de l'abeille domestique.....	181
4.3.3.1. Activité quotidienne.....	181
4.3.3.2. Activité saisonnière.....	184
4.3.4. Tendance alimentaire des abeilles.....	187
4.3.4.1. Tendance alimentaire quotidienne.....	188
4.3.4.2. Tendance alimentaire saisonnière.....	188
4.3.5. Comportement de butinage et efficacité pollinisatrice.....	189
4.3.5.1. Nature des visites.....	189
4.3.5.2. Vitesse de butinage.....	190
4.3.6. Influence des facteurs climatiques	191
4.3.6.1. Influence des facteurs climatiques sur l'activité quotidienne des abeilles.....	194
4.3.6.2. Influence des facteurs climatiques sur la vitesse de butinage des abeilles.....	201
4.3.7. Evaluation de l'incidence de la pollinisation entomophile sur le rendement de la fève.....	203
4.3.7.1. Incidence de la pollinisation entomophile sur le rendement en gousses....	203
4.3.7.2. Incidence de la pollinisation entomophile sur le rendement en graines.....	203
 CHAPITRE V : DISCUSSION DES RESULTATS	 205
 Conclusion générale et perspectives	
Références bibliographiques	
Annexe	

Résumé

Notre étude est l'une des premières monographies sur la faune des Apoïdes de l'Algérie. Il est axé principalement sur l'étude de données faunistiques et la distribution spatio-temporelle des espèces d'abeilles sauvages dans le milieu naturel et sur l'étude de leur activité dans le milieu cultivé.

Les investigations sont entreprises de 1999 à 2003. Quatre stations regroupant un grand nombre de variétés végétales ont été prospectées. Ces stations (Makouda, Fréha, Boukhalfa, Beni-Douala) sont situées à différentes altitudes variant de 100 à 800 mètres.

103 taxa d'abeilles appartenant à six familles taxonomiques (Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Anthophoridae, Megachilidae, Apidae) ont été dénombrées, dont 16 taxons sont des premières citations pour l'Algérie. Les espèces endémiques sont peu nombreuses.

Après avoir établi leur classification, selon la nomenclature contemporaine, nous avons étudié l'abondance, la richesse spécifique, la phénologie et la distribution spatiale des six groupes d'abeilles et les choix floraux des différentes espèces.

La structure des communautés d'abeilles a été visualisée en utilisant l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) visant à déterminer leur distribution spatiale. Il est apparu que certaines espèces d'abeilles sont cantonnées dans une ou deux localités, d'autres par contre sont cosmopolites.

L'étude de la diversité et de la structure du peuplement d'abeilles montre que celui-ci est diversifié. Cet état de fait est démontré par deux indices de diversité : indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver, 1963 et l'indice de concentration de Simpson, 1949.

Par ailleurs, l'étude phénologique des familles et des espèces indique que la plupart des familles sont bien représentées surtout au mois de mars. De même pour les espèces, pour lesquelles un maximum est enregistré en mars et avril, période de floraison d'un grand nombre d'espèces végétales. Les relations plantes-abeilles sont étudiées par l'examen des plantes visitées au cours de la saison de floraison. Les choix floraux et la niche alimentaire de 28 espèces sont interprétés par deux indices de diversité : indice de Shannon-Weaver, 1963 et l'indice de concentration de Simpson, 1949.

L'activité journalière et l'activité saisonnière de quelques espèces est examinée sur les fleurs de la fève *Vicia faba* L. L'analyse de la variance (Anova) a permis de démontrer que la tendance alimentaire de la plupart de ces abeilles est significative.

Nous avons également pris en considération l'influence des facteurs climatiques sur l'activité des abeilles. Il s'est avéré que ces facteurs climatiques agissent sur les populations. Ceci est démontré par les coefficients de corrélation et les droites de régression linéaires. C'est ainsi que l'étude dans le milieu naturel est clôturée.

Nous entreprenons ensuite l'étude des apoïdes dans le milieu cultivé. Dans le contexte de la pollinisation des cultures par les abeilles solitaires, nous avons choisi de mener nos observations sur une légumineuse vivrière en l'occurrence la fève *Vicia faba* L. Notre étude dans ce milieu a montré qu'à côté de l'abeille domestique *Apis mellifera*, d'autres abeilles, les abeilles sauvages sont pollinisatrices de cette culture. Nous avons dénombré 7 espèces d'abeilles solitaires et une espèce de bourdon visiteuses de fleurs de fève.

L'expérimentation avec le système d'encagement a confirmé l'impact de la pollinisation des abeilles sur le rendement de cette plante. La production de la fève est nettement meilleure présence de ces insectes pollinisateurs. En effet, la longueur des gousses, le poids et le nombre de graines sont plus importants en présence d'abeilles.

Mots clés : Apoïdes, Faunistique, bio écologie, structures des communautés, Kabylie, Algérie.

Abstract

Our study is one of the first monographs on the fauna of Algerian apoïdes. It is centred mainly on the study of faunistic data and the space-time distribution of the wild species of bees in the natural environment and on the study of their activity in the cultivated milieu.

The investigations were undertaken from 1999 to 2003. Four stations involving a great number of plant varieties were prospected. These stations (Makouda, Fréha, Boukhalfa, Beni-Douala) are located at various altitudes varying from 100 with 800 meters.

103 taxed with bees belonging to six taxonomic families (Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Anthophoridae, Megachilidae, Apidae) were counted, among which 16 species are cited for the first time in Algeria. The endemic species are very few.

After having established their classification, according to the contemporary nomenclature, we studied abundance, the specific richness, the phenology and spatial distribution of the six groups of bees and the floral choices of the various species.

The structure of the communities of bees was visualized by using the factorial analysis of correspondences (A.F.C.) aiming at determining their spatial distribution. It appeared that certain species of bees are confined in one or two localities, while others are cosmopolitan.

The study of the diversity and the structure of the settlement of bees shows that this one is diversified. This irrefutable fact is shown by two indices of diversity: specific index of diversity of Shannon-Weaver, 1963 and the degree of concentration of Simpson, 1949.

In addition, the phenologic study of the families and the species indicates that the majority of the families are well represented especially in March. The same observation holds for species, for which a maximum is recorded in March and April, which is period of flowering of a great number of plant species. The plant-bees relations are studied by the examination of the plants visited during the flowering season. The floral choices and the food niche of 28 species are interpreted by two indices of diversity: the index of Shannon-Weaver, 1963 and the degree of concentration of Simpson, 1949.

The daily activity and the seasonal activity of some species are examined on the flowers of the broad bean *Vicia faba* L. the analysis of the (Anova) variant made it possible to show that the food tendency of the majority of these bees is significant.

We also took into account the influence of the climatic factors on the activity of the bees. It proved that these climatic factors act on the populations. This is shown by the coefficients correlation and the linear straight regression lines. Thus ends the study in the natural environment.

We then undertook the study of the apoïdes in the cultivated milieu. In the context of the pollination of the crops by the solitary bees, we chose to carry out our observations on a leguminous plant food, the broad bean *Vicia faba* L. Our study in this milieu showed that beside the domesticated *Apis mellifera* bee, other wild bees do pollinate this crop. We counted 7 species of solitary bees and a species of bumblebee visitor of broad flowers bean.

The impact study of the pollination of the bees on the output of this plant seems to be dependant on these factors. Indeed, the presence of bees increases the length of the pods, the weight and the number of seeds.

Keywords: Apoïdes, Faunistic lists, bioecology, community structure, Kabylia, Algeria.

Introduction Générale

Le présent travail concerne les Apoidea au sens strict, c'est-à-dire sans y inclure les taxons vespiformes dont le stade larvaire est carnassier comme les Sphecidae.

Les abeilles sont étudiées par de nombreux auteurs à travers le monde. Sur le plan faunistique et comportemental, des travaux sont effectués en Europe (Plateaux-Quenu, 1972 ; Tasal, 1984 ; Jacob-Remacle, 1989 a et b ; Rasmont et *al.*, 1995 ; Patiny, 1999), en Amérique (Michener, 1944 ; 1965 ; 1978 ; 1979 ; 2000 ; Batra, 1984 ; 1994 ; Royle et Phylogene, 1983 ; Payette, 1996), en Australie (Benhardt, 1987) et en Inde et au Guatemala (Batra, 1966 ; 1977 a, b). Terzo et Rasmont (1997) ont étudié les *Xylocopa* du sous-genre *Copoxyla* du bassin méditerranéen, Gusenleitner et Schwarz (2002) ont travaillé sur les *Andrena* de la région ouest-paléarctique.

Le Maghreb ou Afrique du Nord n'a pas fait l'objet d'études approfondies sur la faune des apoïdes. Selon Rasmont et *al.* (1995), cette région présente probablement une diversité très élevée proche ou plus grande que celle de la Californie où 1200 espèces ont été dénombrées en 1976 par Moldenke cité par Michener (1979). Les travaux réalisés au Maghreb sont ceux de Morice (1916), Guiglia (1924), Dusmet y Alonso (1928), sur les Eucerini d'Afrique du Nord, Cockerell (1931). Les derniers travaux en date traitent du seul genre *Ceratina* (Anthophoridae) en Afrique du Nord (Daly, 1983), des Halictidae (Ebmer, 1976 ; 1985), des Megachilidae (Zanden, 1992 ; 1994a et b ; 1995 ; 1996 a et b et 1997) du Maroc ; et des pollinisateurs de la légumineuse fourragère (*Hedrysarum coronarium*) en Tunisie (Sonet et Jacob-Remacle, 1987).

En Algérie, l'étude concernant la faune des apoïdes est très insuffisante et fragmentaire. Jusqu'à une période récente, cette faune demeurait fort mal connue. Les recherches entreprises sur les peuplements d'apoïdes d'Algérie se résument, pour la plupart, en l'inventaire des espèces rencontrées. Leur écologie n'était pas abordée. Ces travaux se réduisent à ceux de Lucas (1849), Friese (1895-1901), Saunders (1901, 1908) englobant l'ensemble de l'Algérie, ceux d'Alfken, (1914) qui a travaillé dans la région d'Alger et à Médéa et ceux de Schulthess (1924) limités à la région de Tlemcen au Nord Ouest de l'Algérie sans oublier les travaux de Benoist (1961) sur les espèces du genre *Halictus* récoltés

dans la région du Hoggar (Sahara algérien). Les données existantes sont incomplètes et imprécises car de nouvelles espèces sont observées à des dates postérieures. En effet les travaux les plus récents, en l'occurrence ceux de Louadi, (1998a,b, 1999) à Constantine dans le Nord-Est algérien et ceux de Tazerouti (2002) aux alentours d'Alger ont apporté quelques informations sur cette faune. Depuis lors, des travaux furent entrepris par Benachour et al. (2007), Louadi et al. (2007a, b, 2008) dans la région du Nord Est algérien et par Aouar-Sadli et al. (2008) dans la région de Tizi-Ouzou. Ces travaux les plus récents sont d'ailleurs plus ou moins complets et contribuent certainement à une meilleure connaissance de ce groupe d'insectes en Algérie.

Parmi ces références de base, le travail de Louadi et *al.* (2008) a fait une synthèse sur la faune de l'Algérie orientale. Le présent travail tente donc de pallier aux lacunes par un apport original sur la faune apoïdienne de la région de Tizi ouzou (centre de l'Algérie). Il est actuellement fort difficile d'entreprendre aisément une étude des apoïdes sans se heurter au problème considérable de la méconnaissance de la systématique et de la biologie des espèces concernées. Avant une quelconque analyse, il fallait synthétiser des données bibliographiques se rapportant à ce sujet.

L'objectif de notre étude qui s'est étalée de 1999 à 2003 a été une contribution à la connaissance des peuplements d'Apoidea de notre région. En raison du peu de données et d'informations se rapportant aux abeilles sauvages de cette région, il nous a paru nécessaire d'étudier cette guildes d'abeilles. Outre la méconnaissance du groupe apoïdes en Algérie qui peut être suffisant pour susciter notre curiosité, les intérêts de cette étude sont multiples. L'intérêt majeur de l'étude des Apoidea est le rôle qu'ils tiennent dans les écosystèmes. En effet, ils participent de manière prépondérante à la pollinisation d'une très large gamme de plantes à fleurs sauvages et cultivées. De nombreux végétaux ne pourraient pas accomplir leur cycle de développement sans l'intervention des abeilles. On peut d'ailleurs trouver dans la littérature de nombreuses listes d'espèces végétales butinées par les Apoidea (Patiny, 1997 ; Rasmont, 1988 ; Terzo, 2000 ; Benachour et *al.*, 2007 ; Louadi et *al.*, 2007a ; Aouar–Sadli et *al.*, 2008). Grâce à leur morphologie parfaitement adaptée, ils sont plus efficaces que la plupart des autres pollinisateurs (Coléoptères, Lépidoptères ou Syrphes). De plus, leur grande mobilité et les longues distances que certains peuvent parcourir sont des éléments déterminants dans le maintien d'un flux génétique entre populations éloignées (Velterop, 2000). Dans les écosystèmes naturels et agricoles, les insectes pollinisateurs sont essentiels à la

production de graines et de fruits. Les abeilles (apoïdes) sont les plus importants insectes pollinisateurs en raison de leur comportement de butinage. En milieu naturel, les apoïdes (abeilles sauvages, bourdons et l'abeille domestique) ont une grande importance écologique pour le maintien de la diversité des plantes sauvages. Dans les agro écosystèmes, le rôle de ces insectes est surtout d'importance économique, parce qu'ils influencent positivement la production agro-alimentaire. Si demain, les abeilles solitaires ou sociales disparaissaient, le rendement des cultures et des vergers s'effondrerait. Malheureusement, plusieurs études ont déjà démontré la régression de nombreux Apoidea, entre autres, celles de Rasmont et *al.*, (1993) et celles de Patiny (1998).

Pour remédier donc à la faible connaissance que l'on a des apoïdes, notre travail porte en premier lieu sur la structure des communautés et leur répartition spatio-temporelle et en second lieu sur leur bioécologie et leur rôle dans la pollinisation. Ce travail est axé principalement sur l'étude de données faunistiques et se fixe pour premier objectif de dresser un inventaire le plus exhaustif possible de référence des abeilles sociales et solitaires à travers la région de Tizi-Ouzou. D'autre part, de préciser leur relation avec les plantes spontanées en vue de déterminer leurs choix floraux.

Par ailleurs, dans le contexte de l'influence positive de la pollinisation des apoïdes sur la production agro-alimentaire, nous nous penchons sur l'étude écologique et comportementale des abeilles en milieu cultivé. Nous détaillons un exemple de culture en l'occurrence une légumineuse vivrière la fève *Vicia faba* L. (Fabaceae). Ainsi, le comportement de butinage et l'efficacité pollinisatrice de certaines espèces d'abeilles, autrement dit leur impact sur le rendement de cette légumineuse sont pris en considération. Il s'agit par la suite d'étudier l'influence des facteurs climatiques sur l'activité des apoïdes. D'autres observations écologiques originales sont également réalisées.

Le travail présenté dans le cadre de cette thèse, s'articule sur cinq grands volets. Le premier rassemble les données bibliographiques sur l'historique, les caractères morphologiques, la bioécologie, l'origine et la classification de la faune des Apoidea ainsi que leur répartition à travers le monde. Nous regroupons dans le second chapitre tous les éléments du milieu physique de la région d'étude notamment le relief, le climat, et l'hydrographie. Dans le 3^{ème} chapitre, sont développés la méthodologie de travail concernant l'échantillonnage et la détermination des espèces. A l'issue de cette partie, la méthode d'étude

du comportement des abeilles en milieu cultivé est détaillée, ainsi que la gestion et les techniques d'analyse des résultats. Les résultats sont exprimés dans le 4^{ème} chapitre qui représente la majeure partie de ce travail. Ceux-ci comportent l'étude bio systématique des abeilles et l'analyse globale de la faune et de la flore inventoriées. Il s'agit dans un premier temps de dresser une liste des abeilles recensées tout en précisant leur synonymie utilisée dans la littérature contemporaine. Nous étudions par la suite la répartition géographique et la phénologie des espèces rencontrées. Par ailleurs, nous avons recensé les plantes naturelles visitées par les diverses espèces afin de déterminer leurs choix floraux. Une dernière partie est consacrée à l'étude des relations des apoïdes avec l'agrocénose à travers l'étude de leur activité et l'impact de la pollinisation sur le rendement de la fève. Nous avons démontré également à travers cette partie l'influence des facteurs climatiques sur. Enfin, un dernier chapitre est réservé pour la discussion des résultats. Nous clôturons notre étude par une conclusion générale et des perspectives.

CHAPITRE I

ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA FAUNE DES APOIDEA

1.1. Historique des apoïdes

Parmi les 2 000 000 espèces d'insectes recensées dans le monde (Borchert, 1970), plus de 100 000 espèces appartiennent au seul ordre des hyménoptères (Payette, 1996) ; Cet ordre est l'un des plus importants après celui des coléoptères par le nombre d'espèces qu'il renferme et la masse d'individus qui le composent.

Les Apoidea appelés communément abeilles et nommés également mellifères Latreille (1802) sont considérés comme une super famille des hyménoptères. Elle renferme un nombre élevé d'espèces décrites: 12 000 pour Friese (1923 *in* Plateaux-Quénu, 1972), 15 000 d'après Stevens (1948 *in* Plateaux-Quénu, 1972), plus de 20 000 pour Michener (1964) ; assurément, toutes n'ont pas été décrites. Si l'abeille à miel *Apis mellifera* Linné 1758 (Apidae) est l'espèce sociale domestique la mieux connue, la plupart des abeilles, plus de 80 % des espèces sont solitaires et sauvages.

Selon leur mode de vie les apoïdes se répartissent en 3 groupes :

1. les apoïdes sociaux vivent en communauté. On y trouve différentes castes les femelles fondatrices, les mâles et les ouvrières. Ce groupe englobe notamment l'abeille domestique (*A. mellifera*) et les bourdons (*Bombus sp.*) (Apidae). Chez ces abeilles, la reine ou fondatrice est à l'origine de la colonie. D'autres espèces appartenant au genre *Halictus* (Halictidae) sont considérées sociales car les femelles construisent des nids dans le sol cote à cote.

2. les apoïdes solitaires occupent divers habitats. La femelle construit son propre nid pour y déposer les œufs de sa postérité. Elle meurt avant l'éclosion de la génération suivant. Elle n'aura aucun contact avec sa descendance. Ce groupe représente 85% des espèces d'abeilles recensées (Michener, 1964).

3. les apoïdes parasites femelles déposent leurs œufs dans les nids d'autres espèces d'abeilles nidificatrices proches d'un point de vue taxonomique. Ces espèces d'abeilles sont aussi dénommées « cleptoparasites ».

Le nombre de familles reconnues au sein de la super-famille des Apoidea varie selon les auteurs. Roubik (1989) en propose 11 dont certaines peuvent être rattachées aux 9 familles communément reconnues : Colletidae, Stenotrididae (inclus dans les Colletidae), Andrenidae, Oxaeidae (inclus dans les Andrenidae), Halictidae, Melittidae, Anthophoridae, Megachilidae et Apidae.

Les abeilles sauvages portent des noms vernaculaires. Les Colletidae sont appelées communément "abeilles à membrane" parce qu'elles doublent l'intérieur de chaque cellule d'élevage d'une membrane de polyester qu'elles fabriquent elles même. Les Andrenidae sont appelées "abeilles fouisseuses" car elles construisent leur nid dans le sol, les Halictidae "abeilles à sueur" parce qu'elles sont attirées par la sueur de l'Homme, les Megachilidae abeilles "maçonnes" ou "coupeuses de feuilles" et les Xylocopinae appartenant à la famille des Apidae sont appelées "abeilles charpentières" car elles nichent dans le bois (Batra, 1984). Les espèces de ce groupe d'hyménoptères ne vivent pas et ne travaillent pas en communauté. La majorité est solitaire Il n'y a pas de caste d'ouvrières ni de coopération entre les individus. Chaque femelle construit son propre nid et récolte elle même sa nourriture. Cependant, les nids sont très voisins les uns des autres. Jamais l'individu blessé, de ces espèces, n'a été rapporté à son nid par un de ses voisins, comme la fourmi estropiée l'est par sa congénère (Michener, 1964). Leur instinct n'admet pas de "bienveillance" réciproque, ce qui leur vaut le qualificatif de solitaire

Pour les abeilles solitaires, comme pour les espèces sociales, le miel et le pollen des fleurs servent d'aliments aux larves. Ceux-ci sont distribués au jour le jour par les espèces sociales, alors qu'ils sont amassés en provision par les solitaires. Ces dernières déposent ensuite leurs œufs à proximité des provisions. Les larves qui émergent des œufs en consomment. Chaque cellule d'un nid de solitaires contient un seul œuf. Par conséquent toute la nourriture est nécessaire à l'accroissement de la larve. Cette provision de pollen mélangé au miel y est sous forme d'une pâte plus ou moins épaisse selon les genres et les espèces.

Chez les abeilles solitaires, la cire n'entre pas dans les matériaux de construction des nids. Elles sont incapables de la produire contrairement aux Apidae (*Apis sp. et Bombus sp.*)

(abeilles sociales) qui la secrètent sous les sternites des segments de leur abdomen. Cette sécrétion serait inutile si elle ne pouvait pas être employée à la bâtisse.

Les abeilles sont de meilleurs agents pollinisateurs. Les abeilles sauvages (sociales et solitaires) jouent un rôle complémentaire à celui de l'abeille domestique (*A. mellifera*) dans la pollinisation (Jacob-Remacle, 1990).

1.2. Description des apoïdes

Les hyménoptères Apocrites (de *apocritos* qui signifie séparé) sont caractérisés par une « taille » très étroite. En effet, leur corps est pétiolé, le thorax est séparé de l'abdomen par un étranglement, d'où l'expression « taille de guêpe ». Cette taille donne une grande flexibilité aux mouvements de l'abdomen permettant, par exemple, à une abeille femelle de pondre un oeuf au fond d'une alvéole. Les Apocrites sont divisés en deux sous-groupes: les aculéates et les térébrants (Parasitica) comptant de nombreuses guêpes parasites et cécidoghènes. Les aculéates (les guêpes, les fourmis, les abeilles, etc.) ou porte aiguillons, possèdent un ovipositeur généralement modifié en un aiguillon situé à l'extrémité de l'abdomen qu'elles utilisent pour se défendre ou protéger leur nid. Le sous-groupe des Aculéates est aussi divisé en plusieurs super-familles dont celle des Apoidea.

Les Apoidea nommés également mellifères par Latreille sont considérés comme une super famille renfermant 20 000 espèces d'abeilles parmi lesquelles 85% sont des abeilles solitaires. Les apoïdes regroupent toutes les abeilles, qu'elles soient sociales, solitaires ou parasites. La majorité des abeilles sont indigènes alors que peu d'espèces ont été introduites ou domestiquées. Les apoïdes présentent des caractères apparentés aux guêpes Sphécoïdes. Toutefois, les apoïdes diffèrent de ces dernières par trois différences morphologiques permettant de les distinguer. Chez les Apoïdes le pronotum (premier segment thoracique) n'atteint pas les tegulae. La plupart des abeilles sont très velues, leur corps est recouvert de poils plumeux ou barbelés qui retiennent le pollen.

Enfin, la différence principale réside dans la configuration des tarses postérieurs: chez les abeilles le métatarse est plus long, mais aussi plus large que les autres articles, alors que la largeur de ceux-ci est à peu près la même chez tous les autres Hyménoptères (Fig.1).

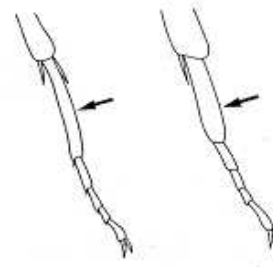


Fig. 1: Tarses postérieurs d'une guêpe (*Vespula*, à gauche) et d'une abeille (*Hylaeus*, à droite). Flèche indiquant le métatarse (d'après C.D. Michener, *in* Plateaux-Quénu, 1972).

Comme les abeilles, les guêpes adultes butinent les fleurs pour le nectar. La principale différence entre ces deux groupes réside cependant dans le fait que les abeilles utilisent exclusivement de pollen et de nectar, transformé ou non en miel, généralement mélangés « pain d'abeille » pour nourrir les larves. Ces produits floraux constituent la principale source de protéines, elles sont dites végétariennes. Au contraire, chez les guêpes, les larves sont plutôt carnassières car les insectes et les araignées constituent leur principale source de nourriture.

Les abeilles sont caractérisées par la présence de structures morphologiques particulières leur permettant d'être des insectes pollinisateurs exceptionnellement efficaces (pièces buccales, poils ramifiés, appareils de récolte, etc.).

1.2.1. Caractères morphologiques

Il est important de donner une description brève et simple des abeilles solitaires en raison du grand nombre d'espèces. Certaines sont densément poilues comme les Bourdons, d'autres par contre ont un corps glabre presque dépourvu de poils. La plupart des abeilles ont une coloration noire ou brunâtre bien qu'on trouve aussi plusieurs espèces brillamment colorées passant du jaune et noir comme des guêpes sociales, ou rouge et noir comme certaines guêpes solitaires, ou encore noires avec des reflets bleutés. Leur taille varie de 5 à plus de 20 mm et leur corps est, selon les espèces, trapu ou au contraire élancé.

Les apoïdes ont une structure anatomique particulière (Fig.2). L'abdomen est formé de six tergites, le dernier se termine le plus souvent par une aire pygidiale. La femelle est pourvue d'un aiguillon caudal (le dard). Comme tous les insectes, ils ont un corps portant trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen.

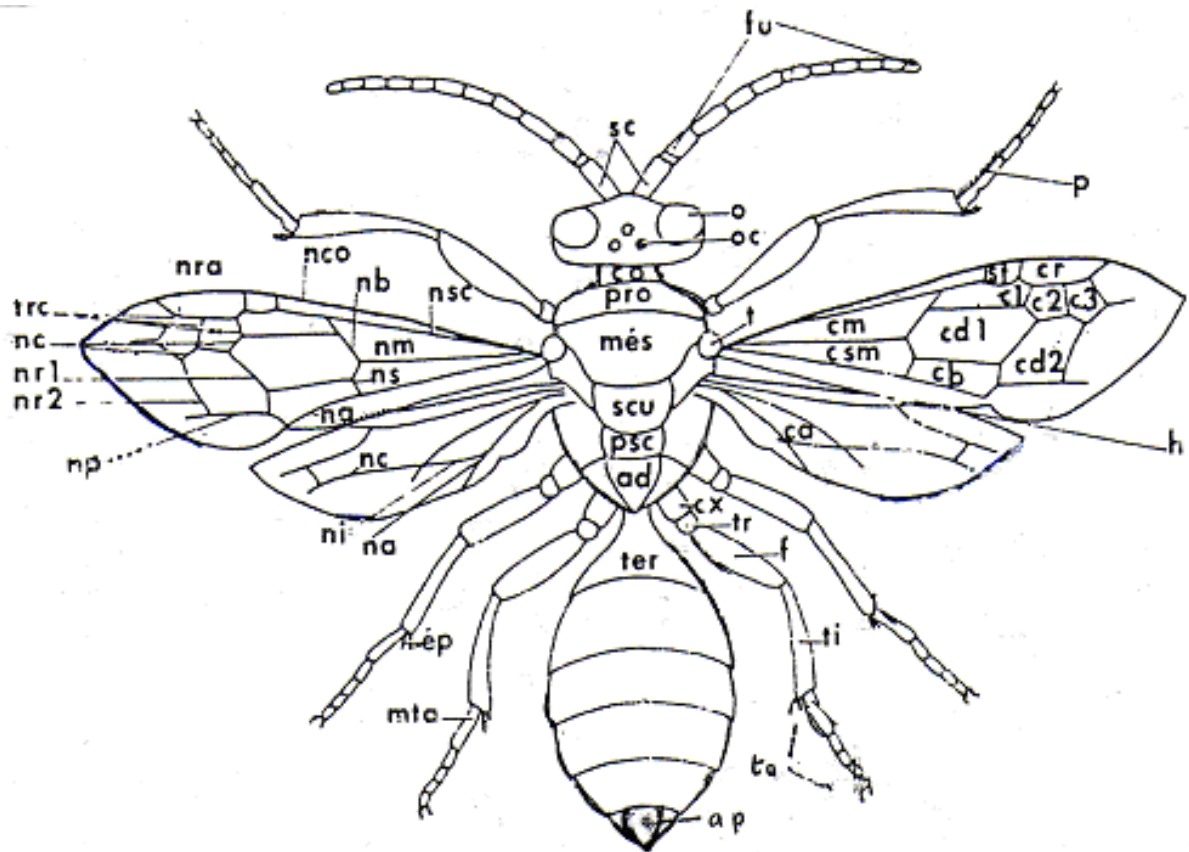


Fig. 2 : Figure représentant la morphologie générale d'un hyménoptère Apoidea
(d'après L. Berland, *in* Plateaux-Quénu, 1972).

Légende :

Pour les ailes, le nom des cellules est inscrit à droite, celui des nervures à gauche.

ad = aire dorsale ; **ap** = aire pygidiale ; **c1**, **c2**, **c3** = cellules cubitales ; **ca** = cellule anale ; **cb** = cellule brachiale ; **cd1** = 1^{ère} cellule discoïdale ; **cd2** = 2^{ème} cellule discoïdale ; **cm** = cellule médiane ; **co** = cou ; **cr** = cellule radiale ; **csm** = cellule submédiane ; **cx** = coxa ; **ép** = éperon tibiaux ; **f** = fémur ; **fu** = funicule ; **h** = hamulies ; **més** = mésonotum ; **mta** = métatarse ; **na** = nervure anale ; **nb** = nervure basale ; **nc** = nervure cubitale ; **nco** = nervure costale ; **ni** = nervure médiane ; **np** = nervure parallèle ; **nr1** = 1^{ère} nervure récurrente ; **nr2** = 2^{ème} nervure récurrente ; **nra** = nervure radiale ; **ns** = nervulus ; **nsc** = nervure subcostale ; **o** = oeil ; **oc** = ocelle ; **p** = peigne ; **pro** = pronotum ; **psc** = postscutellum ; **sc** = scape ; **scu** = scutellum ; **st** = stigma ; **t** = tegula ; **ta** = tarse ; **ter** = tergite abdominal ; **ti** = tibia ; **tr** = trochanter ; **trc** = nervures transverses cubitales.

Les abeilles ont un appareil buccal de type broyeur-lécheur adapté à la récolte du nectar (Fig. 3). Les deux maxilles sont transformées en trompe (langue) ou glosse creusée d'une gouttière apte à lécher et aspirer le nectar des fleurs. Elles utilisent leurs mandibules dans la construction des nids, des alvéoles ou des cellules. Entre chacune des sept familles d'apoïdes, il y a beaucoup de variations dans la longueur des pièces buccales, en particulier des glosses. Les Apidae (à l'exception des espèces du genre *Nomada*) et les Megachilidae ont une glosse bien développée, pointue et souvent très longue leur conférant une aptitude accrue pour la récolte du nectar. En revanche, les Andrenidae, les Halictidae, les Colletidae et les Melittidae sont souvent appelées abeilles à "langue courte", car la majorité possède une glosse courte et large (Fig.4). Les antennes comportent 13 articles au plus. Le premier article ou scape est plus long que le reste et forme le funicule.

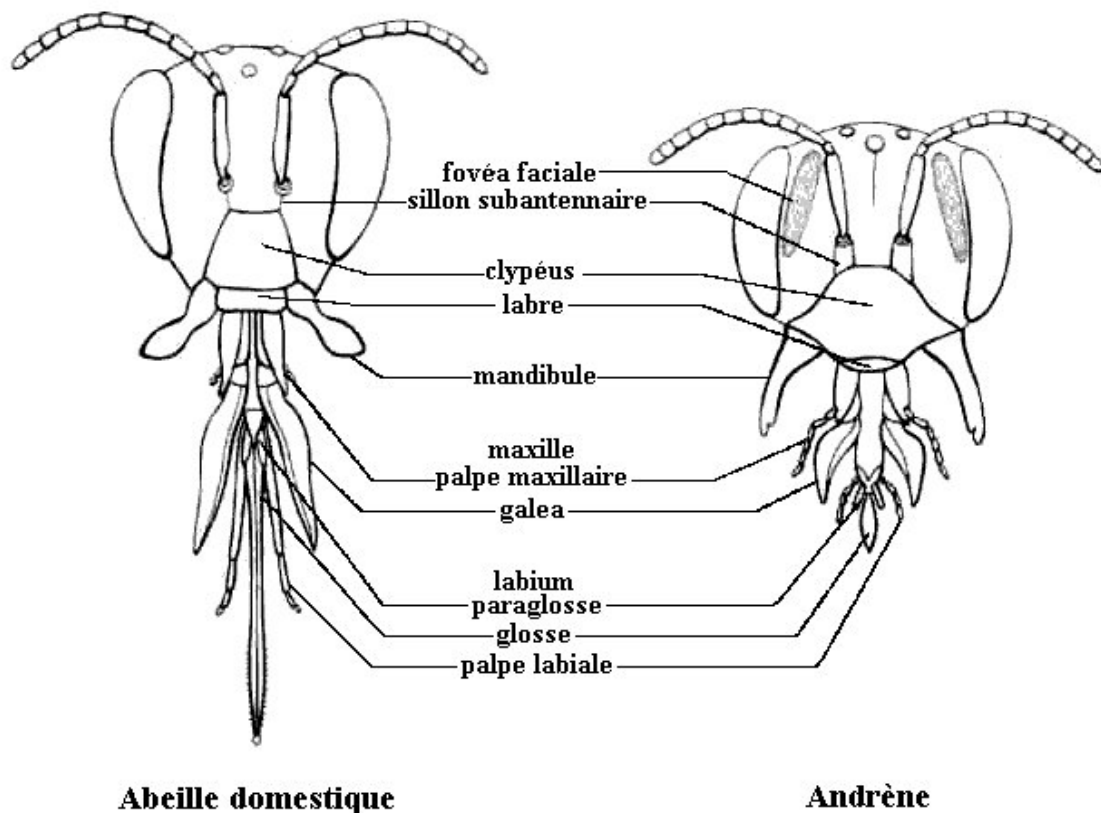


Fig. 3 : Pièces buccales d'Apoidea
(d'après C. Villemant, *in* Anonyme, 2009).

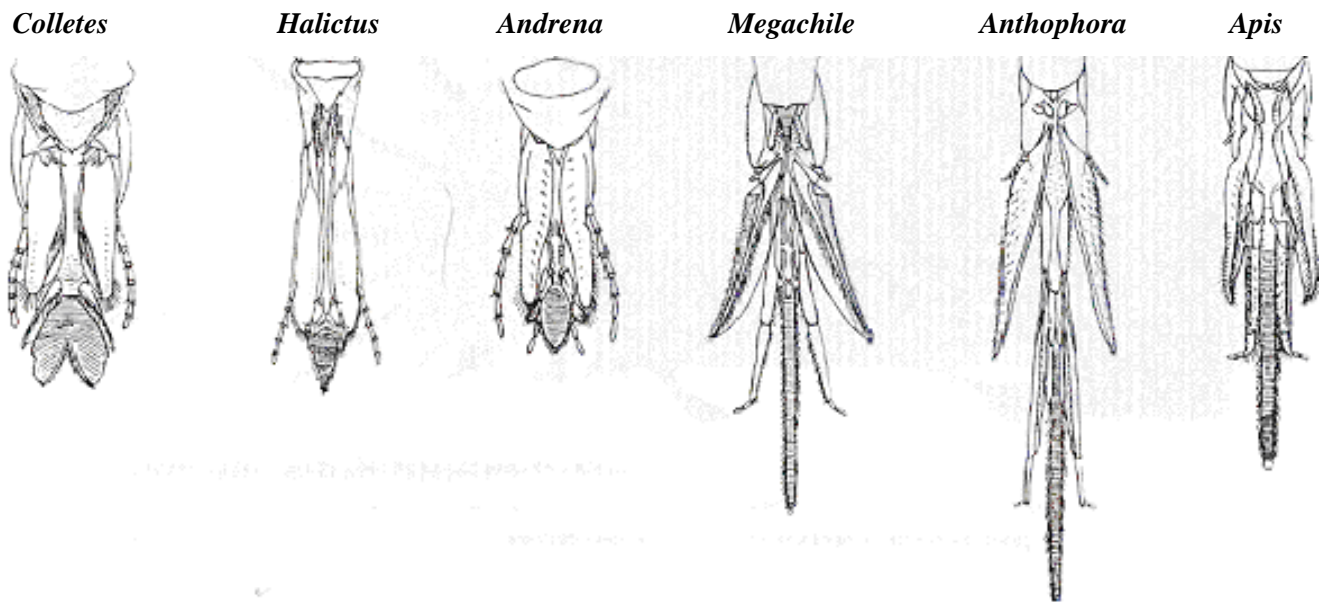


Fig. 4 : Appareil buccal de quelques genres d'abeilles, montrant la longueur et la forme de la langue ou glosse (pièce striée sur les dessins)

(D'après Saunders, *in* Jacob-Remacle 1990).

Par ailleurs, les apoïdes ont une nette adaptation à la récolte du pollen. Ces adaptations morphologiques des parties du corps sont variées. En plus des poils plumeux ou barbelés recouvrant leur corps et retenant les grains de pollen, la majorité des abeilles butineuses possèdent un dispositif adapté à la récolte et au transport du pollen appelé « scopa » où les poils sont particulièrement développés. Ce sont seulement les femelles ou ouvrières, à l'exception de la reine des bourdons également butineuse, qui possèdent un appareil de récolte constitué soit par une corbeille ou une brosse localisée au niveau des pattes postérieures soit une brosse située sous l'abdomen (chez les Megachilidae).

Les espèces d'abeilles cleptoparasites comme les abeilles-coucous, ne récoltent pas le pollen, elles sont dépourvues d'appareils de récolte (scopa). Certaines Colletidae n'ont pas aussi de scopa mais rapportent le pollen mélangé au nectar dans leur jabot, leurs pattes postérieures sont presque dépourvues de pilosité.

Les Andrènes possèdent des poils très denses sur les pattes postérieures et une brosse (houppes de poils recourbés) à la base de ces mêmes pattes (Fig.5).



Fig. 5 : Patte antérieure d'une Andrène
comportant une brosse de poils sur sa base
(d'après Plateaux-Quénu, 1972).

Les Apidae ou espèces sociales possèdent un appareil de récolte formé d'une corbeille à pollen, large surface lisse entourée de soies, à la face externe du tibia postérieur et d'une brosse de plusieurs rangées de soies raides à la face interne du tarse postérieur (Fig. 6). La charge de pollen d'une brosse est déposée dans la corbeille du côté opposé puis tassée à l'aide des pattes intermédiaires.

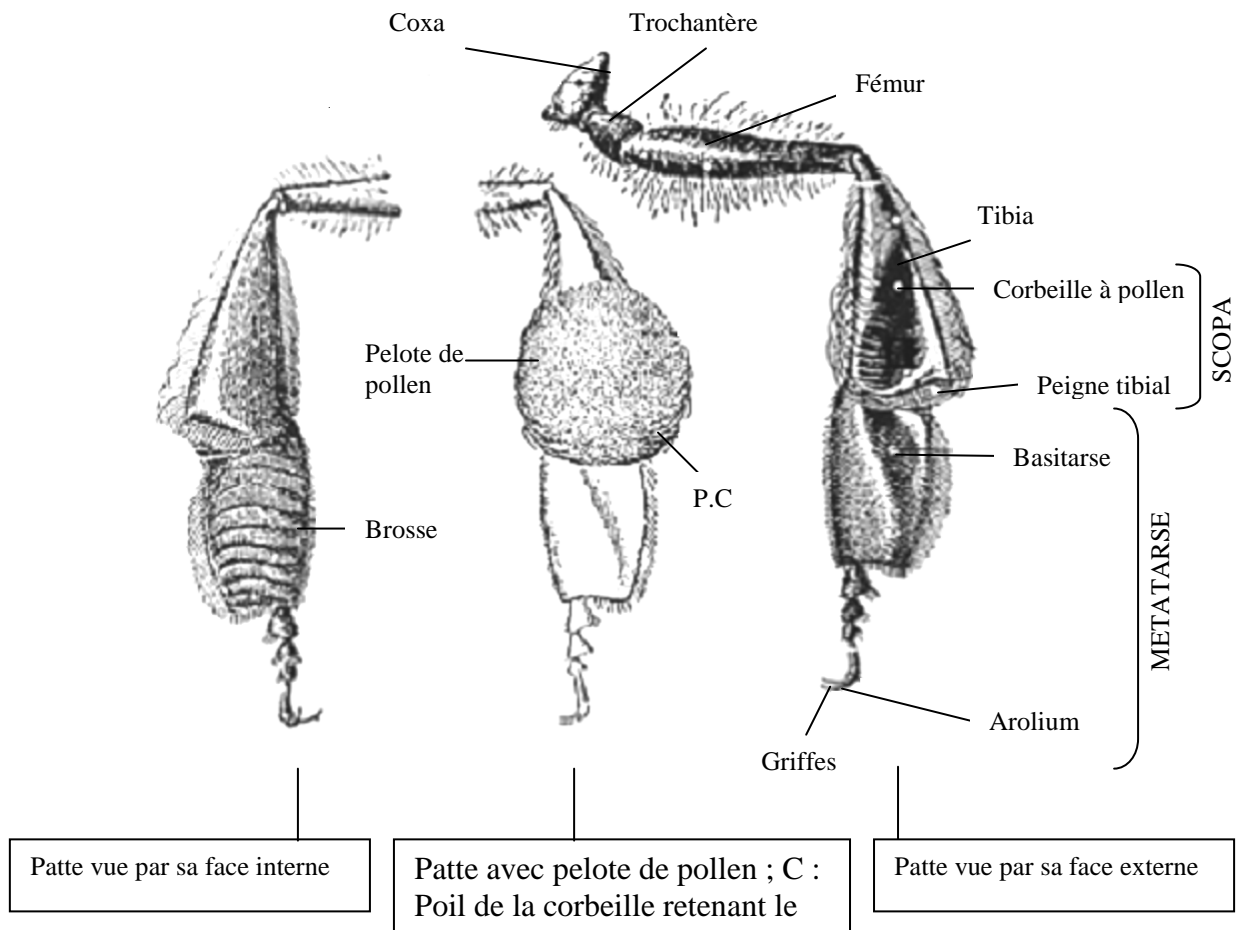


Fig. 6 : Dessin des pattes postérieures d’une ouvrière de *Apis mellifera* (Apidae)
(Anonyme, 2009).

Les Megachilidae sont dotées d’une brosse ventrale vouée à la récolte du pollen. Cette brosse est formée de rangées de poils raides sur la face inférieure de l’abdomen pouvant retenir de grandes quantités de pollen, à la manière d’une pelle mécanique.

Les ailes sont couplées par un dispositif formé d’une rangée de minuscules crochets. Les ailes antérieures sont unies aux ailes postérieures lors du vol.

Durant le vol, un dispositif ingénieux réunit les ailes postérieures aux ailes antérieures et permet d’accroître l’efficacité du vol. Ce dispositif est formé d’une série de crochets minuscules appelés hamulies portés par les bords antérieurs des ailes métathoraciques (postérieures) et d’une gouttière du bord postérieur des ailes mésothoraciques (antérieures) (Fig. 7). Au repos, les abeilles désengagent leurs deux paires d’ailes et les replient au dessus de l’abdomen.

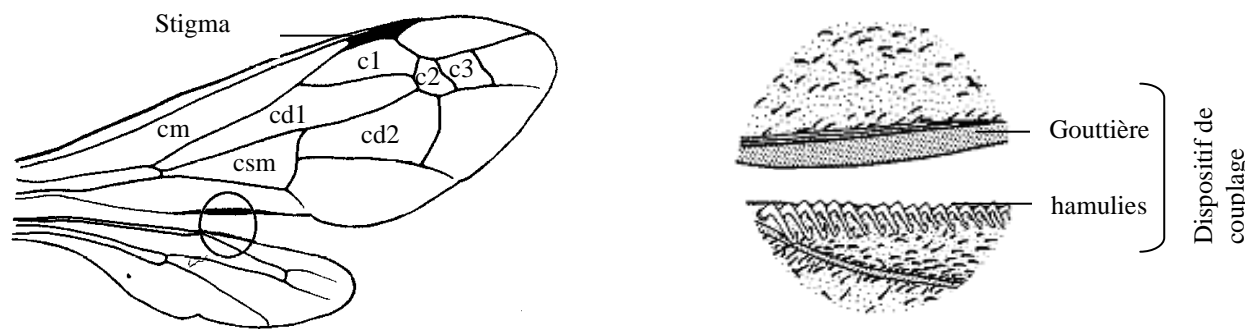
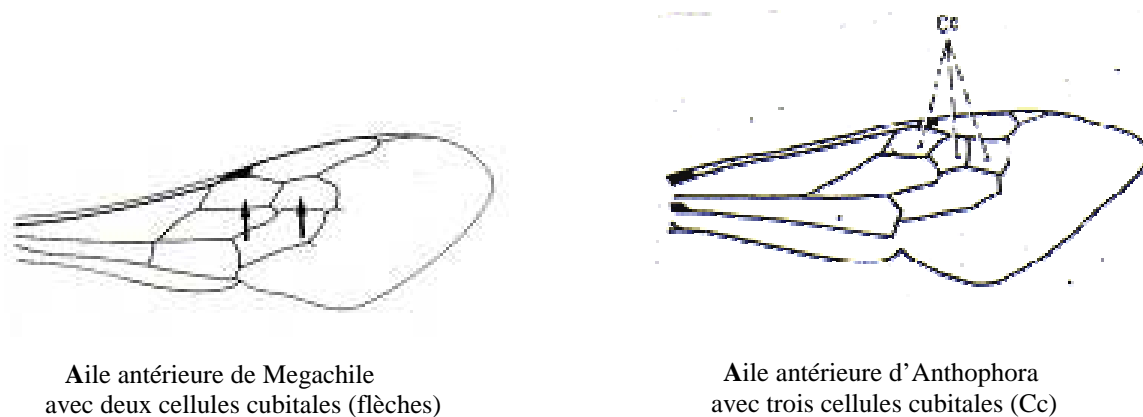


Fig. 7 : Dispositif de couplage des ailes d'Hyménoptères

(c1, c2, c3 : cellules cubitales, c d : cellules discoïdales, c m : cellule médiane, c s m : cellule submédiane)

(d'après J.Y. Baugnée, *in* Jacob-Remacle, 1990)

Les ailes antérieures portent des nervures qui délimitent des cellules ou loges. On distingue les cellules radiales, cubitales, discoïdales, anales médianes et submédianes. Le nombre de cellules cubitales varie de deux à trois selon les espèces (Fig. 8). Chez certaines espèces on trouve à la marge de l'aile antérieure un stigma.



Aile antérieure de *Megachile*
avec deux cellules cubitales (flèches)

Aile antérieure d'*Anthophora*
avec trois cellules cubitales (Cc)

Fig. 8 : Nervation de l'aile antérieure d'Apoides

(d'après Michener, *in* Plateaux-Quénu, 1972).

Les tarse des pattes se terminent par des griffes entre lesquelles on trouve le plus

souvent un lobe adhésif (pulvillus ou arolia). Au niveau du basitarse se trouve selon les espèces une ou deux épines : éperon (Fig. 9).

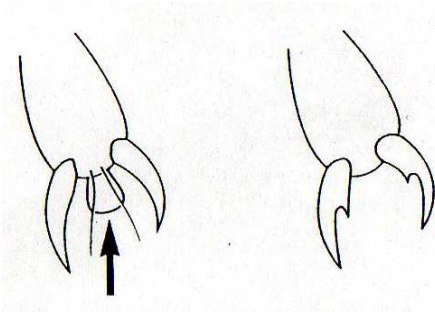


Fig. 9 : A gauche, extrémité du tarse d'une Osmie avec pulvillus (flèche), à droite celle d'une Mégachile (Michener, 1944)

1.2.2. Origine et classification des apoïdes

Les Apoidea sont étudiés depuis l'antiquité. Leur origine et leur classification sont discutées par plusieurs auteurs. Ces derniers se sont appuyés sur différents critères tels que les caractères morphologiques et les mœurs de ces insectes.

1.2.2.1. Origine des apoïdes

Selon Batra (1984), les abeilles se sont différenciées des Hyménoptères solitaires ou prédateurs tels que les guêpes solitaires appelées communément "guêpes maçonnes" (Bernard (1951) pense que les mellifères proviennent de diverses tribus des Sphécidae ou guêpes solitaires et Plateaux-Quenu admet que Sphecoidea et Apoidea dérivent d'une souche commune.

Les abeilles primitives à langue courte seraient apparues vers le milieu du Crétacé, il y a 100 millions d'années, peu après les premières angiospermes ou plantes à fleurs à corolle simple, fleurs à symétrie radiale du type Rosaceae) (Terzo, 2000). Au cours de leur évolution, les angiospermes ont développé des corolles plus profondes et plus complexes (fleurs à symétrie bilatérale de type Fabaceae). Parallèlement, un deuxième groupe d'abeilles caractérisées par les pièces buccales plus développées et une langue longue est apparu.

1.2.2.2. Classification des apoïdes

Les hyménoptères porte-aiguillon ou aculéates représentent les abeilles au sens large. Ces dernières sont regroupées dans la super-famille des Apoidea (Ashmead, 1899). Ce groupe comporte les abeilles sociales et les abeilles solitaires.

La classification des Apoidea a été conçue par plusieurs systématiciens selon les principaux critères morphologiques. Les anciens auteurs comme Hardoun (1948) et Handlirsh cités par Bernard (1951) classent les familles d'abeilles selon la forme de la langue ou glosse et l'emplacement de l'appareil de récolte. Certains auteurs prennent en considération également l'emplacement des nids.

La classification des Apoidea (abeilles sociales et abeilles solitaires) varie selon les spécialistes. La première systématique adoptée par la majorité des entomologistes est celle de Michener (1944). Celle-ci subdivise les Apoidea en abeilles inférieures et en abeilles supérieures selon les mœurs, l'appareil de récolte et l'emplacement du nid. Considérant l'ensemble des caractères (primitifs ou évolués) Taséi cité par Pesson et Louveaux (1984) a pu proposer un arbre généalogique simplifié des diverses familles d'apoïdes (Fig. 10). Actuellement, une nouvelle classification est adoptée dans le monde. Elle subdivise les Apoidea en 7 grandes familles (Batra, 1977a ; Rasmont, et *al.*, 1995). Ce sont : Colletidae, Halictidae, Andrenidae, Melittidae, Megachilidae, Anthophoridae et Apidae. Cependant, Batra (1984) ajoute deux autres familles les Oxaeidae et les Fidellidae. Cependant, Michener (2000) fait verser tous les Anthophoridae dans une seule famille celle des Apidae

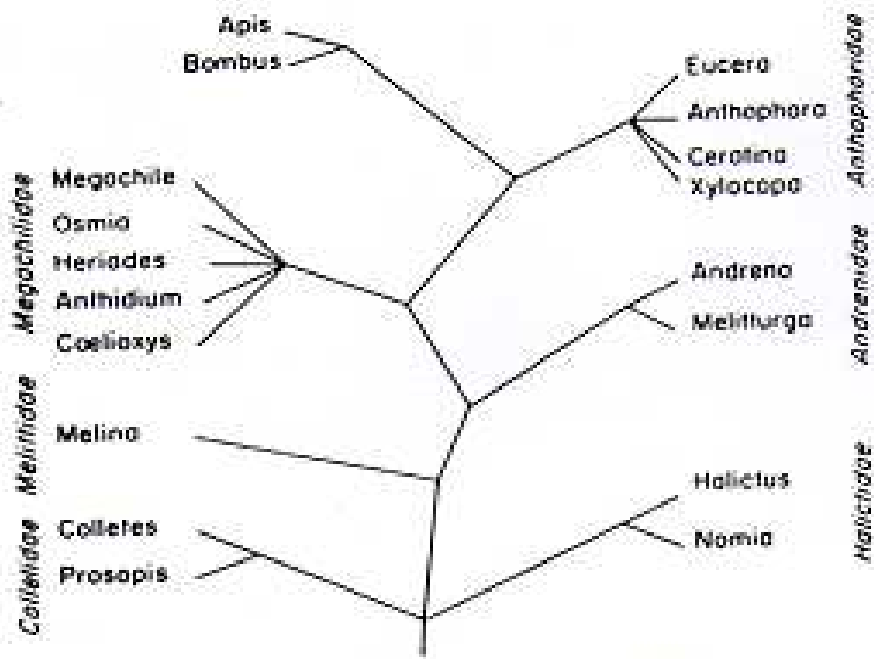


Fig. 10 : Arbre généalogique simplifié des diverses familles d'apoïdes
(d'après Taséi, *in* Pesson et Louveaux,1984).

Les appareils destinés à la récolte du pollen vont en se perfectionnant. Il s'agit essentiellement de poils de récolte sur la face externe des pattes postérieures, de brosse abdominale ou de corbeille à pollen (Fig. 11).

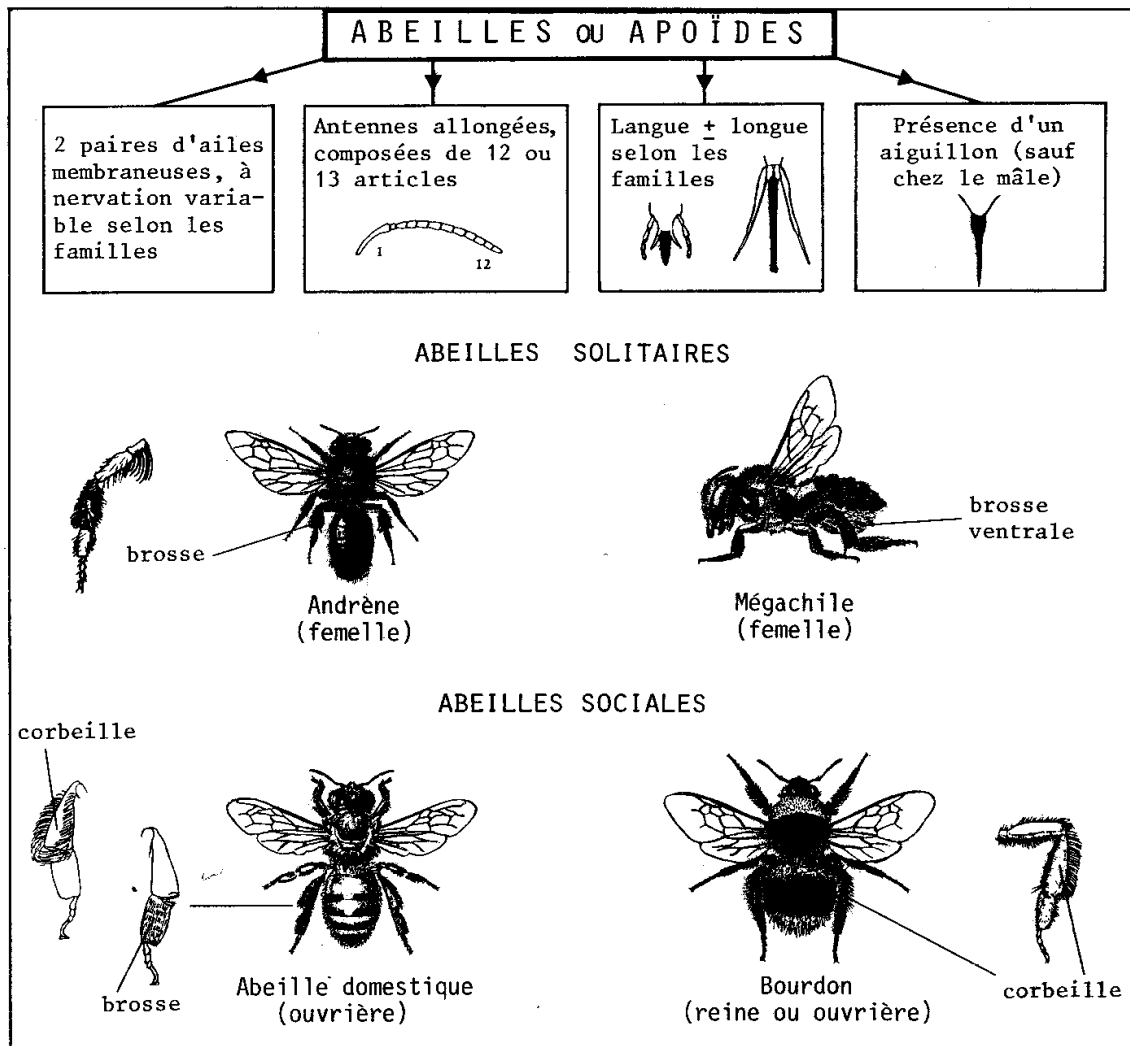


Fig. 11 : Principaux caractères morphologiques des apoïdes
(Jacob-Remacle, 1990).

S'appuyant sur les caractères de l'appareil de récolte, les espèces sont subdivisées en trois catégories :

Les **Podilégides** : la corbeille de récolte se situe au niveau de la troisième paire de pattes, pattes postérieures. Ce sont les Apidae (*Apis sp.* et *Bombus sp.*).

Les **Ménilégides** : les poils de récolte se trouvent au niveau des hanches des pattes postérieures et sur les côtés du métathorax. C'est le cas chez les Andrenidae, Apidae, Halictidae et Colletidae.

Les **Gastrilégides** : la brosse de récolte se situe sous l'abdomen. Les représentants de ce groupe sont les Megachilidae.

Toutefois une minorité d'apoïdes font exception. Les espèces du genre *Hylaeus* de la famille des Colletidae transportent le pollen dans leur jabot (Batra, 1984). D'autres espèces ne récoltent pas de pollen car elles sont dépourvues de poils de récolte. Quelques exemples d'abeilles cleptoparasites : Parmi les Halictidae : Halictinae : *Sphcodes* Parmi les Megachilidae : *Stelis*, *Dioxys*, *Coelioxys* Parmi les Anthophoridae: *Nomada*, *Epeolus*, *Biastes*, *Ammobates*. Le genre *Nomada* (Anthophoridae) contient le plus grand nombre d'espèces d'abeilles cleptoparasites. Plusieurs espèces de ce genre sont des cleptoparasites des *Andrena* (Payette, 1996). Les femelles des bourdons (Apidae) du genre *Psithyrus* sont aussi dépourvues de scopa, elles pondent dans les nids d'autres bourdons dont les ouvrières nourrissent et élèvent leurs larves.

Plus grossièrement, on peut diviser les apoïdes en 2 groupes principaux, les abeilles à langue courte et les abeilles à langue longue. Le premier groupe comprend les plus primitives : Colletidae, Andrenidae, Halictidae et Melittidae. Le deuxième groupe renferme les bourdons et l'abeille domestique.

Les abeilles inférieures ou primitives sont caractérisées par une langue courte, elles présentent une aire pygidiale et leur butinage est lent. Les nids sont en terre, en l'absence de résine et de feuilles. Les familles concernées sont les Halictidae les Andrenidae et les Colletidae, les abeilles de ce dernier groupe ont la langue élargie et échancrée au bout. La famille des Halictidae est facilement reconnaissable par la nervure basale des ailes antérieures fortement coudée.

Les abeilles supérieures ou évoluées ont une langue allongée. L'aire pygidiale est absente chez la majorité des genres. Les nids sont creusés dans les tiges, le bois mort et les coquilles vides. Ils sont maçonnés sur les rochers ou les branches à l'aide de ciment, de résine ou de cire. C'est le cas des Megachilidae des Melittidae et des Apidae. On distingue deux catégories dans ce dernier groupe :

les abeilles solitaires - terricoles, exemple : *Anthophora*.

- xylicoles, exemple : *Xylocopa* et *Allodape*.

les abeilles sociales telles que *Apis*, *Bombus* et *Melipona*.

Selon Plateaux-Quenu (1972), on compte 6 familles d'Apoidea : les Apidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae, Colletidae, Melettidae.

Une nouvelle classification est actuellement adaptée dans le monde. Elle subdivise les Apoidea en 7 grandes familles (Batra 1977a, Rasmont et *al.*, 1995) en incluant celle des Anthophoridae. Cependant, Batra (1984) et Michener (1978 a et b, 1979) dénombrent 9 familles en ajoutant deux autres, les Oxaeidae et les Fideliidae.

La classification la plus courante (Michener, 2000) présente six familles de la façon suivante: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae et Apidae. Les cinq premières familles comprennent toutes des espèces solitaires bien que certaines d'entre elles affichent un certain degré de socialisation. La dernière famille, celle des Apidae, regroupe des espèces sociales. L'une des plus connues est l'abeille domestique, *Apis mellifera* Linné. Les abeilles domestiques et les bourdons (Apidae: *Bombus*) sont des insectes sociaux qui vivent en colonies. La majorité des abeilles solitaires sont dites non-sociales, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de caste d'ouvrières ni d'entr'aide entre les individus. Chaque femelle travaille pour construire son propre nid et récolter sa nourriture. Les abeilles solitaires approvisionnent massivement leurs larves en mettant à leur disposition la quantité totale de pollen et de nectar nécessaire à leur développement avant de fermer les cellules. Les ouvrières des genres *Apis* et *Bombus* alimentent leurs larves progressivement et selon leurs besoins tout au long de leur développement.

Classification des abeilles selon Schenk (1861) (d'après Michener, 2000)

Sous-familles

Andreninae	(<i>Andrena</i>)
Prosopinae	(<i>Prosopis</i> = <i>Hylaeus</i>)
Sphecodinae	(<i>Sphecodes</i>)
Panurginae	(<i>Dasypoda</i> , <i>Dufourea</i> , <i>Panurgus</i>)
Rophitinae	(<i>Halictoides</i> , <i>Rhophites</i>)
Melittinae	(<i>Macropis</i> , <i>Melitta</i> , <i>Panurginus</i>)
Megachilinae	(<i>Anthidium</i> , <i>Lithurgus</i> , <i>Megachile</i>)
Anthophorinae	(<i>Anthophora</i> , <i>Ceratina</i> , <i>Eucera</i> , <i>Melitturga</i> , <i>Systropha</i>)
Xylocopinae	(<i>Xylocopa</i>)
Apinae	(<i>Apis</i> , <i>Bombus</i>)
Psithyrinae	(<i>Psithyrus</i>)
Melectinae	(<i>Epeolus</i> , <i>Melecta</i> , <i>Nomada</i> , <i>Pasitines</i>)
Stelinae	(<i>Coelioxys</i> , <i>Dioxys</i> , <i>Stelis</i>)

1.2.3. Bioécologie des apoïdes

La bioécologie des apoïdes englobe plusieurs aspects notamment l'habitat, le cycle biologique, la phénologie, les exigences et les relations plantes-insectes tels que le butinage et les visites des fleurs. La bioécologie des apoïdes diffère d'un groupe à l'autre. Les abeilles sociales dont l'abeille domestique et les bourdons présentent une vie sociale complexe. Elles ont une caste d'ouvrières et produisent de la cire pour l'élaboration des cellules du couvain. Elles sont formées d'individus sexués dont la reine et les mâles et d'individus stériles ou ouvrières. Néanmoins, les reines des bourdons contribuent à la construction des nids et les approvisionnent contrairement aux abeilles domestiques. Les abeilles solitaires sont formées de femelles et de mâles. Ces derniers se développent plus rapidement et émergent les premiers du nid. Les abeilles solitaires produisent une sorte de miel destiné seulement à leur alimentation pendant l'hiver ou à la nourriture des larves. Ce miel ne peut pas être récolté par l'homme et n'est pas comestible.

1.2.3.1. Habitat

Les apoïdes préfèrent les habitats ouverts et ensoleillés là où ils trouvent une flore diversifiée et des sites de nidification appropriés (Batra, 1994). Ils établissent leurs nids à la surface du sol, sous les mousses, les feuilles sèches, et l'herbe, dans le sol, terriers, bois mort, tiges sèches de plantes, vieux murs en bois ou en argile, coquilles d'escargots vides et sur des pierres. Les deux substrats les plus couramment utilisés sont tout de même le sol qui doit être dénudé, sec et exposé au soleil et les tiges de plantes. L'unité de base du nid est la cellule d'élevage, espace clos dans lequel la femelle emmagasine des provisions (pollen + nectar ou pain d'abeille), provisions sur lesquelles elle pond un œuf qui se développera en larve. Les cellules du nid communiquent avec l'air libre par une galerie simple ou ramifiée. L'orientation des cellules et leur groupement par rapport à la galerie d'accès sont très variables. Les cellules sont disposées l'une derrière l'autre en file indienne ou l'une à côté de l'autre. Chez la plupart des espèces le potentiel de ponte n'excède pas 20 œufs par femelle. Une fois la cellule approvisionnée, un seul œuf est pondu sur le pain d'abeille, puis la cellule est définitivement obturée. La fabrication de la 2^{ème} cellule est ensuite entamée et ainsi de suite. Lorsque les nids ont une architecture linéaire, les femelles ont tendance prononcée à pondre les œufs fécondés qui donneront naissance aux femelles au début de la séquence de ponte c'est-à-dire au fond des nids. Les œufs non fécondés dont seront issus les mâles, sont

pondus en fin de séquence. Telle est la répartition classique qui place les mâles près de la sortie du nid. Les mâles se développent plus rapidement que les femelles. Lorsque l'ordre classique de la séquence de ponte n'est pas respecté les mâles qui émergent détruisent les cellules contenant les femelles.

Parfois, l'attrance pour le nid maternel induit la formation de « bourgades » c'est-à-dire des groupements de nids au cours des générations successives en un même lieu de dimension réduite. Ces rassemblements de nids sont observés notamment chez les Colletidae et les Halictidae. Jacob-Remacle (1990) répartit les abeilles en trois catégories en fonction de la localisation de leurs nids.

Les espèces terricoles nidifient dans le sol, c'est le cas de la majorité des abeilles. Les femelles creusent une cavité au niveau du sol et l'enduisent d'un liquide huileux sécrété par la glande de Dufour. Ce liquide se polymérise et forme une membrane étanche contre l'humidité du sol et résistante face aux champignons pathogènes (Batra, 1984). Les Colletidae, les Melittidae, les Andrenidae, les Halictidae, à l'exception de quelques espèces et certains Anthophoridae nichent dans le sol (Fig. 12, 13).

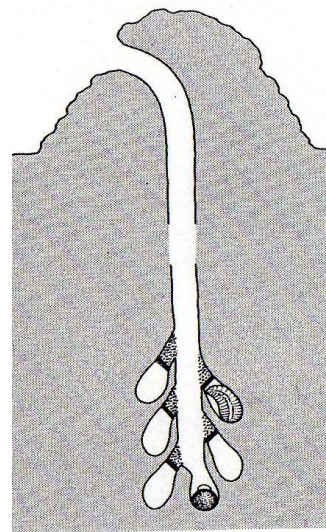


Fig. 12 : Coupe du nid d'*Andrena vaga*. (d'après Michener, 1944).

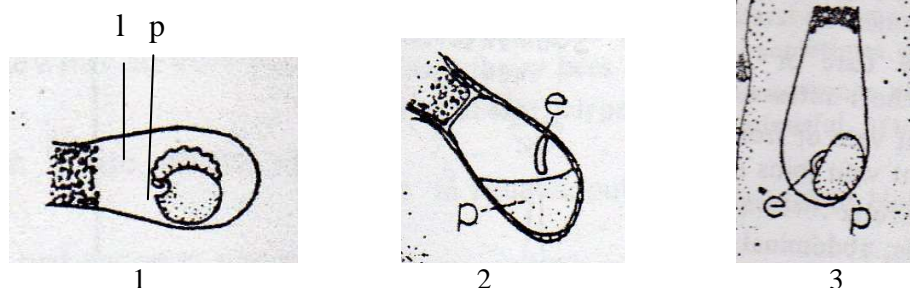


Fig. 12' : Détails de quelques cellule d'apoïdes

1 : cellule d'*Andrena* et de *Systropha* ; 2 : cellule de *Colletes* ; 3 : cellule de *Nomia*
 C : cellule ; l : larve ; p : provision ; e : œuf

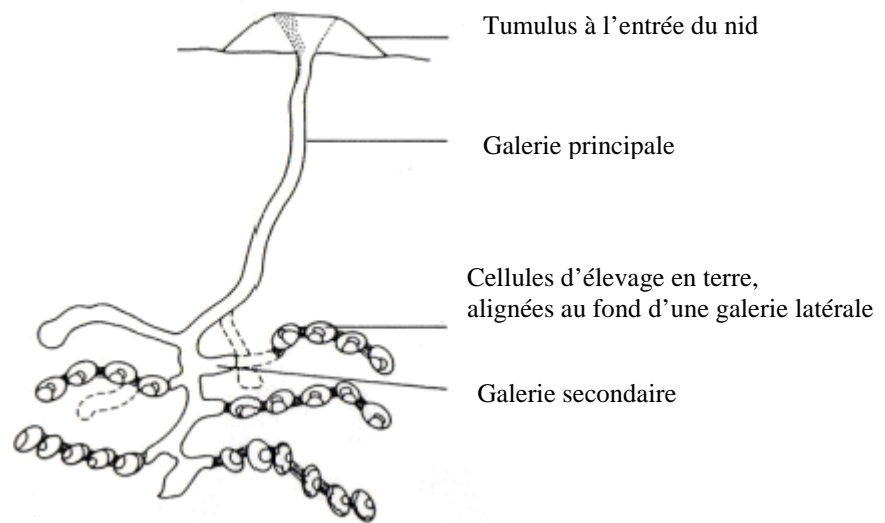


Fig. 13 : Nid d'*Halictus mutabilis*, creusé dans le sol.
(d'après Cl. Joseph, in Plateaux-Quénu, 1972).

Les Colletidae se servent de leur glosse courte et bilobée pour façonner des cellules dont les parois très minces ressemblent à de la cellophane.

Les andrènes et les halictes font dans la terre des nids très simples qu'elles approvisionnent avec du " pain d'abeille " (pollen mêlé de miel) (Fig. 12').

Par exemple, chez *Lasioglossum pauxillum* (Halictidae) qui est une espèce sociale, plusieurs femelles construisent un nid commun avec des ramifications et plusieurs entrées autour desquelles la terre déblayée et empilée forme des cheminées assez massives.

La plus grande diversité de milieu de nidification se rencontre chez les Megachilidae. Les espèces du genre *Megachile* souvent appelées abeilles découpeuses de feuilles ou abeilles tapissières, font leurs nids dans des tunnels à même le sol, dans des tiges de plantes ou dans des cavités préformées comme des terriers ou d'anciennes galeries d'insectes xylophages. Contrairement aux cellules des autres abeilles, celles des espèces de Megachilidae sont faites de matériaux extérieurs transportés dans le nid pour en tapisser les parois ou pour diviser les tunnels en cellules. La galerie, cylindrique, est remplie de cellules en forme de tonnelets faits de rondelles de feuilles fraîches que les femelles découpent à l'aide de leurs larges mandibules à bord tranchant, de la résine, de la boue ou encore des poils laineux extraits de la pubescence de différents végétaux comme chez l'abeille cotonnière, *Anthidium manicatum*, (Payette,

2002). Ces découpages circulaires sur le bord des feuilles (de rosiers en particulier) sont bien connus des jardiniers. Ces matériaux peuvent être de la résine ou encore de la boue.

La majorité des espèces du genre *Anthophora* (Apidae) construisent leurs nids en creusant des tunnels dans le sol.

• **Les espèces xylocoles** nidifient dans du bois mort ou ouvragé, dans des tiges creuses ou des rameaux à moelle. Certaines espèces du genre *Megachile* nidifient dans des tiges de plantes ou dans des cavités préformées comme des galeries creusées dans le bois par d'autres insectes.

Parmi les Apidae (Anthophorini), les Eucerini construisent des nids pouvant contenir plusieurs adultes et se trouvent dans le bois ou encore dans des tiges de plantes. Les Xylocopes ou abeilles charpentières ont des mandibules très puissantes et creusent des galeries dans le bois mort, sec, encore assez résistant ou utilisent les galeries déjà forées par d'autres insectes. Les cloisons séparant les diverses cellules sont édifiées à l'aide de sciure de bois mâchée et agglutinée avec de la salive (la cire). Une dizaine de cellules renfermant chacune un bloc de pollen sur lequel se développe une larve.

La plupart des espèces du genre *Hylaeus* (Colletidae) font leur nid dans des tiges de plantes ou d'arbres.

• **Les espèces à nids libres** nidifient sur divers supports. Le genre *Chalicodoma* construit des cellules de boue séchée appliquée contre des rochers ou des habitations humaines.

Les bourdons construisent leurs nids à la surface du sol sous des touffes d'herbe ou en dessous du niveau du sol et peuvent établir domicile dans des terriers abandonnés, des anciens nids d'animaux ou même accepter des abris artificiels. L'emplacement du nid à une grande profondeur dans la terre (parfois à plus d'un mètre chez *Bombus terrestris*) protège la colonie des gelées printanières. Ayant choisi un site, la reine tapisse la cavité avec de la mousse ou du poil. Puis elle construit une cellule en cire, la remplit de pollen, y dépose ses premiers oeufs (5 à 15) avant de la refermer à l'aide d'un capuchon de cire. Sur les côtés, contre la cellule contenant les oeufs, elle construit de petites loges de cire qu'elle remplit également de pollen. Elle construit aussi une cellule qu'elle remplit de miel. Par la suite, l'entretien du nid,

constitué d'un ensemble de coupelles de cire contenant soit plusieurs larves soit une réserve de miel, sera assuré par les ouvrières. L'importance de la colonie varie beaucoup d'une espèce à l'autre. Un nid peut abriter entre 130 et 500 bourdons.

Les abeilles maçonnes (genre *Osmia*) sont des abeilles solitaires qui établissent leur nid dans des cavités les plus diverses notamment des tiges creuses, des galeries abandonnées par d'autres insectes, des fissures rocheuses et des conduits d'aération. Elles maçonnet des nids linéaires typiques dans lesquels les loges sont séparées par des cloisons constituées selon les espèces, de fragments de feuilles ou de pétales mastiquées constituant un ciment végétal ou d'un mélange de salive et de terre. Quelques espèces de ce genre construisent des nids, fort complexes, dans des coquilles d'escargots vides.

Les femelles d'*Anthidium manicatum* (Megachilidae) construisent leurs cellules avec des poils végétaux récoltés sur des plantes velues dans toutes sortes de cavités, telles que les fissures de mur ou nids d'autres abeilles abandonnés. Les cellules sont approvisionnées d'un mélange de pollen et de nectar.

1.2.3.2. Les parasites des nids et des larves

Les ennemis naturels des apoïdes appartiennent surtout à quelques ordres d'insectes : Diptères, Hyménoptères, Coléoptères, On signale aussi des attaques d'oiseaux prédateurs, d'acariens, de nématodes et de champignons. Les abeilles-coucous appartiennent souvent à la même famille que leur hôte, par exemple les *Sphcodes* sont les coucous des halictes et les *Coelioxys* ceux des mégachiles les *Psithyrus* ceux des autres bourdons. Ces apoïdes qui ne récoltent pas le pollen pondent leur œuf dans les cellules d'une autre espèce. La cellule du nid étant encore ouverte, l'œuf du cleptoparasite est enfoncé dans les réserves de nourriture ou collé latéralement sur la paroi. La larve de ces derniers naît la première et dévore toute la provision de pollen et de miel et parfois détruit l'œuf. Ainsi la larve du parasite se développe aux dépens de la progéniture de la travailleuse. Les larves des Coléoptères méloïdes et des guêpes sapygides agissent également en cléptoparasites. Les larves des Coléoptères *Trichodes* dévorent tout ce qui se trouve dans les nids : œufs, larves, pollen. Les larves et les nymphes peuvent aussi être détruites par les Diptères comme les bombyliides du genre *Anthrax* et les tachinaires. Les adultes sont quelquefois parasités par les *Stylops* (Strepsitères) et par les mouches *Conopides*.

1.2.3.3. Cycle biologique

Les abeilles sociales ont un cycle biologique de deux années comme *Apis* ou d'une année comme *Bombus*. Les colonies de bourdons sont annuelles. Au printemps, la fondatrice élève toute seule les premières ouvrières mais bientôt celles-ci la remplacent et dès lors elle se met à pondre. Les jeunes reines et les mâles apparaissent en été. A l'automne, la colonie meurt à l'exception des jeunes reines fécondées qui hibernent. Ces reines fondent de nouvelles colonies au printemps suivant.

Les abeilles solitaires passent l'hiver en diapause le plus souvent au stade larvaire. Les mâles et les femelles adultes émergent et quittent leurs nids et s'accouplent, au printemps pour les espèces printanières et en été pour les espèces estivales. Elles ont une seule génération par an. Néanmoins, il existe des cas particuliers. Jacob-Remacle (1990) regroupe les espèces d'abeilles en trois catégories.

- Les espèces monovoltines présentent une seule génération annuelle et hibernent à l'état larvaire comme la plupart des apoïdes (Fig. 14).
- Les espèces bivoltines ont deux générations par an. Les larves de la première génération deviennent les adultes fondateurs de la deuxième génération.
- Les espèces partiellement bivoltines présentent une partie des larves qui se développent au cours de la saison chaude et se transforment en adultes. Les autres larves subissent un arrêt de développement jusqu'à l'année suivante (Fig. 15).

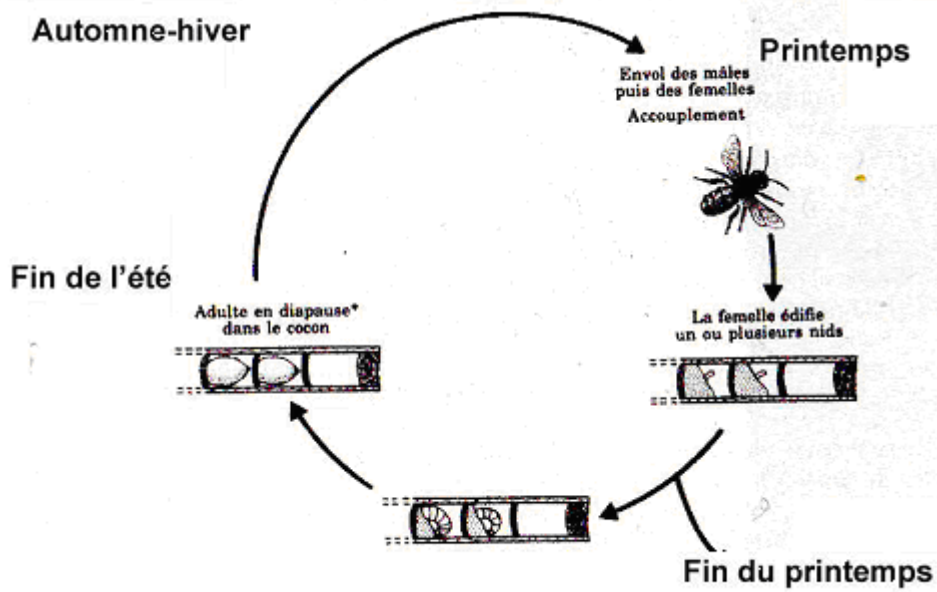


Fig. 14 : Cycle biologique d'*Osmia rufa*
(Jacob-Remacle 1990).

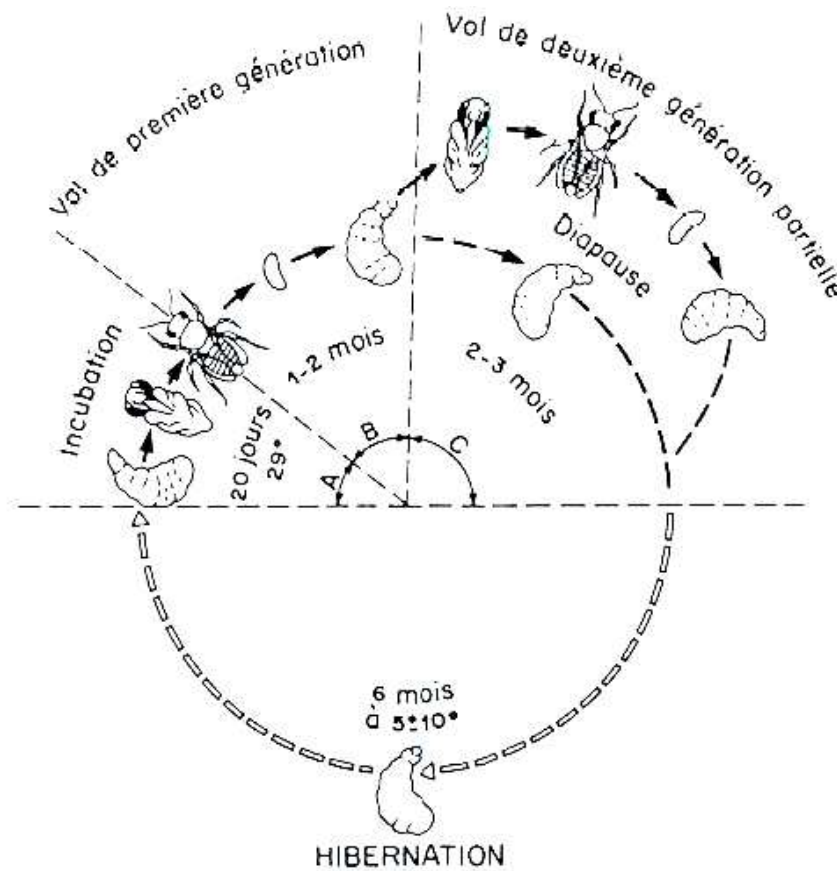


Fig. 15 : Cycle annuel de *Megachile rotundata*
(d'après Tasei, 1978 in Pesson et Louveaux, 1984).

1.2.3.4. Phénologie

La période de vol des apoïdes dure entre 4 et 6 semaines. Elle coïncide avec la floraison des plantes sur lesquelles les abeilles se nourrissent (Batra, 1994). Elle dépend des facteurs climatiques en particulier de la température de l'air, de l'ensoleillement, du vent et de la pluie.

1.2.3.5. Relation plantes-abeilles

Depuis le crétacé, les abeilles ont évolué en parallèle avec les plantes qu'elles pollinisent. Les pièces buccales des adultes se sont modifiées en relation avec la forme de la corolle des fleurs qu'elles butinent. La langue ou glosse s'est formée par l'allongement plus ou moins grand du labium de façon à former un dispositif apte à lécher et aspirer le nectar.

A travers leurs relations spéciales et importantes avec la flore naturelle, les abeilles solitaires jouent un rôle primordial dans le maintien de la végétation naturelle des régions tempérées ou tropicales. Louveaux (1980) affirme que les abeilles dépendent exclusivement des fleurs pour leur alimentation. Elles exploitent le nectar riche en sucre et en eau et le pollen qui apporte d'autres nutriments indispensables. Cependant, il se trouve qu'une minorité d'abeilles ne sont pas floricoles mais cléptoparasites ou abeilles coucous (Plateau-Quenu, 1972 ; Jacob-Remacle, 1990).

Les études entreprises par Chansigaud (1972, 1975), Boyle et Phylogene (1983), Batra (1984), Abrol (1988), Jacob-Remacle (1989 a et b, 1990) font état d'une participation remarquable des abeilles sauvages dans la pollinisation des cultures et des plantes spontanées. Durant cette dernière décennie le développement des techniques de la pollinisation dirigée, a attiré l'attention sur les apoïdes auxiliaires sur le plan agriculture et arboriculture.

Après la domestication du genre *Apis* qui remonte à l'antiquité, l'homme à l'heure actuelle, on a réussi à domestiquer plusieurs espèces d'abeilles sauvages. Une première espèce a été découverte pour la pollinisation en 1930 au Japon par Matsuyama. Il s'agit d'une petite abeille brune *Osmia cornifrons* Radoskowski. Cette abeille est 80 fois plus efficace qu'une ouvrière d'*Apis mellifera*. Elle pollinise le tiers des pommiers japonais selon Maeta et Kitamura (1981) cités par Pesson et Louveaux (1984). La société Biobest de Belgique a fait

l'élevage du bourdon *Bombus terrestris* afin de l'utiliser dans la pollinisation des cultures sous serre et au champ. Au Canada et aux Etats-Unis les agriculteurs ont apprivoisé *Megachile rotundata* Fabricius, 1787 (Megachilidae) et *Nomia melenderi* Cockerell (Halictidae) en leur créant des nichoirs aux alentours des terres agricoles (Batra, 1984).

1.2.3.6. Exigences

Divers facteurs interviennent simultanément dans la régulation des densités de population. L'abondance et l'activité des abeilles sont corrélées avec la température, l'intensité lumineuse, le rayonnement solaire et la concentration du nectar en sucres. Elles sont négativement corrélées avec l'humidité relative de l'air (Abrol, 1988).

L'activité de butinage est également influencée par la disponibilité des ressources alimentaires comme le nectar et le pollen et la morphologie florale des plantes (Jacob-Remacle, 1989a). La nature des essences végétales a un pouvoir attractif (Hagler et *al.*, 1990).

La plupart des abeilles sauvages sont thermophiles. Elles ne supportent pas les basses températures (Mc Gregor, 1976) à l'exception des bourdons qui peuvent vivre à de très basses températures dans les régions froides et en altitude grâce à leur pilosité très dense. Ils sont observés depuis le niveau de la mer jusqu'aux altitudes atteignant 4250 m dans l'Himalaya.

Les abeilles fréquentent les endroits ouverts et ensoleillés et une flore diversifiée. Elles préfèrent nidifier dans des sites appropriés tels que les sols exposés à l'est, les sols légers et les sols secs parfois sans végétation (Batra, 1984).

1.3. Répartition biogéographique des apoïdes

La biogéographie des apoïdes consiste à connaître la distribution des différents groupes. La répartition des Apoidea est traitée dans le monde, dans le bassin méditerranéen, en Afrique du Nord et en Algérie.

1.3.1. Répartition biogéographique des Apoidea dans le monde

Six grandes régions biogéographiques naturelles ont été définies par Sclater et Wallace (Jeannel, 1947) pour l'étude et la répartition des espèces terrestres à travers le globe. Michener (1978) a adopté le même découpage pour les Apoidea. Chacune des régions biogéographiques renferme sa propre faune d'abeilles. Les espèces cosmopolites forment une infime minorité. A l'heure actuelle les régions biogéographiques sont

le paléarctique qui comprend l'Europe, l'Afrique du Nord et l'Asie septentrionale.

le néarctique qui compte seulement l'Amérique du nord

le néo tropicale qui comprend l'Amérique du sud et l'Amérique centrale

l'éthiopienne qui englobe l'Afrique au sud du Sahara et le sud-ouest de l'Arabie

l'orientale qui comprend l'Asie tropicale, Sumatra, java et Bornéo

l'australienne qui englobe l'Australie, Célèbes, Nouvelle-Guinée, Nouvelle-Zélande.

Les régions les plus riches en abeilles sont les régions à climats tempérés, notamment les régions à climat méditerranéen comme la Californie. Elles présentent une grande diversité et abondance en espèces d'Apoidea contrairement aux zones telles que l'extrême sud africain et la région orientale ou sous-continent indien où sont présents seulement deux genres, *Apis* et *Halictus* (Batra, 1977a).

La majorité des abeilles ont une distribution le plus souvent restreinte. Les Colletidae fréquentent les régions humides, tempérées et tropicales de l'hémisphère Sud. Les Andrenidae sont très communes dans l'hémisphère Nord, les régions douces et tempérées. Elles sont absentes en zones désertiques et tropicales. Les anthophores vivent sous les tropiques.

Les abeilles les plus primitives, les **Colletidae** sont peu nombreuses en taxons. Elles renferment 500 espèces réparties entre 47 genres. Elles comptent 3 sous-familles dans le monde (Bernard, 1951). La sous-famille des Euryglossinae se trouve seulement en Australie où elle est représentée par 27 genres. La sous-famille des Hylaeinae présente dans les régions tempérées, subtropicales et australiennes est représentée par le genre *Hylaeus* ou *prosopis* dont 11 sous-genres sont paléarctiques (Popov, 1939). Le genre *Hylaeus* est également très

abondant en Amérique du sud. La troisième sous-famille, celle des Colletinae comprend 27 genres australiens. Le genre *Colletes* est très répandu dans les régions holarctiques.

Les **Andrenidae** renferment 2 sous-familles celles des Andrenidae et des Panurginae. La sous-famille des Andreninae est représentée par un seul genre *Andrena* avec 87 sous genres et 1000 espèces distribuées dans la région holarctique (Plateaux-Quenu, 1978), notamment en Amérique du Nord (500 espèces) et en Amérique de l'Ouest. La sous-famille des Panurginae est abondante dans les régions ouest paléarctiques. La région néarctique renferme 500 espèces du genre *Perdita*. Les régions néotropicales et paléarctiques présentent respectivement 20 et 9 genres. La famille des Andrenidae est absente en Australie et en Indonésie.

Les **Halictidae** comprennent 3-sous-familles celles des Halictinae, des Nomiinae et des Rophitinae anciennement Dufoureae. La sous-famille des Halictinae la plus large et la plus commune, contient des genres familiers comme *Halictus*, *Lasioglossum*, *Sphcodes*. Les Halictinae compte trois tribus, celles des Halictini, des Augochlorini et des Nomioidini. Les Halictini sont très nombreux partout dans le monde (Pauly, 1999), ils sont représentés surtout par les genres *Halictus* et *Lasioglossum*. Le genre *Halictus* est originellement paléarctique. Le sous-genre *Halictus* sensus-stricto apparaît avec 4 espèces néarctiques. Le sous-genre *Seladonia* s'étend de l'Afrique à l'Est asiatique en passant par l'Inde. Le sous-genre *Systropha* est endémique dans les régions méditerranéennes. Le genre *Lasioglossum* est fréquent partout sauf dans la région néotropical où il est rare. Beaucoup d'espèces sont présentes en Afrique. Le troisième genre de la tribu des Halictini, *Sphcodes* est cosmopolite. Les Augochlorini avec 31 genres sont néotropicaux et pénètrent en Amérique du Nord (Eickwort, 1969). La troisième tribu des Halictinae, celle des Nomioidini, est représentée par le seul genre *Nomoides* et s'étend dans la steppe, la savane et les régions désertiques de l'Ancien monde, les îles Canaries et l'Europe centrale. Quant à la sous-famille des Dufoureae ou Rophitinae, elle est très répandue dans l'Ouest des Etats –Unis. La Californie à elle seule compte 74 espèces. En revanche, dans la région paléarctique, il n'y a que 4 à 8 espèces. Enfin, la sous-famille des Nomiinae avec le genre *Nomia* est bien représentée en Afrique (Madagascar). Elle est présente également en Chine, au Japon, aux Philippines et en Australie.

La famille la plus évoluée la plus vaste est celle des Apidae (Plateaux –Quenu, 1972). Elle renferme trois sous-familles, celles des Anthophorinae, des Xylocopinae et des Nomadinae. La sous-famille des Apinae est composée de nombreux genres répartis sur tous les continents. En Australie, elle est représentée par deux genres seulement. La plupart des tribus de cette sous-famille, ont des aires de distribution restreintes, mais la tribu des Eucerini qui est la plus grande, est présente dans tous les continents. Elle est abondante surtout dans la région néarctique et la région néotropicale où on dénombre respectivement 25 et 33 genres (Laberge, 1957). En revanche, dans la région paléarctique, elle n'est représentée que par 2 genres, ceux des *Eucera* et des *Tetralonia*. La tribu Anthophorini est très diversifiée. Très répandue dans le vieux monde. Elle est représentée par le genre *Anthophora* primitivement paléarctique (Lieftink, 1966). La tribu des Melectini comprend 8 genres dans le vieux monde. Le genre commun *Melecta* est Holarctique. La sous-famille des Xylocopinae caractéristique du climat de type méditerranéen, est représentée surtout par le genre *Xylocopa* très fréquent dans les régions sèches tropicales et subtropicales. Le genre *Ceratina* se trouve dans tous les continents. Une nouvelle espèce de Ceratine a été découverte en Crète par Terzo (1997), *Ceratina teunissenii*. En Australie, on rencontre plutôt un autre genre *Lestis*.

La famille des **Megachilidae** avec 2 sous-familles, celles des Megachilinae et des Lithurginae, est bien représentée dans presque tous les continents. La sous-famille Megachilinae est divisée en 2 tribus, Megachilini et Anthidini. La première tribu comprend le genre *Megachile* rencontré dans les régions néarctique et néotropicale, le genre *Chalicodoma* répandu dans la région paléotropicale et deux autres genres *Osmia* et *Hoplitis* notés dans le néarctique mais absents d'Asie, d'Australie et de la zone néotropicale. La deuxième tribu, celle des Anthidini est très fréquente dans le vieux monde où elle est représentée par 80 genres et sous-genres (Pastel, 1968) et par 37 genres dans le nouveau monde (Michener, 1948). Cette tribu est absente aux Antilles.

La famille des **Apidae** est la plus connue. Elle renferme des abeilles sociales qui se répartissent en 3 sous-familles, celles des Melliponinae des Bombinae et des Apinae. La majorité des genres appartenant à la sous-famille des Melliponinae se répartissent à travers tous les continents sauf l'Australie. Par contre certains genres sont bien localisés. C'est le cas du genre *Trigonia* et *Mellipona* qui se trouvent en Amérique tropicale, en particulier en Argentine et au Mexique, et du genre *Plebeia* rencontré dans le Nord de l'Australie et en Nouvelle Guinée. La sous-famille des Bombinae renferme 2 tribus, celles des Euglossini en

Amérique tropicale et des Bombini avec 2 genres soit *Bombus* et *Psithyrus* primitivement holarctiques (Richards, 1968). La sous-famille des Apinae ne comprend qu'un seul genre, *Apis*. Les espèces les plus connues sont *Apis mellifera* L. dont l'aire de répartition comprend l'Asie de l'ouest jusqu'au sud de la Norvège et *Apis cerana* L. qui est présente en Chine et au Japon. Selon Chauvin (1968), *Apis* est originaire de la région orientale, éthiopienne et malgache. Elle a été introduite par l'Homme en Australie et en Amérique.

Les **Oxaeidae** forment un groupe très restreint, ne renfermant que 4 genres et sous-genres. C'est une famille dont la distribution est limitée au Brésil et au sud du Mexique.

La famille des **Fidellidae** est encore plus restreinte que la précédente. Elle ne renferme pas plus de 3 genres. On la rencontre dans la zone aride de l'extrême Sud de l'Afrique et dans la région aride du Chili central.

Les **Melittidae** renferment très peu d'espèces bien qu'elle soit divisée en 4 sous-familles. Les sous-familles Macropodinae et Ctenoplectrinae avec un seul genre chacune, se trouvent surtout dans la région holarctique, en Chine pour la première et dans le sud-est asiatique pour la seconde. Les deux autres sous-familles Melittinae et Dasypodinae sont communes en Afrique du Sud. Le genre le plus répandu est *Dasypoda* dans la région paléarctique.

1.3.2. Répartition biogéographique des Apoidea dans le bassin méditerranéen

Le bassin méditerranéen abrite une faune d'Apoidea relativement riche et diversifiée. En effet, les abeilles s'adaptent bien au climat de type méditerranéen tempéré et aux sols dénudés et chauds. En outre, la situation à un carrefour géographique de la région méditerranéenne lui a permis de recevoir des peuplements d'origines multiples comme c'est le cas de l'abeille domestique *Apis mellifera* qui a peuplé tout le bassin à partir de l'Asie. Il ne fait pas de doute que cette situation est une cause majeure de la diversité particulière du bassin méditerranéen. En effet, selon Michener (1979), le bassin méditerranéen est la région la plus riche en faune des apoïdes. Pour la seule France, Perez (1890) a cité 491 espèces d'abeilles sauvages, De Gaule (1908) a révélé la présence de 769 taxons, et le travail le plus

récent, celui de Rasmont et al. (1995b) dénombre 865 espèces. En Italie, Graeffle (1890) note 235 espèces. En Espagne, 1043 espèces sont répertoriées par Cebellon (1956).

Les représentants de la famille des Colletidae sont les genres *Hylaeus* et *Colletes*. Parmi les Halictidae, en plus des genres *Halictus* et *Lasioglossum* présents dans tous les continents, on trouve le genre *Systropha*. La famille Andrenidae renferme 5 genres (*Andrena*, *Panurgus*, *Panurginus*, *Melliturga* et *Camptopoeum*). La famille Melittidae comprend 3 genres (*Melitta*, *Macropis* et *Dasypoda*). Le genre *Dasypoda* est très abondant dans la région semi-aride du bassin méditerranéen. La famille Megachilidae est divisée en 21 genres, parmi lesquels *Osmia*, *Hoplitis*, *Megachile* et *Anthidium* sont les plus fréquents. Sur les 18 genres formant la famille des Anthophoridae, les plus importants sont *Anthophora*, *Amegilla*, *Xylocopa*, *Ceratina*, *Eucera*, *Tetralonia* et *Ammobates*. Enfin pour la famille des Apidae, les 3 genres *Apis*, *Bombus* et *Psithyrus* sont rencontrés dans cette région.

1.3.3. Répartition biogéographique des Apoidea dans le Maghreb (Afrique du Nord)

Les pays du Maghreb abritent les mêmes familles et les mêmes genres au Maroc, en Algérie, en Tunisie et en Libye. Cependant il existe quelques spécificités au niveau des espèces. D'après les travaux de Saunders (1908) et Alfken (1914) pour l'Algérie, Schulthess (1924) (Maroc, Algérie, Tunisie), Guiglia (1942) (Libye) et Benoist (1949, 1950a, 1961) (Afrique du nord et centrale), les Colletidae sont représentées par 2 genres *Colletes* et *Prosopis* ou *Hylaeus*. Dans la famille des Halictidae, on distingue actuellement les genres *Halictus* et *Lasioglossum*. Ce dernier renferme 2 sous-genres *Lasioglossum* et *Evylaeus* (Ebmer, 1976,1985). Pour la famille Apidae, les genres *Anthophora* et *Amegilla* sont confondus en un seul genre (*Anthophora*). Le genre *Eucera* est très répandu au Maghreb ainsi que le genre *Ceratina*. Daly (1983) décrit une nouvelle espèce endémique de cette région, il s'agit de *Ceratina maghrebensis*. Quant à la famille Megachilidae, on note la présence des genres *Osmia*, *Anthidium*, *Hoplitis*, *Megachile*, *Stelis* et *Anthocopa*. Zanden (1991, 1996b) décrit 2 nouvelles espèces au Maroc, *Anthocopa guichardi* et *Hoplitis incagnita*. Ce même auteur, en 1994 décrit une nouvelle sous-espèce *Hoplosmia anceyi biarnica*, en provenance du Maroc, d'Algérie et de Tunisie. Zanden (1994) a décrit une nouvelle espèce de Tunisie, il s'agit de *Protosmia querquedula*. La famille Melittidae comprend le seul genre des

Dasypoda. Enfin la famille Apidae avec les genres *Apis* et *Bombus*, ainsi que celle des Andrenidae sont signalées dans tout le Maghreb. L'abeille domestique qui peuple la région Nord du Maghreb est dénommée *Apis mellifera* (= *mellifica*) *intermissa*.

1.3.4. Répartition biogéographique des apoïdes en Algérie

D'après la collection établie par Balachowsky (1962) en Algérie, il existe 80 espèces d'Apoidea parmi les 8000 espèces d'insectes collectionnés. Les taxons recensés en Algérie appartiennent aux mêmes familles que celles présentes au Maghreb. Ces familles sont celles des Apidae, des Halictidae, des Andrenidae, des Megachilidae, des Colletidae et des Melittidae. Toutefois, les travaux récents de Louadi et Doumandj (1998a, b) dans la région de Constantine et Louadi et *al.* (2008) dans le nord est algérien montre l'existence de 382 espèces appartenant aux six familles d'apoïdes.

La faune du Nord de l'Algérie dont la limite au sud est Biskra, englobe plusieurs espèces appartenant aux mêmes familles et aux mêmes genres que ceux cités pour le Maghreb. Zanden (1995) décrit une nouvelle espèce de Megachilidae à El Kala *Hofferia mauritanicum* (= *Eriades obtusa*). Ce même auteur décrit une autre nouvelle espèce appartenant à la même famille dans le mont Ilamane (Hoggar), il s'agit de *Anthocopa ilamana*. Le genre *Nomia* (= *Pseudapis*) de la famille des Anthophoridae est signalée par les auteurs de la première moitié du siècle, mais il semble très rare en Algérie (Zanden, comm. Pers.) En effet, Louadi (1999) a rencontré une seule espèce de ce genre (*Pseudapis unidentata albocenta*) et en 2007b, Louadi et *al.* signalent pour la première fois la présence en Algérie d'une espèce de Mellitidae (*Dasypoda maura* Rossi) qui n'était connue que du Maroc.

Au Sahara, on retrouve très peu d'abeilles sauvages (Roth, 1930). Ce fait est dû au type de la flore présente et au climat. Toutefois d'après Saunders (1908), dans la région de Biskra, sont présents les genres *Melliturga*, *Andrena*, *Panurgus* (Andrenidae) ; *Colletes*, *Prosopis* (Colletidae) ; *Sphcodes*, *Halictus*, *Nomioides*, *Dufourea* (Halictidae) ; *Nomada*, *Ceratina*, *Eucera*, *Anthophora* (Apidae) ; *Dioxys*, *Chalicodoma*, *Coelioxys*, *Megachile*, *Osmia*, *Anthidium*, *Stelis* (Megachilidae).

1.3.5. Répartition biogéographique des espèces d'apoïdes inventoriées dans la région de Tizi-Ouzou

Le nord du Maghreb, de part sa position géographique, présente une aire de contact entre plusieurs régions telles le sud de l'Europe et l'Afrique du Sud. Son importance, en tant que zone de passage obligatoire pour une grande partie de la faune, entre les régions paléarctique et afro tropicale, fait de cette région une aire d'intérêt particulier pour les études faunistiques et biogéographiques (Bennas et *al.*, 1992 cité par Lounaci 2005)

Signalons que les Apoidea sont retrouvés sur l'ensemble de la planète à l'exclusion de régions polaires. Les données sur l'écologie et la répartition des espèces d'apoïdes sont peu nombreuses pour qu'on puisse définir le statut écologique des espèces recensées. Néanmoins, nous essayeront de donner un bref commentaire se rapportant à la répartition et à l'écologie de certaines d'entre elles.

Dans cette partie biogéographique, lorsque l'information est disponible, les taxons rencontrés seront localisés en indiquant les pays ou les régions dans lesquels les différentes espèces ont été recensées. La distribution contemporaine des différents taxons se situe sur les échelles continentale et régionale.

La distribution des espèces inventoriées est établie sur la base de la littérature disponible. La connaissance approfondie des données littéraires des auteurs qui se sont intéressés à la faune du Maghreb, nous a permis de représenter la distribution des espèces dans cette région d'Afrique. Nous avons utilisé plusieurs autres références pour avoir le maximum d'information et donner un aperçu sur la répartition géographique globale de la plupart de nos taxons (Dusmet et Alonso, 1928 ; Lepeletier, 1841 ; Lucas, 1849 ; Friese, 1895-1901 ; Michener, 2000 ; Gusenleitner et Schwarz, 2002). Les résultats de cette synthèse sont rassemblés dans le tableau ci-dessous, chaque espèce est ainsi accompagnée de son aire de distribution.

Tableau 1: Répartition géographique des espèces d'apoïdes recensées.

Espèces	Répartition géographique
<i>Colletes similis</i>	France, Belgique, Suisse, Grand Duché de Luxembourg
<i>Hylaeus meridionalis</i>	France, Suisse
<i>Hylaeus pictus</i>	France
<i>Bombus terrestris</i>	Europe, Algérie, Maroc
<i>Bombus ruderatus</i>	Nouvelle Zélande, Chili, Europe, Algérie
<i>Andrena albopunctata</i>	Australie, Italie, Espagne, Afrique du Nord, France
<i>Andrena assimilis barnei</i>	Maroc
<i>Andrena bicolor</i>	Europe, Asie, Australie, Afrique du Nord (Oran)
<i>Andrena flavipes</i>	Afrique du Nord, Europe, Australie, Inde
<i>Andrena fulvago</i>	France, Belgique, Suisse
<i>Andrena lagopus</i>	Europe, Afrique du Nord
<i>Andrena nigroaenea</i>	Europe, Asie occidentale, Afrique du Nord (Alger, Biskra, Kabylie)
<i>Andrena ocreata</i>	
<i>Andrena orbitalis</i>	Italie, Espagne, Algérie
<i>Andrena poupillieri</i>	Algérie, Espagne
<i>Andrena rhyssonota flava</i>	
<i>Andrena rufiventris</i>	Tunisie, Algérie (Alger, Oran)
<i>Andrena thoracica</i>	Europe, Asie occidentale, Afrique du Nord (Médéa, Annaba)
<i>Panurgus calceatus</i>	Algérie
<i>Panurgus cephalotes</i>	France, Algérie (Oran, Tlemcen)
<i>Panurgus pici</i>	Algérie
<i>Anthophora subterranea</i>	France, Suisse, Italie, Grèce
<i>Anthophora plumipes plumipes</i>	France, Belgique, Suisse, Grand Duché de Luxembourg
<i>Anthophora plumipes pennata</i>	Afrique du Nord
<i>Anthophora dispar</i>	Région ouest méditerranéenne, Libye, Egypte, Proche Orient
<i>Anthophora quadricolor</i>	Europe, Algérie, Tunisie
<i>Anthophora atroalba</i>	Sicile, France, Espagne, Iles Canaries, Afrique du Nord (Alger, Oran, Annaba)
<i>Anthophora leucophaea</i>	France
<i>Amegilla albigena talaris</i>	Maroc, Algérie
<i>Amegilla quadrifasciata quadrifasciata</i>	Europe, Algérie
<i>Eucera pannonica</i>	
<i>Eucera spathulata</i>	Algérie (Mascara)
<i>Eucera pulveracea</i>	France, Espagne
<i>Eucera numida</i>	Europe méridionale, Algérie (Alger, Oran, Annaba, Constantine)
<i>Eucera notata</i>	Maghreb, Europe méridionale
<i>Eucera eucnemidea</i>	Italie, Espagne, Maghreb, (Sidi Bellabas)
<i>Eucera decolorata</i>	Afrique du Nord
<i>Eucera nitidiventris</i>	Europe méridionale, Algérie (Sidi Bellabas)
<i>Eucera nigrilabris</i>	France, Espagne, Algérie (Alger, Oran, Annaba, Constantine)
<i>Eucera nigrifacies</i>	Europe méridionale
<i>Xylocopa violacea</i>	Tout le bassin méditerranéen jusqu'au nord de l'Europe
<i>Xylocopa valga</i>	Afrique boréale, Europe méridionale, Asie occidentale, Suisse
<i>Xylocopa iris cupripennis</i>	Maghreb et Cyrénaïque
<i>Ceratina cucurbitina</i>	Tout le bassin méditerranéen
<i>Ceratina parvula</i>	Tout le bassin méditerranéen, Syrie, Europe méridionale
<i>Ceratina callosa</i>	Maghreb, Sud de l'Europe
<i>Ceratina saundersi</i>	Maghreb, Espagne, sud de l'Italie
<i>Ceratina albosticta</i>	Maghreb, sud de l'Espagne
<i>Ceratina dallatorreana</i>	Tout le bassin méditerranéen, Californie, péninsule ibérique
<i>Nomada basalis</i>	France, Suisse
<i>Dufourea halictula</i>	Europe méridionale, Europe centrale, Belgique
<i>Halictus fulvipes</i>	Europe, Afrique du Nord
<i>Halictus gemmeus</i>	Algérie, France

<i>Halictus pici</i>	Afrique du Nord, Espagne, Egypte
<i>Halictus scabiosae</i>	Europe, Algérie
<i>Halictus simplex</i>	Europe, Algérie
<i>Halictus smaragdulus</i>	Suisse, France, Maroc
<i>Lasioglossum aegyptiellum</i>	
<i>Lasioglossum bimaculatum</i>	France, Espagne, Afrique du Nord (Annaba)
<i>Lasioglossum callizonium</i>	Afrique du Nord, France, Espagne
<i>Lasioglossum clavipes</i>	Algérie
<i>Lasioglossum immunitum</i>	
<i>Lasioglossum malachurum</i>	Europe, Afrique du Nord (Alger, Constantine, Médéa)
<i>Lasioglossum mediterraneum</i>	France, Espagne, Afrique du Nord (Biskra)
<i>Lasioglossum pauperatum</i>	Algérie, Maroc, France, Suisse, Midi de l'Angleterre
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	Europe, Algérie
<i>Lasioglossum soror</i>	France, Algérie
<i>Lasioglossum villosulum</i>	Toute l'Europe, Asie centrale, Afrique du Nord (Alger, Annaba, Biskra)
<i>Nomia algeriensis</i>	
<i>Nomioides facilis</i>	France
<i>Sphecodes pseudofasciatus</i>	
<i>Anthidium diadema</i>	Midi de l'Europe, Caucase, Algérie, Maroc,
<i>Anthidium manicatum barbarum</i>	Algérie, Maroc
<i>Anthocopa andrenoides</i>	Europe
<i>Anthocopa spinulosa</i>	
<i>Chalicodoma sicula balearica</i>	
<i>Chelostoma campanularum</i>	Europe
<i>Chelostoma grande</i>	France, Suisse, Italie
<i>Coelioxys ruficauda</i>	Europe méridionale, Région méditerranéenne, Algérie
<i>Creightonella albisecta</i>	Région paléarctique, France, Suisse
<i>Heriades crenulatus</i>	Europe, Afrique du Nord
<i>Hoplitis perezii</i>	
<i>Icteranthidium ferrugineum discoidale</i>	Afrique du Nord, Espagne, Egypte, Asie mineure
<i>Lithurgus chrysurus</i>	Europe méridionale, Région méditerranéenne, Hongrie
<i>Lithurgus cornutus</i>	Europe
<i>Megachile apicalis</i>	Europe méridionale, Europe centrale, Algérie
<i>Megachile centuncularis</i>	France, Belgique, Suisse, Grand Duché de Luxembourg
<i>Megachile fertoni</i>	France
<i>Megachile lagopoda</i>	Europe, Algérie
<i>Megachile pilidens</i>	France, Belgique, Suisse
<i>Osmia caeruleascens cyanea</i>	Algérie
<i>Osmia fulviventris</i>	Europe, Algérie
<i>Osmia latreillei iberofrancica</i>	France, Corse
<i>Osmia notata</i>	Europe méridionale, Asie centrale, Afrique boréale
<i>Osmia rufa</i>	Europe
<i>Osmia tunensis</i>	Tunisie, Algérie (Constantine, Oran)
<i>Pseudoanthidium lituratum</i>	France, Allemagne, Algérie
<i>Rhodanthidium siculum</i>	Algérie, Tunisie, Sicile, France
<i>Stelis punctulatissima</i>	Europe méridionale, Asie mineure, Afrique du Nord

CHAPITRE II

ETUDE DU MILIEU

2.1. Données générales sur la région d'étude

Les facteurs abiotiques du milieu, tels que la topographie, le climat et la nature du sol sont les principales conditions écologiques qui interviennent sur les insectes. Le climat intervient aussi sur la physiologie des végétaux, réglant la phénologie des plantes. Ce qui, par contre coup, peut avoir une influence sur le comportement des insectes, notamment des abeilles qui sont en relation étroite avec les plantes.

La diversité et le comportement des Apoidea sont influencés par la conjugaison d'un certain nombre de paramètres abiotiques et biotiques. La température et l'humidité ont une action directe sur l'activité des insectes Dajoz (1980). Le vent affecte le comportement des abeilles (Plateaux-Quenu, 1972). La lumière a aussi son importance. Beaucoup d'insectes recherchent un éclairage assez intense. La pluviosité intervient sur les insectes xylophages par l'intermédiaire des modifications qu'elle fait subir aux arbres.

2.1.1. Cadre géographique

2.1.1.1. Situation physique de la région d'étude

La région d'étude se limite à la région de Tizi-Ouzou (Grande Kabylie), située dans la partie centrale de l'atlas tellien au Nord de l'Algérie à une distance de 100km à l'est d'Alger et à l'ouest de la chaîne de Djurdjura, entre les latitudes 36°20'N et 36°40'N et les longitudes 3°40'E et 4°35'E. Elle couvre une superficie totale de 295 793 ha (Fig. 16).

La Kabylie située dans la vallée du Sébaou est bordée par la mer Méditerranée au nord, par la wilaya de Béjaïa à l'est et par Boumerdes et de Bouira respectivement à l'ouest et au sud.

Nous avons soigneusement repéré la localisation de la région de Tizi-Ouzou ainsi que celle des zones d'étude à l'aide des cartes de situation (Fig. 16, 17).

La Kabylie présente un territoire à caractère montagneux difficile à présenter, tant il est morcelé et compartimenté. Néanmoins, il est facile de distinguer du nord au sud, 4 ensembles physiques :

- Une chaîne côtière qui longe toute la bordure Nord de la Kabylie, faisant face à la Méditerranée avec un point culminant à 1278 m au djebel Tamgout.
- Une large dépression occupe la partie centrale de la région, située à l'arrière plan de la chaîne côtière et constitue la dépression du Sébaou, qui part de l'ouest vers l'est pour aboutir à la région de Fréha et d'Azazga.
- Au sud, se dresse le massif central métamorphique de la Haute Kabylie faisant face à la dépression du Sébaou au relief très accidenté (pente dépassant largement 25%). De nombreux Oueds provenant du Djurdjura ont entaillé le massif, les altitudes se situent entre 800 et 1000m en moyenne. Ce massif présente le paysage kabyle type avec des villages qui se présentent sur les crêtes ou sur les hauts replats (Asla, 2002).
- Le Djurdjura, souvent synonyme de Kabylie, n'occupe en fait qu'une partie restreinte de la région. La chaîne se déploie d'ouest en est en une véritable barrière rocheuse d'altitude souvent supérieure à 2000m (Abdeslam, 1996 cité par Asla, 2002).

2.1.1.2. Choix et description des stations d'étude

Les sites choisis dans le cadre de la présente étude sont au nombre de quatre situés aux quatre points cardinaux de la région de Tizi-Ouzou (Fig. 17).

Les stations qui ont été retenues paraissent bien refléter la diversité des habitats. Un tel choix permet une bonne représentativité de la région. En outre, le transect nord-sud répond au double critère du climat et de la végétation. Par ailleurs la sélection de nos sites d'étude tient compte de l'altitude et de la diversité des biotopes, en effet nous avons travaillé au niveau de

deux sites situés à haute altitude (Makouda et Beni-Douala) et deux sites situés à basse altitude (Fréha et Boukhalfa).

Ce qui justifie également le choix de ces stations c'est que de nombreux auteurs insistent sur l'influence du climat et de l'altitude sur la répartition et le comportement des abeilles (Plateaux-Quenu, 1972 ; Abrol, 1988). La distribution des espèces d'abeilles est également tributaire de la disponibilité des ressources et de la spécificité alimentaires de chacune d'entre elles (Jacob-Remacle, 1989a et b ; Willis *et* Kevan, 1995). Pour mener à bien la présente étude, chacune des quatre stations retenues, sises à Fréha, à Boukhalfa, à Makouda et à Beni-Douala est délimitée sur une superficie d'environ 3 à 4 hectares. Les caractéristiques de l'ensemble des stations sont rassemblées dans le tableau 1.

Localité de Makouda

C'est un milieu ouvert. C'est une friche qui porte diverses plantes herbacées dont la plus importante est *Lupinus angustifolius* L. (Fabaceae) qui pousse sur une étendue de plus de 300m². Cette station est bordée à l'est par une allée de ronce *Rubus ulmifolius* Schott (Rosaceae). Elle est en faible pente.

Localité de Fréha

C'est un terrain plat. C'est une parcelle appartenant à une petite ferme. Elle porte habituellement des cultures de légumineuses vivrières telle que la fève (*Vicia faba* L.). Le reste du terrain est laissé en jachère et parsemé de quelques figuiers *Ficus carica* L. (Moraceae). Cette station est délimitée à l'est et au nord par des habitations, elle est bordée à l'ouest par une large allée de ronce *Rubus ulmifolius*. C'est la seule station où nous avons noté la présence de *Chrysanthemum fontaneseii* Quezel & Santa (Asteraceae) occupant une étendue de quelques m².

Localité de Beni-Douala

Elle est située à proximité d'habitations. Quelques arbres fruitiers tels que l'abricotier et le prunier y sont cultivés. Le reste du terrain est non défriché.

Localité de Boukhalfa

Cette parcelle est contiguë à un champ de céréales, avoine et blé du côté ouest et à des habitations du côté est et du côté nord. Au pied de ces habitations se trouvent quelques cultures de fève et pois. La flore naturelle qui s'y trouve comprend surtout *Andryala integrifolia* L. (Asteraceae), *Oxalis pes-caprae* Thunb. (Oxalidaceae), *Borago officinalis* L. (Boraginaceae), *Centaurea pullata* L. (Asteraceae) et *Scolymus hispanicus* L. (Asteraceae) qui est l'espèce dominante. Les autres essences sont beaucoup plus rares. C'est un terrain en pente très faible.



Fig.16 : Carte de

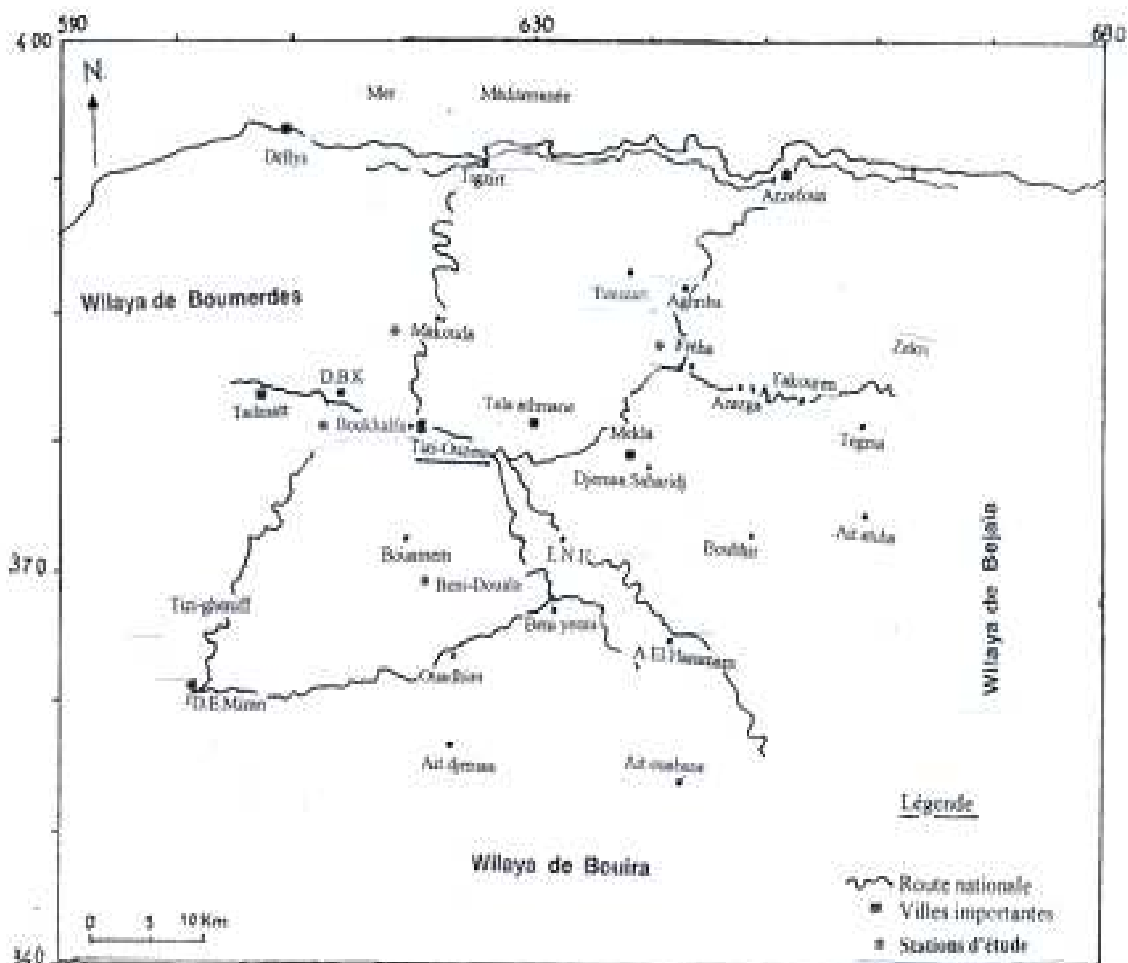


Fig.17 : Carte de localisation des stations d'étude

D'après Asla (2002)

Tableau 2 : Description des stations d'étude

Stations		Station 1 Boukhalfa	Station 2 Fréha	Station 3 Makouda	Station 4 Beni-Douala
Caractéristiques					
Coordonnées Géographiques (Km)	X	-	641,900	662,650	620,000
	Y	-	383,500	390,125	371,500
Coordonnées Lambert	Lat.	36°43'53"N	36°44'29"N	36°47'52"N	36°37'11"N
	Long.	4°00'55"E	4°17'15"E	4°31'17"E	4°05'00"E
Localisation		Dépression du Sébaou	Dépression du Sébaou	Chaîne littorale	Socle métamorphique ou Massif Kabyle
Altitude		100 m	140 m	520 m	800 m
Pente		< 3 %	Terrain plat	3 à 12 %	3 à 12 %
Exposition		Est		Ouest	Sud-Ouest
Nature du milieu		Friche entre exploitations agricoles et habitations	Friche près d'exploitations agricoles	Pelouse naturelle	Friche à proximité d'habitations et d'un verger
Strate herbacée		H : 50 cm R : ≥ 90% e.d : <i>Andryala integrifolia</i> L., <i>Oxalis pes-caprae</i>	H : 30 cm R : ≥ 90% e.d : <i>Sinapis arvensis</i> <i>Galactites tomentosa</i> Moench	H : 35 cm R : ≥ 90% e.d : <i>Lupinus angustifolius</i> , <i>Pulicardia odora</i>	H : 40 cm R : ≥ 80% e.d : <i>Scolymus hispanicus</i>
Strate arbustive		H : 2-3 m R : ≤ 10% <i>Rubus ulmifolius</i>	H : 2-3 m R : ≤ 10% <i>Rubus ulmifolius</i>	H : 2 m R : ≤ 10% <i>Rubus ulmifolius</i>	H : 80 cm R : 10-20% <i>Cistus monspeliensis</i> L., <i>Lavandula stoechas</i> L.
Nature du sol		Argileux, présence de calcaire	Argileux, présence de calcaire	Sablo-limono-argileux	Limono-argileux

H : Hauteur

R : Recouvrement

e.d : Espèces dominantes

2.1.2. Relief

Les facteurs abiotiques du milieu, tels que la topographie, le climat et la nature du sol sont les principales conditions écologiques qui interviennent sur les insectes.

La région de Tizi-Ouzou est caractérisée par un relief accidenté très contrasté du massif tellien où l'on passe de la plaine (Sébaou) à la montagne (Djurjura). Le relief accidenté est l'une des caractéristiques principales de la région d'étude. En effet, 82% de la surface totale se situe sur une pente supérieure à 12% contre seulement 18% de la superficie totale occupée par des plaines dont la pente n'excède pas 3% (Asla, 2002). Selon Boumaza (2001), l'altitude moyenne du bassin versant du Sébaou est de 530m, c'est la zone qui regroupe la majorité des plaines et le moins de terrains en pente. Dans la présente région d'étude, le relief oscille d'une manière générale entre 3 et 25% de pente. Autrement dit, les pentes sont moyennes (12,5 à 25%) à faibles (3 à 12%) (Tab.1).

2.2. Etude climatique

2.2.1. Conditions climatiques et leur impact sur la faune Apoïde

Le climat est l'un des principaux facteurs agissant directement sur les sols et la végétation. L'équilibre et le maintien de la végétation dépendent étroitement des variations climatiques faisant prospérer celle-ci qui agit, à son tour, sur la conservation des sols (Delay et Rebour, 1953 cité par Asla, 2002).

Le climat avec toutes ses composantes est un facteur limitant pour tous les êtres vivants. Il règle leur activité, leur cycle de vie et leur répartition dans l'espace et dans le temps (Pesson et Louveaux, 1984). Il a une grande influence sur la flore sauvage et la faune des abeilles. En effet, le climat intervient sur la physiologie des végétaux, réglant la phénologie des plantes. Ce qui, par contre coup, peut avoir une influence sur le comportement des insectes. L'activité de butinage des abeilles est fortement influencée par les facteurs externes de l'environnement tels que la température, l'humidité relative de l'air, le vent et la pluie.

Park (1929) cité par Chauvin (1968) a montré que le nombre et la longueur des voyages des abeilles butineuses ainsi que la dimension des aires de butinage variaient considérablement en fonction des facteurs météorologiques. Par temps favorable, les butineuses de nectar effectuent des voyages plus courts et plus nombreux que par temps

défavorable. Par exemple par mauvais temps un voyage peut durer deux fois plus que par beau temps.

La température est un facteur très important en écologie. Elle fixe aux êtres les limites plus ou moins strictes de répartition. C'est un phénomène qui semble avoir une importance considérable. Pour voler, la plupart des insectes exigent une température supérieure à un certain seuil. Elle agit sur la sécrétion nectarifère, aliment nécessaire pour les abeilles (Louveaux, 1980). La température semble le facteur climatique le plus important pour la sortie des abeilles pour la récolte du pollen (Louveaux, 1958 cité par Grassé, 1968). L'auteur n'a observé aucune récolte au dessous de 10°C pour l'abeille domestique.

L'humidité atmosphérique constitue un facteur important pour comprendre la répartition faunistique et floristique des espèces d'une région donnée. Comme la température, l'état hygrométrique de l'air influe sur la quantité de nectar produite par les fleurs.

La pluviométrie est un paramètre qui a une action directe sur l'évolution des êtres vivants, en particulier sur l'activité de butinage des abeilles. Selon Schua (1952 cité par Grassé, 1968), on assiste avant le début de la pluie à une rentrée massive des butineuses, sans pour cela connaître le facteur qui en est responsable. Cependant Starkov (1958 cité par Grassé, 1968) a observé des abeilles, appartenant à une race de montagne, présentant une adaptation remarquable au travail sous la pluie et même sous une chute de neige.

Le vent semble aussi avoir une importance considérable. Au-delà de 12 m/s, le vent fait disparaître graduellement les abeilles des champs (Louveaux, 1958 cité par Grassé, 1968).

D'une manière générale, la Grande Kabylie se situe dans les latitudes moyennes chaudes. Elle répond à un climat de type méditerranéen, caractérisé à l'échelle annuelle par une opposition thermique et pluviométrique : un été chaud et sec et un hiver froid et pluvieux.

Les perturbations cycloniques porteuses de pluies et les averses brutales dues aux vents méditerranéens arrivent de l'est et la position littorale du relief Kabyle, expliquent la

forte pluviosité par rapport au reste de la région. Ces pluies abondantes et fréquentes sont accompagnées de temps en temps par des grêles et des neiges sur les hautes altitudes.

Inversement, l'influence subtropicale correspond à une période d'ensoleillement pendant laquelle les températures sont particulièrement élevées dans les vallées. Par exemple, elle arrive jusqu'à 45°C à Tizi-Ouzou au mois de juillet.

Pour bien analyser le climat de la Kabylie et pour saisir une quelconque variation dans le temps et dans l'espace des facteurs climatiques de la Kabylie, l'idéal serait de disposer des données récentes qui correspondent à la période d'étude et qui s'étalent sur une longue période.

2.2.2. Problèmes et sources des données

Les données thermiques posent le problème de la rareté des stations météorologiques dans la région. Toutefois, nous disposons pour la station d'étude de Boukhalfa des données thermiques, pluviométriques et des autres paramètres climatiques les plus récents et les plus régulières s'étalant sur une période de 11ans (1996-2007). Ces données sont relevées au niveau de la station météorologique de Boukhalfa (ONM) près de Tizi-Ouzou), la seule opérationnelle actuellement à l'échelle de toute la région. Sur la base de ces données, nous avons-nous mêmes calculé les moyennes mensuelles et annuelles ainsi que les moyennes des maxima et des minima Les résultats sont enregistrés dans le tableau 2. Nous avons également établi les amplitudes thermales (Tab. 4, Fig.18).

En revanche, pour les sites de Fréha et Beni-Douala, en raison de la déficience d'archives récentes à travers les localités de la région d'étude, nous avons été contraints d'utiliser les données publiées dans les travaux de Seltzer (1946) que nous avons extrapolées suivant le gradient thermique. Cet auteur dit que l'abaissement des températures minima est de 0,4°C. pour 100m d'élévation en altitude, celui des maxima de 0,7°C. pour la même altitude, ce qui correspond à une diminution de 0,55°C. pour les moyennes annuelles par 100m.. Les données que nous avons utilisées sont celles des régions très proches de nos stations d'étude et qui ont une situation comparable. Cette méthode permet d'aboutir aux valeurs des températures moyennes pour Beni-Douala après correction des données de la

station Larbaâ Nat Irathen (longitude 4°12'5 " latitude 36°36'9" et X=634.3, Y=371.7) située à 900m d'altitude, nous avons une valeur de – 0,55°C. pour 100m. Donc à 800m d'altitude correspondent les valeurs de la température moyenne à 900m auxquelles on ajoute 0,55°C. Pour représenter la station de Fréha, nous nous sommes appuyés sur les données d'Azazga (Altitude 430m, longitude 4°22'24", latitude 36°44'41"). Nous avons une valeur de –1,6°C. pour 290m. Donc à 140m d'altitude correspondent les valeurs de la température moyenne à 430m auxquelles on ajoute 1,6°C (Tab.3). En outre, nous disposons en annexe 1 des données sur les températures moyennes mensuelles pour chaque année relevées à la station météorologique de Boukhalfa (Tizi-Ouzou) pour la période 1996-2007.

2.2.3. Analyse de la température

En plus de la température, deux principaux paramètres climatiques en l'occurrence l'humidité relative de l'air et la pluviométrie sont analysés dans cette partie.

2.2.3.1. Températures moyennes mensuelles et annuelles

Le tableau 2 montre que les températures maxima sont atteintes au mois d'août, alors que les minima sont observées en janvier. Selon la période prise en considération, la température maximale peut être également enregistrée en juillet ou en août (Annexe 1). En règle générale, la moyenne annuelle décroît au fur et à mesure qu'on avance à l'intérieur du pays et en altitude. En effet, au nord l'influence de la mer adoucit les températures en été. Le tableau 2 montre que dans la station prise comme référence, la température moyenne est, de novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle et supérieure à cette moyenne de mai à octobre. Ceci permet de diviser l'année en deux périodes bien distinctes l'une chaude et l'autre froide.

Les résultats obtenus après corrélation des données (Tab. 3) montrent une nette différence entre les températures moyennes des stations de basse altitude et celles des stations de plus haute altitude. En effet, on observe un écart de température de près de 6°C. entre Fréha située dans la dépression de Tizi-Ouzou et Beni-Douala.

Tableau 3 : Températures moyennes mensuelles des maxima et des minima de la station de Tizi-Ouzou (Boukhalfa). Période : 1996-2007 (Valeurs calculées)

Mois T °C	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Année
T° Moyenne	10,7	11,4	14,2	16,4	20,2	25,6	28,4	27,8	24,6	21,7	15,6	11,6	19,1
Minima (m)	6,5	6,7	8,2	10,8	14,4	18,7	21,5	21,9	18,4	15,9	10,9	7,5	13,4
Maxima (M)	14,9	16,2	20,2	22,0	26,1	32,5	35,4	35,5	30,9	27,5	20,3	15,7	24,8

M : Températures mensuelles moyennes des maxima.
m : Températures mensuelles moyennes des minima.

Tableau 4 : Températures moyennes mensuelles des autres stations (Valeurs calculées)

Mois Sites	Périodes et sources	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy
Fréha	1988/1993 (ONM)	12,7	12,8	15,2	15,9	19,6	24,8	28,6	29,8	26,3	21,6	16,3	13	19,7
Beni-Douala	1913/1938 (SELTZER , 1946)	6,8	7,9	9,9	12,6	17,2	20,9	25,4	26,1	21,9	16,4	11,5	7,5	15,4

La saison froide

Pendant trois mois consécutifs, décembre, janvier et février, il est enregistré les moyennes les plus basses. Cette période correspond à la saison froide. L'hiver reste doux dans la Kabylie puisque la moyenne des minima du mois le plus froid est de 6,5°C.

La saison chaude

Les moyennes commencent à augmenter à partir de mai qui constitue le mois de transition vers la saison chaude. Cette saison se caractérise par les températures élevées de juin à septembre avec un maximum de 28,4°C en juillet. La moyenne des maxima (Max) atteinte est 24,8°C.

2.2.3.2. Amplitude thermique annuelle

Tableau 5 : Amplitude thermique annuelle en (°C.) de Tizi-ouzou (Station de Boukhalfa).

m°C	M°C	M+m / 2	Amplitudes moyennes
10,7	28,4	19,5	17,7

M : Température moyenne du mois le plus chaud.

m : Températures moyenne du mois le plus froid.

A travers le tableau ci-dessus (Tab. 4) et la figure 18, nous constatons que l'amplitude thermique annuelle est importante dans la dépression de Tizi-Ouzou. Elle le serait d'avantage notamment en altitude dans la station de Beni-Douala. Par contre, dans les régions sous influence maritime comme Makouda, cette amplitude serait relativement faible à cause de proximité de la mer qui joue un rôle de tampon thermique.

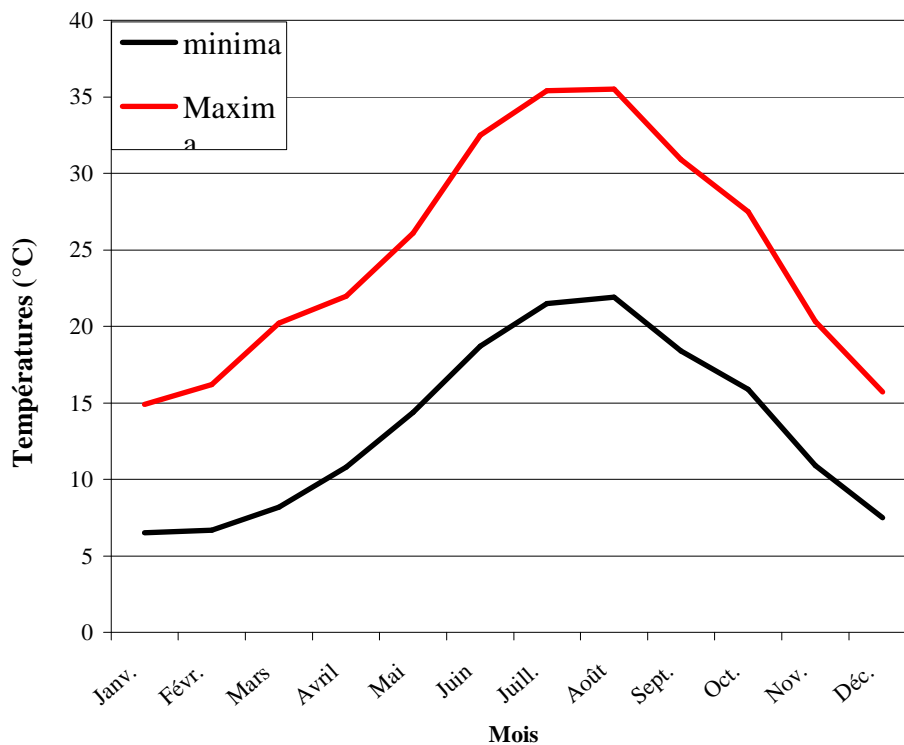


Fig.18 : Amplitudes thermiques mensuelles (Tizi-Ouzou, 1996-2007)

2.2.4. Humidité atmosphérique

L'ensemble des données dont nous disposons pour ce facteur, est mentionné dans le tableau 5. En annexe, sont enregistrées les variations mensuelles et annuelles de l'Humidité relative de l'air, dans la station de Tizi-Ouzou. Pour la période 1996-2007.

Tableau 6 : Variations mensuelles de l'humidité relative de l'air de la station de Tizi-Ouzou, Période 1996-2007, (Valeurs calculées)

Mois H (%)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Année
Humidité Moyenne	79,4	76,2	73,2	70,5	70,4	57,4	52,6	53,7	60,8	68,6	76,4	80,0	68,3
Moyenne des Minima	57,6	52,2	46,2	44,9	44,8	33,4	28,9	30,3	37,4	41,9	51,0	59,7	44,0
Moyenne des Maxima	93,6	93,2	91	91	89,9	81,1	76,2	77,6	83,8	89,1	92,4	93,8	87,7

Il ressort de ces données que l'humidité relative moyenne annuelle est de (65,8%). L'hygrométrie est variable selon la période de l'année. A travers ces valeurs, nous remarquons que les mois les plus humides sont décembre (80%) et janvier (79,4) et le mois le moins humide est juillet où un minimum d'humidité 52,6% est observé.

2.2. 5. Analyse de la pluviométrie

Les données relatives à la pluviométrie sont disponibles. Elles concernent la période allant de 1996 à 2007 pour la station de Boukhalfa et de 1972 à 1999 (28 ans d'observation) pour les autres stations. Ces données sont fournies par la A.N.R.H. (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques). Précisons que pour la station de Beni-Douala nous avons utilisé après extrapolation par la méthode de Seltzer les données de Bouassem très proche de Beni-Douala et qui a une situation comparable (latitude: 36°38'10''N, longitude : 4°2' 26''E, Altitude : 600m). Nous avons procédé au calcul des moyennes mensuelles, des fréquences mensuelles et des fréquences cumulées pour la station de Boukhalfa. Les résultats sont exprimés dans le tableau 6.

La région de Kabylie est l'une des plus arrosées de l'Algérie du Nord. Cet avantage est lié à sa position géographique. Sa limite nord est représentée par la chaîne du littoral. Sa limite sud est constituée par les crêtes du Djurdjura.

Nous disposons en annexe des données pluviométriques pour chaque année de 1996 à 2007 pour Tizi-Ouzou (Boukhalfa) (Annexe 3)

2.2.5.1. Précipitations moyennes mensuelles

Les valeurs se rapportant aux quatre stations d'étude sont exprimées dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Hauteur des précipitations moyennes mensuelles et annuelles (millimètres), des stations d'étude. (Valeurs calculées, 1996-2007 pour Boukhalfa), (Seltzer, 1972-1999 pour les autres stations)

Mois Stations	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Année
Boukhalfa	130,2	87,9	46,7	71,9	69,4	4,4	1,5	6,4	30,3	52,1	106,2	150,0	757,0
Fréha	98,7	104,0	86,5	65,3	42,3	9,4	4,3	5,2	33,2	64,9	93,2	124,4	731,4
Makouda	114,5	117,9	92,7	63,9	40,3	9,1	5,8	7,9	35,0	62,4	93,7	138,7	781,9
Beni-Douala	103,8	110,7	104,1	86,1	54,6	11,8	4,1	8,1	40,4	65,6	102,1	143,1	834,4
Fréquences (%)	14,4	13,5	10,6	9,2	6,6	1,1	0,5	0,9	4,5	7,9	12,7	17,9	
Fréquences cumulées (%)	14,4	27,9	38,5	47,7	54,3	55,4	55,9	56,8	61,3	69,2	81,9	99,8	

Décembre reste le mois le plus arrosé dans toutes les stations. Le deuxième maximum des pluies est enregistré en janvier. Les mois de juillet et août sont les plus secs, caractérisés par un déficit pluviométrique. Ces maxima et minima coïncident en partie avec les équivalents thermiques, respectivement relatifs aux mois d'août et janvier (Tab. 7).

2.2.5.2. Fréquences relatives et fréquences cumulées

Le total est extrêmement bas pendant la période estivale, ne cumulant pas plus de 2,5% de précipitations annuelles ; de juin à août, partout il est enregistré de faibles précipitations entre 1,5 % à Boukhalfa et 11,8 % à Beni-Douala. En revanche de novembre à mars, période la plus pluvieuse, on relève 69,1% du total se concentrant pendant ces cinq mois.

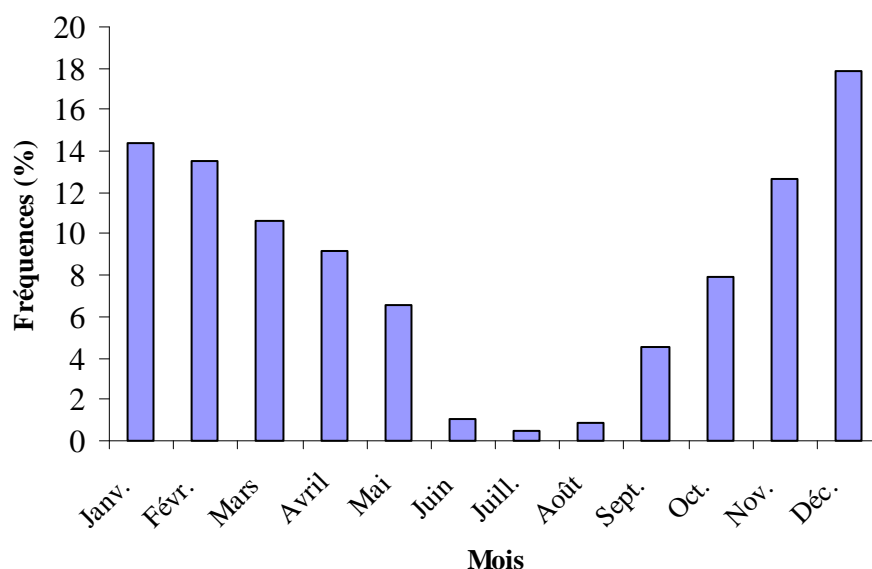


Fig. 19 : Fréquences des Précipitations dans la région de Tizi-Ouzou (période: 1972-2007)

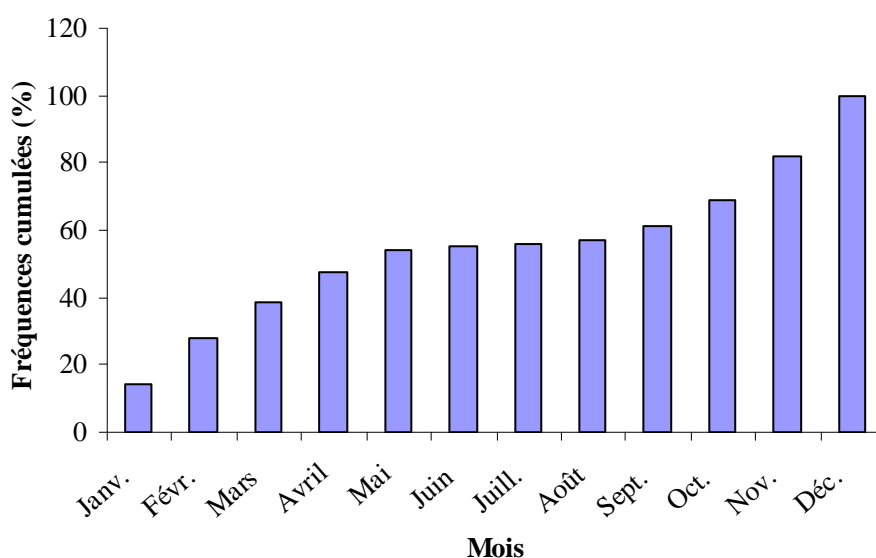


Fig. 20 : Histogramme des fréquences cumulées des précipitations dans la région de Tizi-Ouzou (période: 1972-2007)

Le maximum des précipitations est enregistré en décembre et le minimum en juillet (Fig. 19). D'autre part, l'histogramme des fréquences cumulées montre qu'il n'y a pratiquement aucun changement le long de quatre mois, de mai à août. L'apport en pluie est quasiment nul en cette période de l'année (Fig. 20).

Par ailleurs, pour bien apprécier la très inégale distribution saisonnière et annuelle des précipitations, nous avons calculé le cumulus pour chaque saison que nous avons rassemblé dans le tableau ci-dessous pour indiquer les hauteurs et les pourcentages des pluies à travers les saisons. Nous avons ajouté en annexe un tableau de données pour les distributions annuelles.

2.2.5.3. Variations inter saisonnières et inter annuelles

Tableau 8 : Distribution saisonnière des précipitations. (Valeurs calculées, 1996-2007 pour Boukhalfa), (Seltzer, 1972-1999 pour les autres stations).

Stations	Automne (S.O.N)		Hiver (D.J.F)		Printemps (M.A.M)		Été (J.Jt. A)	
	(mm)	%	(mm)	%	(mm)	%	(mm)	%
Boukhalfa	188,6	24,9	368,1	48,6	188	24,8	12,3	1,6
Fréha	191,3	26,1	327,1	44,7	194,1	26,5	18,9	2,6
Makouda	191,1	24,4	371,1	47,4	196,9	25,2	22,8	2,9
Beni-Douala	208,1	24,9	357,6	42,8	244,7	29,3	24,0	2,9
Moyennes	194,7	25,1	355,9	45,8	205,9	26,4	19,5	2,5

S.O.N.= septembre, octobre, novembre ; D.J.F. = décembre, janvier, février

M.A.M. = mars, avril, mai ; J.J.A.= juin, juillet, août.

On note une grande irrégularité interannuelle (Annexe 3) et saisonnière (Tab.8) dans les précipitations enregistrées, distributions inégales dont les conséquences sont les plus apparentes sur les processus érosifs.

Les valeurs calculées font apparaître deux faits capitaux :

- l'insignifiant pourcentage des trois mois les plus chauds de l'année (juin, juillet et août). La saison la moins pluvieuse est donc l'été avec un total de 19,5mm ne représentant que 2,5 % du total annuel,

- les fortes précipitations de l'hiver, saison la plus pluvieuse avec un total moyen de précipitations de 355,9mm représentant 45,8% du total annuel.

Alors que les autres saisons enregistrent un pourcentage fort réduit notamment celui de l'automne qui correspond au début de l'année agricole.

2.2.5.4. Répartitions altitudinales des précipitations

Tableau 9 : Répartitions altitudinales des précipitations aux niveaux des différentes stations: (1996-2006), (1972-1999).

Stations	Altitude (m)	Précipitations (mm)
Beni-Douala	800	834,4
Makouda	520	781,9
Fréha	140	731,4
Boukhalfa	100	757,0

La répartition spatiale de la pluviométrie en Algérie, d'après les travaux de Seltzer, obéit aux trois lois suivantes : la hauteur de pluie augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur les versants exposés aux vents humides, elle augmente d'Ouest en Est et diminue à mesure que l'on s'éloigne de la mer (effet de continentalité). En effet, Beni-Douala est située en altitude et reçoit une quantité appréciable de précipitations, quant à Makouda, étant proche de la mer, elle reçoit directement les vents humides (Tab. 9).

2.2.6. Synthèse climatique

2.2.6.1. Variation des températures et de l'humidité relative de l'air

Ces variations sont exprimées par la figure 21.

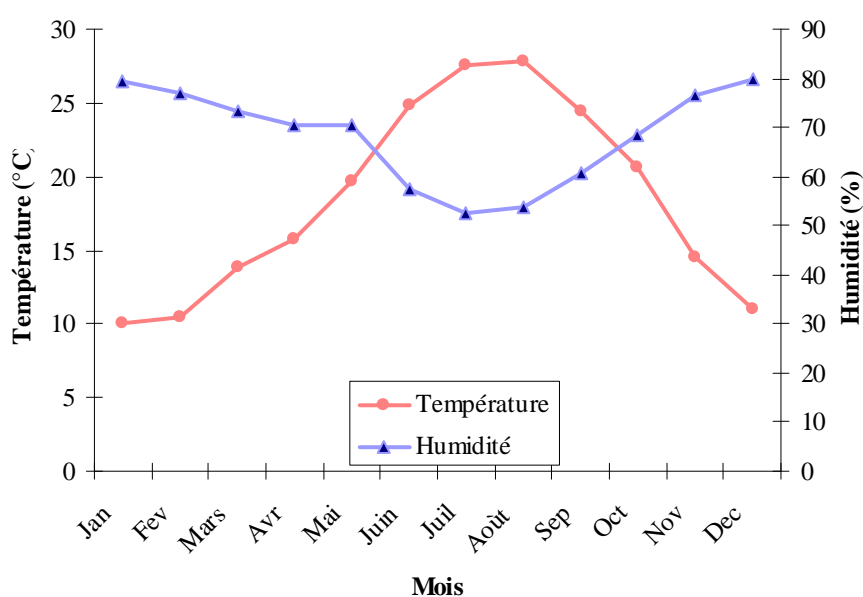


Fig. 21 : Variations de la température et de l'humidité relative de l'air dans la région de Tizi-Ouzou, période 1996-2007

On enregistre au cours des mois des chutes graduelles de l'humidité de l'air variant entre 80% et 52,6% en raison de l'augmentation des températures. Ceci a entraîné une fluctuation saisonnière.

2.2.6.2. Diagramme ombrothermique

A partir des données thermiques et pluviométriques rassemblées dans les tableaux précédents, nous avons tracé le diagramme ombrothermique de Gausсен (Fig. 22) et calculé le quotient pluviométrique (Q2) d'Emberger (Fig. 23) pour la région de Tizi-Ouzou prise comme Région de référence.

Un tel diagramme nous permettra de situer la période sèche de notre région d'étude, période qui correspond au nombre de mois dans lesquels la courbe des précipitations se situe en dessous de la courbe des températures, c'est-à-dire, $P < 2T$. Cette saison sèche coïncide avec les hautes températures. Le reste de l'année correspond donc à une période humide et froide.

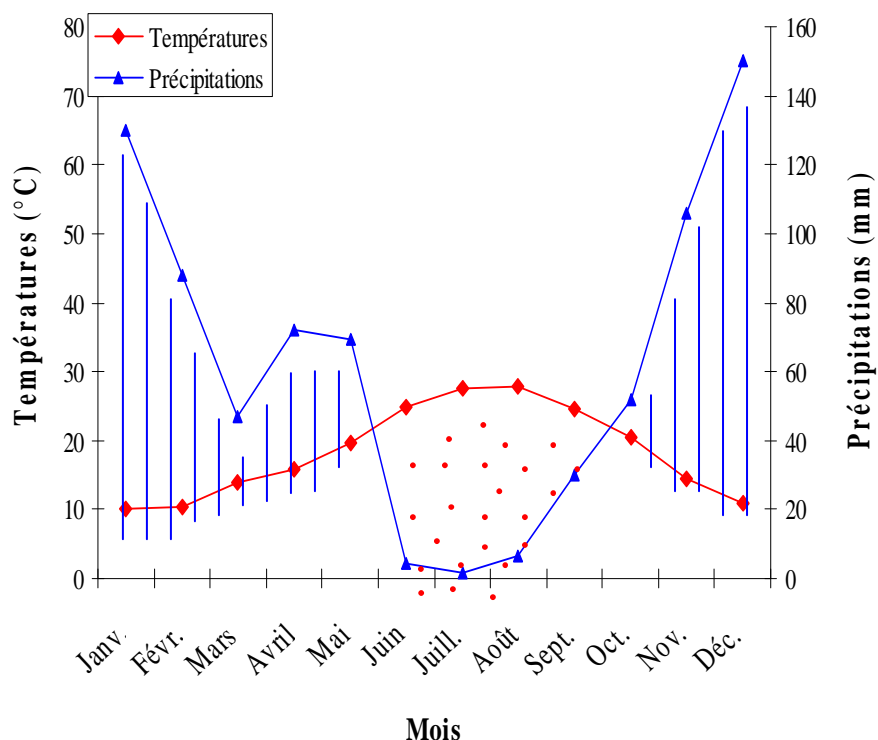


Fig. 22 : Diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Tizi-Ouzou (1996-2007)

Dans la région de Tizi-Ouzou, le diagramme ombrothermique révèle que sécheresse est particulièrement intense en été, elle se fait sentir dès le mois de mai et se prolonge jusqu'au début octobre, elle dure 4 mois et demi. Quant à la période humide, elle s'étale du début janvier à la fin mai où elle est interrompue par la période sèche, et elle reprend de nouveau vers la mi-septembre.

2.2.6.3. Quotient pluviométrique

En vue de situer notre région d'étude dans le climatogramme d'Emberger pour l'Algérie, les moyennes annuelles (minimales et maximales) de température et de pluviométrie sont indispensables pour calculer le quotient d'Emberger simplifié par Stewart qui s'écrit comme suit : **$Q2 = 3,43 \times P/M-m$** .

P : précipitations moyennes annuelles (mm).

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

m : Températures moyenne de tous les minima du mois le plus froid.

Le Quotient pluviométrique (Q2) d'Emberger pour Tizi-Ouzou pour une période de 11 ans sera donc : **$Q2 = 3,43 \times 757 / 35,5 - 6,5 = 89,5$** .

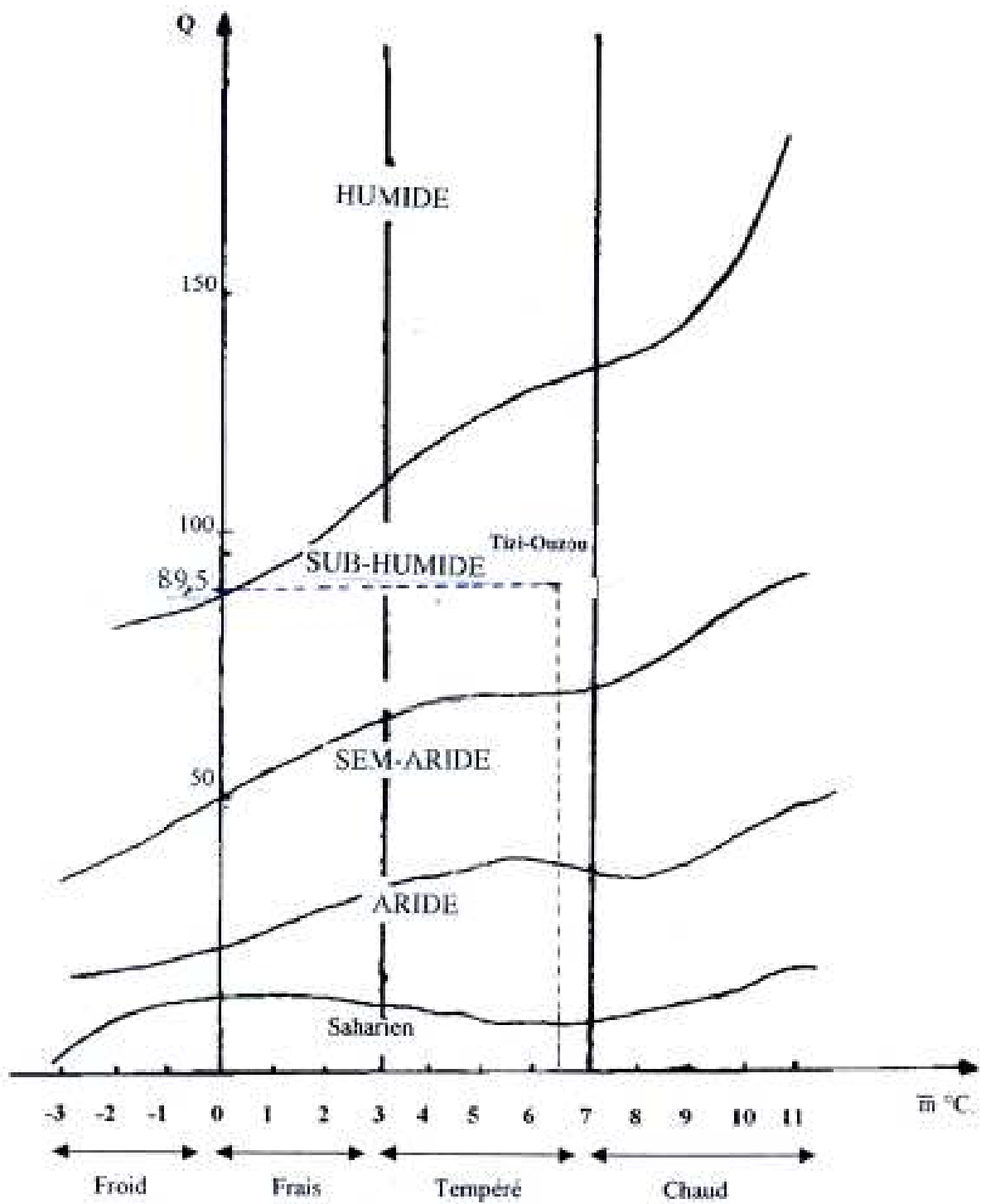


Fig. 23: Climatogramme d'Emberger-Stewart

Les deux valeurs Q2 et m situent notre région d'étude dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver (doux ou tempéré). La répartition des régions sur le climatogramme d'Emberger est influencée par la topographie et les facteurs climatiques.

2.2.7. Vents

Le vent est un facteur qui affecte le développement des végétaux notamment lorsqu'il souffle au moment de la floraison (Beniston, 1984). C'est un phénomène qui semble avoir une importance considérable. Il intervient sur le comportement des abeilles en réduisant leur activité de récolte de nectar (Plateaux-Quenu, 1972). Les butineuses ont une grande difficulté à voler à l'encontre d'un vent de 25 Km/h, Park (1929). Un vent dépassant 30 km/h réduit considérablement l'activité des abeilles (Pesson et Louveaux, 1984). Au dessus de 12 m/s, le vent fait disparaître graduellement les abeilles des champs.

Le vent est déterminé par son intensité, sa direction et sa vitesse.

Pour ce qui est de la direction du vent, la station météorologique de Tizi-Ouzou attribue aux vents deux directions privilégiées : EW-WE et NE-SW.

La Kabylie est affectée par plusieurs masses d'air. Celles d'air polaire, froid et humide, proviennent du nord-ouest, notamment au printemps et en hiver.

D'autres masses nuageuses arrivent par le nord-est, se heurtent à la chaîne côtière au niveau du massif de Tamgout. Les masses d'air chaud et humide proviennent de l'ouest et, enfin, celles d'air tropical continental qui s'installent principalement en juillet et août, arrivent du sud.

Quant à la force du vent, les données dont nous disposons sont mentionnées dans le tableau suivant (Tab.9) :

Tableau 10 : Valeurs de la force des vents (m/s), (1996/2007)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vitesse des vents (m/s)	1,2	1,2	1,5	1,9	1,9	2,3	2,2	2,0	1,5	1,2	1,4	1,5

Selon Seltzer (1946), la force des vents est estimée d'après une échelle télégraphique dont les degrés sont les suivants :

- 0---1 : calme.
- 1---2 : vent faible.
- 2---3 : vent modéré.
- 5---6 : vent assez fort.
- 7---8 : vent fort.
- > 9 : vent violent.

2.2.8. Autres facteurs climatiques

Les autres paramètres climatiques sont rapportés dans le tableau 10.

Tableau 11 : Nombre de jours de neige, nombre de jours de grêle, nombre de jours de brouillard et durée d'insolation. (Période de 1996-2007).

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Neige	0,5	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grêle	1,0	0,9	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brouillard	3,4	1,6	1,6	0,5	1,3	0,3	0,0	0,0	0,4	1,0	1,8	2,5
Durée d'insolation (h)	143	166	215	241	220	302	323	295	245	227	163	136

2.3. Facteurs édaphiques

2.3.1. Hydrographie

Les ressources en eau présentent un intérêt particulier pour la faune et la flore. La Kabylie regorge d'eau avec un potentiel naturel important. Sa partie basse contient une nappe importante qui s'explique par un sous sol essentiellement imperméable, ses montagnes un nombre infini de sources dont certaines relèvent de la légende. Ces potentialités hydriques sont fournies par la forte pluviométrie et la fonte des neiges du massif du Djurdjura. Ce qui alimente fortement le grand Oued de la région : l'oued Sébaou qui agit comme le collecteur

principal du réseau hydrographique. Un barrage (Taksebt) de 175 millions de m³ d'eau a été réalisé en 2001 à Oued Aissi, dans le but d'améliorer l'approvisionnement en eau potable des populations de Tizi-Ouzou, de Boumerdes et d'Alger.

2.3.2. Nature du sol

La nature du sol influe étroitement sur le type de végétation. En effet, le sol fournit d'une part les éléments minéraux nécessaires à la croissance des végétaux et d'autre part, il intervient considérablement sur l'intensité nectarifère des fleurs. C'est le cas du sainfoin qui est plus mellifère sur les terrains calcaires riches en sels minéraux et en éléments azotés que sur les terrains sablonneux (Hommal, 1947 *in* Tazerouti, 2002).

Le sol offre également un gîte pour les abeilles sauvages qui y nidifient (Batra, 1966 ; Torchio, 1989).

Du point de vue lithologie, la dominance des flyschs et des schistes, formations moyennement résistantes à l'érosion est très marquée au niveau de la chaîne côtière et du massif kabyle. Les marnes et argiles, formations peu résistantes à l'érosion, occupant, quant à elles, une portion beaucoup moins importante comparées aux premières ; elles sont localisées au niveau des deux dépressions : Sébaou (dont fait partie Tizi-Ouzou) et Draâ El Mizan (Asla, 2002). Autrement dit, les diverses formations cristallophylliennes (schistes, gneiss, phyllades) du socle métamorphique affleurent une grande partie de la Kabylie (Barke Amadou et Ahmanache, 2005). Quant à la vallée de l'Oued Sébaou, elle est formée de dépôts alluvionnaires anciens, récents et actuels.

2.3.3. La végétation

Les plantes représentent la source alimentaire des Apoïdes, elle offre également un habitat aux abeilles nidifiant dans le bois ou les tiges des plantes.

La carte d'occupation des sols, met en évidence l'importance de l'arboriculture rustique dont en grande partie les oliveraies occupant les versants du massif central (massif kabyle) sur des pentes dépassant souvent 25%. Les plaines du Sébaou et de Draâ El Mizan sont labourées et mises en culture pendant presque toute l'année. Les vignes et l'arboriculture compte 52% de la surface totale occupée par les plaines. Les forêts dominées

par le chêne et le cèdre ainsi que les maquis viennent en second lieu avec 34%. Cette répartition fait ressortir le caractère agro-sylvo-pastoral de la région. La végétation est très dense en Kabylie.

En conclusion, après cette étude sur les masses climatiques (température, humidité relative de l'air, précipitations, vent) et les autres facteurs (neige, grêle, brouillard), nous retenons leurs influence très marquantes sur les saisons (sèche et humide) qui déterminent la disponibilité du sol en eau, par la même la distribution du couvert végétal dans la région. L'équilibre et le maintien de la végétation dépendent étroitement des variations climatiques faisant prospérer celle-ci entre les limites extrêmes des paramètres du climat qui conditionnent son développement normal, la végétation agit à son tour sur le comportement et l'activité des abeilles. Dans cette vision, nous avons jugé opportun, d'examiner les oscillations thermiques et pluviométriques et des autres paramètres climatiques qui agissent directement ou indirectement sur la faune d'Apoïdes. Malheureusement, en Algérie du Nord, les conditions climatiques difficiles (régression de la pluviométrie, élévation des températures) ont conduit à la fragmentation croissante des milieux se traduisant par des modifications profondes et rapides des communautés d'invertébrés avec une perte de diversité et/ou des déséquilibres démographiques.

CHAPITRE III

MATERIEL ET METHODES

3.1. Choix des stations d'étude

3.1.1. En milieu naturel

Pour des raisons évidentes de facilité l'étude écologique de terrain est réalisée sur des populations d'apoïdes dans la région de Tizi-Ouzou.

Les stations fixes ayant été sélectionnées dans le cadre de notre étude sont au nombre de quatre (4). Plusieurs autres espaces naturels situés dans différentes régions de la Kabylie ont également fait l'objet d'un échantillonnage aléatoire afin de mieux couvrir la région et de dresser un inventaire le plus exhaustif possible. La sélection des stations d'étude est faite de façon à établir un transect nord-sud et un transect est-ouest englobant chacun un rayon d'environ 25km. D'autres critères sont pris en considération dans le choix des stations. Ces critères sont la couverture végétale, l'altitude, la pente, l'exposition du terrain et la nature du sol qui diffèrent d'une station à l'autre (Tab. 1). La distance qui sépare les stations voisines est comprise entre 15 et 20km à vol d'oiseau. Nous avons retenu quatre (04) stations bien réparties sur la région de Tizi-Ouzou pour la représenter au mieux. Pour mener à bien notre étude, les stations retenues sont sises à Makouda, Fréha, Boukhalfa et Beni-Douala sont délimitées sur une superficie de 4 hectares (Fig. 17).

3.1.2. En milieu cultivé

L'étude a été conduite au printemps 2003 dans la région de Tizi-Ouzou, situé à 100km à l'Est d'Alger. Le site choisi pour la présente étude se localise dans une friche agricole à l'institut technique moyen agricole spécialisé (I.T.M.A.S) de Boukhalfa à 8km de la ville de Tizi-Ouzou (36°43'N. ; 4°00'E. ; 180m), Les observations se sont déroulées dans une parcelle de fève *Vicia faba* L. d'environ 30m² (10m de long sur 3m de large). Les principales espèces végétales spontanées mellifères poussant aux bords de la parcelle sont *Oxalis pes-caprae* L. (Oxalidaceae), *Borago officinalis* L. (Boraginaceae) et *Sinapis arvensis* L. (Brassicaceae).

3.2. Méthodes d'échantillonnage et d'étude des apoïdes en milieu naturel

3.2.1. Méthodes d'échantillonnage

Pour l'étude de la relation faune-flore et de la distribution des populations d'apoïdes, l'échantillonnage doit être réalisé sur différents habitats. Autrement dit, dans toute étude quantitative, l'échantillonnage doit refléter les diverses conditions de milieu et être basé sur des relevés suffisamment nombreux pour permettre une estimation convenable des effectifs. Dans le cadre de ce travail, nous avons retenu quatre stations d'étude comme nous l'avons déjà signalé. Ces localités situées à Makouda, Fréha, Boukhalfa et Beni-Douala sont éloignées les une des autres d'environ 20 Km. Un tel choix permet une bonne couverture de la région d'étude. Au niveau de chaque station d'étude un site d'environ trois hectares est délimité de manière à comporter un maximum d'espèces végétales spontanées. Ces localités sont régulièrement visitées en raison de quatre sorties par semaine. Chaque site est ainsi visité une fois par semaine. Les visites durent trois heures pendant lesquelles les apoïdes sont collectés sur les fleurs des plantes spontanées.

Les prélèvements se sont échelonnés sur une période de quatre ans (de 1999 à 2002). Ils débutent toujours au mois de janvier et se poursuivent jusqu'au mois de juillet. Toutefois, les prélèvements et les observations très réguliers et très fréquents (quatre fois par semaine) se sont limités aux années 2000 et 2001, pendant les années 1999 et 2002, nous n'avons pas réalisé un suivi aussi régulier des stations d'études.

Les prospections et les captures d'abeilles sont effectuées durant les périodes de floraison des plantes spontanées. Les plantes hôtes sont également recueillies pour identification.

3.2.2. Techniques de capture

La méthode la plus couramment utilisée est la chasse à vue. L'usage de tubes en plastique et de sachets transparents contenant un papier absorbant imbibé d'éther acétique nous a permis de capturer nos abeilles par approche directe. Ces abeilles occupées à butiner se laissent assez facilement capturer de cette façon. En outre, cette méthode nous permet aussi de

connaître la plante hôte. D'autres techniques sont également utilisées à l'occasion tels que le filet à papillons pour les abeilles à vol rapide et fugace tels que les *Xylocopes* et l'aspirateur à bouche pour les espèces de petite taille Sonet et Jacob-Remacle, 1987.

3.2.3. Conservation des échantillons

En attendant d'être transféré au laboratoire, le matériel biologique récolté dans des sachets ou tubes est accompagné d'un étiquetage indispensable sur lequel sont notés la date et le lieu de capture ainsi que la plante hôte. En laboratoire, les spécimens capturés et instantanément tués avec les vapeurs d'éther acétique sont étalés et mis à sécher. Ils sont ensuite montés sur épingles entomologique de grosseur convenable (pattes écartées et ailes étalées) pour permettre leur identification. Après un séchage complet des abeilles, les différents groupes sont séparés et placés dans des boîtes entomologiques appropriées sans oublier d'étiqueter chaque spécimen.

3.2.4. Méthodes de l'étude systématique

Pour l'identification de nos espèces, nous avons consulté un grand nombre de références bibliographiques et nous nous sommes conformés à plusieurs clés de détermination. Nous avons étudié plusieurs collections de références : la collection du laboratoire de zoologie de l'I.N.A. d'El Harrach (Alger) (collection initiée par le Professeur S. Doumandji), la collection du laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes de l'Université Mentouri de Constantine (collection privée du Professeur K. Louadi et la collection du laboratoire de zoologie de l'Université de Mons-Hainaut de Belgique (collection réalisée par le Professeur P. Rasmont et le Docteur M. Terzo).

3.2.5. Détermination

La détermination des abeilles est effectuée sous une loupe binoculaire (grossissement 25x10 ou 36x10) à l'aide des diverses clés d'identification. Il est à noter que la détermination plus précise de beaucoup d'espèces est très difficile voire impossible sans l'aide des spécialistes. Nous avons dans un premier temps déterminé la faune en fonction des clés disponibles, ensuite nous avons fait appel à des spécialistes pour la confirmation.

3.2.6. Méthodes d'étude des distributions géographiques

A partir des données des auteurs qui se sont intéressés à la faune des Apoidea, nous avons pu représenter la distribution des espèces que nous avons rencontrées. Chaque espèce est ainsi accompagnée de son aire de répartition.

3.2.7. Etude de la phénologie

Les données sont gérées au moyen du logiciel Data Fauna Flora (DFF) (Barbier et al. 2002, version 02).

3.2.8. Recensement et détermination de la flore

Les plantes en fleurs sont répertoriées au niveau des quatre stations d'étude. La collecte des plantes naturelles visitées par les abeilles est faite au cours de la floraison. L'inventaire des peuplements végétaux est établi afin de dresser un calendrier de référence de la flore et mener une étude phénologique. Les plantes butinées sont cueillies et placées dans un herbier pour séchage et conservation. Elles sont identifiées par M. Laribi et T. Asla (Université de Tizi-Ouzou).

3.3. Méthodes d'échantillonnage et d'étude des apoïdes en milieu cultivé

3.3.1. Type de culture

L'étude est menée dans la station expérimentale de l'ITMAS de Boukhalfa. Afin d'étudier le comportement de butinage des abeilles et leur rôle dans la pollinisation, notre choix s'est porté sur l'une des cultures vivrières les plus cultivées en Algérie, il s'agit de la fève *Vicia faba* L. (Fabaceae). La fève est intéressante au niveau nutritionnel, économique et environnemental. Dans la wilaya de Tizi-Ouzou, cette culture s'étend sur de grandes surfaces. La fève y occupe une place très importante dans l'art culinaire. Par sa haute valeur nutritionnelle et sa diversité d'utilisation, la fève occupe la première place parmi les légumes secs en Algérie. Sa culture représente presque 25% de la surface totale cultivée dans les régions du Bassin méditerranéen considérés comme l'origine de ce légume (Saxena, 1991).

Nous nous sommes alors fixés deux objectifs dans le présent travail qui sont l'étude des agents pollinisateurs et leur impact sur le rendement grainier de la fève. Pour ce faire,

nous établissons ici l'inventaire des apoïdes pollinisateurs de la fève, le suivi de floraison, l'estimation de la densité florales, l'observation du comportement de butinage des agents pollinisateurs, l'estimation de la vitesse de butinage des principales espèces, pour terminer, nous mesurons leur action en comparant le rendement grainier de plantes laissées libres d'accès aux pollinisateurs avec les plantes encagées.

Ainsi, les suivis des plantations ont commencé depuis le stade premières fleurs (début de floraison) jusqu'au stade de la récolte. L'étude est menée durant la période de floraison de l'année 2003, la phase de la formation des gousses et durant la phase de maturation et de la récolte des graines sèches.

3.3.2. Position systématique de *Vicia faba*

3.3.2.1. Classification classique

D'après Anonyme (1985) et Dajoz (2000), la fève est classée comme suit :

Embranchement	: Spermaphytes
Sous-embranchement	: Angiospermes
Classe	: Dicotylédones
Sous class.	: Dialypétales
Série	: Caliciflores
Ordre	: Rosales
Famille	: Fabacées (légumineuses)
Sous-famille	: Papilionacées
Genre	: <i>Vicia</i>
Espèce	: <i>Vicia faba</i> Linné

3.3.2.2. Classification phylogénétique

Selon Rodolphe et al. (2002) et Spichiger et al. (2002), la fève est classée comme suit :

Clade	: Spermaphytes
Clade	: Angiospermes
Clade	: Euangiospermes
Clade	: Eudicotylédones
Clade	: Rosidées
Ordre	: Fabales
Famille	: Fabacées
Sous famille	: Faboïdées
Genre	: <i>Vicia</i>
Espèce	: <i>Vicia faba</i> L.

3.3.3. Dispositif expérimental

Un dispositif expérimental a été installé, il est composé de blocs disposés en deux rangs. Les blocs sont des unités expérimentales répétées trois fois. Un bloc est composé de trois quadrats faits de 1m² chacun. La distance séparant les blocs entre eux est de 50cm. Les blocs sont orientés nord-sud afin qu'ils soient bien exposés au soleil. (fig.24).

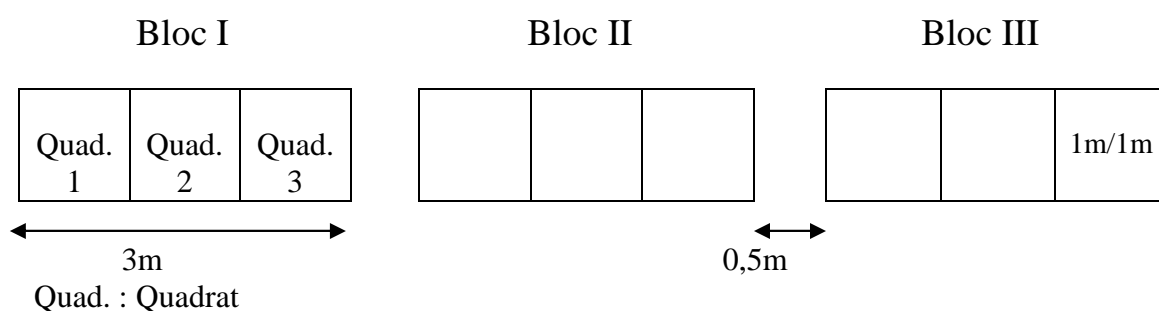


Fig. 24: Schéma du dispositif expérimental

3.3.3.1. Système de plantation de la fève

La variété de la fève utilisée dans la présente expérimentation est *Vicia faba* L. var. *major* Hartz (fève maraîchère ou variété locale). La plantation de la légumineuse est effectuée en lignes au niveau de chaque quadrat. Les graines semées sont écartées entre elles de 20cm de façon à ce que les tiges soient réparties régulièrement dans la parcelle. Les semis ont été réalisés le 10 décembre 2003 à raison de 25 plants par m² ou quadrat.

3.3.3.2. Expérimentation sur le mode de la pollinisation

Pour mettre en évidence l'impact de la pollinisation par les apoïdes sur le rendement grainier chez la fève, nous avons procédé aux encagements des parcelles avant le début de la floraison. Le système d'encagement des blocs comprend les variantes ou modes suivants :

Blocs encagés :

L'encagement des blocs est réalisé afin d'interdire l'accès aux insectes pollinisateurs. Il a été conçu de sorte que les abeilles ne puissent pas accéder aux fleurs. Trois blocs de 3m² chacun sont fermés à l'aide de tulle ou toile en matière plastique de type moustiquaire (mailles de 1,7mm de côté). La hauteur de la cage est de 2m. Ce système réduirait en partie certains paramètres climatiques tels que la vitesse du vent, la température, l'humidité relative de l'air et l'intensité lumineuse.

Blocs libres ou non engagés

Trois autres blocs sont laissés libres d'accès aux pollinisateurs. Ce sont des blocs témoins et laissés sous la dépendance totale des facteurs de l'environnement.

3.3.3.3. Suivi de la phénologie de la fève

Chaque pied de fève est un tallage constitué d'une à quatre tiges. Les inflorescences sont des grappes de six fleurs en moyenne. Elles sont situées à la base des feuilles. Sur les tiges on trouve deux espaces bien séparés : l'apex constitué par les jeunes feuilles et les inflorescences, tandis que la partie inférieure contient les différents étages de gousses.

Les étapes de la floraison sont décrites par Delbrassine et Rasmont (1988). Selon ces auteurs, le début de la floraison commence lorsque la moitié des espèces végétales a commencé à fleurir, et que la fin de la floraison correspond au moment où la moitié des espèces végétales n'a plus de fleurs.

Un premier travail a consisté à compter le nombre de fleurs. Les comptages sont effectués en milieu d'après midi, l'heure qui correspond à l'ouverture optimale de la fleur. Ce comptage permet d'estimer le nombre moyen des fleurs épanouies qui sont donc susceptibles d'être butinées par les insectes. La densité de fleurs est déterminée tous les deux jours à partir de la floraison de la fève entre le 12 et le 28 mars de l'année 2003. L'unité d'échantillonnage est le pied ou plant. Dans chacun des blocs (3 x 1m²), le nombre de fleurs par pied de fève est compté.

3.3.3.4. Inventaire et densité de la faune pollinisatrice

Parallèlement au comptage des fleurs, il est procédé à celui des agents pollinisateurs pour déterminer leur densité dans la culture de fève. Pour ce faire, la méthode dite du quadrat est adoptée (Lecomte, 1962 ; Banaszak, 1980 ; Sonnet et Jacob-Remacle, 1987; Abrol, 1988). Cette méthode permet également l'étude de la densité florale. Pour l'étude de ces deux critères, au moyen de fils et de pieux 3 blocs de trois quadrats chacun sont délimités.

Les observations se sont déroulées pendant la phase de pleine floraison durant la deuxième quinzaine du mois de mars. Le comptage des individus butineurs s'est effectué tous

les deux jours du 15 au 28 mars. L'observateur parcourt lentement pendant au moins 5mn, chacun des blocs. Les comptages se font chaque heure de 8h jusqu'à 16h. Ainsi, le nombre d'abeilles par m² est évalué.

Les abeilles capturées sont identifiées par le Professeur P. Rasmont pour les espèces des genres *Bombus* et *Anthophora* et par M. Terzo pour les espèces des genres *Eucera*, *Lasioglossum* et *Xylocopa*.

Par ailleurs, pour l'étude de la densité des abeilles, la méthode la plus utilisée actuellement pour comparer les densités des pollinisateurs dans les cultures est adoptée (Pierre et al., 1997,1999). Cette méthode consiste à rapporter le nombre d'insectes dénombrés à un nombre défini de 100 fleurs. Afin d'expliquer la relation entre la densité des fleurs et celle des butineurs, le test de coefficient de corrélation linéaire est utilisé.

3.3.3.5. Etude de l'activité de butinage des apoïdes et influence des facteurs climatiques sur cette activité

L'activité journalière, l'activité saisonnière des pollinisateurs ainsi que leur tendance alimentaire sont étudiées. Pour ce faire, l'activité de butinage des principales espèces pollinisatrices de la fève est observée pendant toute la période de floraison de cette légumineuse (du 12 au 28 mars 2003). En outre, afin d'expliquer le comportement des abeilles, leur activité est observée en fonction des principaux paramètres écologiques ou climatiques, en l'occurrence, la température, l'humidité relative de l'air et le vent. Les différentes espèces d'abeilles solitaires et l'abeille domestique notées sur les fleurs de fève sont alors suivies tout au long de la période de floraison à raison de 9 comptages par jour.

3.3.3.6. Comportement de butinage des apoïdes

Les diverses espèces d'abeilles ne présentent pas la même efficacité pollinisatrice. Leur posture change selon qu'elles cherchent le nectar ou le pollen. Les xylocopes et le bourdon *Bombus terrestris* auct. se limitent à butiner le nectar après avoir percé un trou à la base de la corolle. Une fraction d'abeilles domestiques empruntent ces trous pour prélever le nectar. Ce genre de visites est appelé visites négatives, ne permettant pas de féconder la fleur. Beaucoup d'autres espèces butinent le nectar et le pollen par l'ouverture naturelle de la corolle des

fleurs. Ces visites frontales déclenchent la colonne staminale qui entre ainsi en contact avec le stigmate (Stoddard et Bond, 1987). Dans un tel cas, les déplacements de l'abeille entre les fleurs peuvent assurer l'allogamie (Carré et al. 1994). C'est aussi le cas des abeilles solitaires qui butinent souvent toutes positivement (Stoddard et Bond, 1987) et de plusieurs espèces de bourdons tels que *Bombus hortorum* L., 1761, *B. agrorum* L. et *B. ruderatus* Scopoli, 1763 (Newton et Hill, 1983 ; Mesquida et al., 1990).

Afin d'évaluer l'efficacité pollinisatrice des principales espèces d'apoïdes sur les fleurs de fève, nous avons procédé à des observations du comportement de butinage pour comprendre la nature des visites (positives ou négatives). Le nombre de spécimens pris pour chacune des quatre espèces étudiées varie entre 147 et 437. Un deuxième paramètre qui permet de déterminer l'efficacité pollinisatrice a été pris en considération. Il consiste en la mesure de la vitesse de butinage, sachant que la cadence à laquelle les fleurs sont butinées varie selon les espèces pollinisatrices. Cette efficacité est mesurée par le nombre de fleurs butinées (Richard et Edwards, 1988). A l'aide d'un chronomètre, le déplacement des abeilles est suivi en comptant le nombre de fleurs visitées par minute. Ensuite le nombre moyen des fleurs visitées par minute est calculé pour estimer leur rapidité. Nous avons observé 45 spécimens pour chaque espèce. Une seule visite est comptabilisée par insecte. Les résultats sont soumis au traitement statistique simple par le calcul des moyennes.

3.3.3.7. Evaluation de l'incidence de la pollinisation entomophile sur le rendement grainier

Plusieurs paramètres sont mesurés pour comparer les rendements des parcelles libres et des parcelles engagées. Plusieurs composantes du rendement sont prises en considération. La longueur de 85 gousses vertes a été mesurée à l'aide d'une règle graduée. Pour quantifier cette longueur, les gousses situées sur les premiers étages et prêtes à la consommation sont prises en considération. Le poids moyen de la récolte par quadrat, le poids moyen de graines par plant, le poids moyen de graines par gousse sont calculés à partir de 30 échantillons de 5 graines chacun tirées aléatoirement de la récolte. Le nombre moyen de gousse par plant et le nombre moyen de graines par plant sont obtenus sur un total de 25 tiges pour chaque parcelle à raison d'une tige par pied de fève. Les comptages et les pesées des graines sont réalisés après la récolte qui a été effectuée au stade de maturité lorsque les gousses sont noires et

sèches. Quant au pourcentage d'avortement, il est obtenu par le rapport du nombre de graines avortées au nombre total de graines par 100.

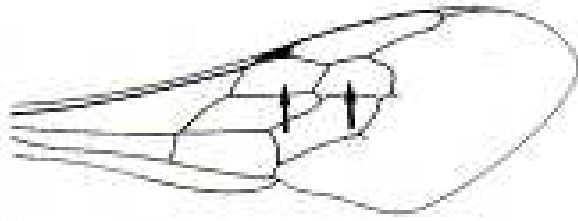
3.4. Techniques d'identification des Apoidea

Les abeilles sont déterminées à partir d'un certain nombre de caractères morphologiques et anatomiques particuliers décrits dans diverses clés d'identifications.

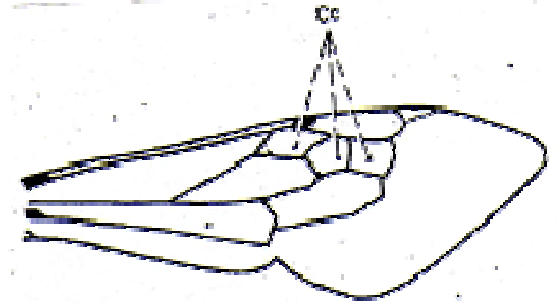
3.4.1. Caractères morphologiques et anatomiques utilisés dans l'identification

Sur le terrain, certains traits permettent de reconnaître certains groupes d'abeilles qu'un non initié peu facilement confondre avec des Diptères Syrphidae. L'abeille domestique *Apis mellifera* peu être également confondue avec certaines abeilles solitaires telles que les Andrenidae. Elle se distingue par la présence au niveau des pattes postérieures d'une corbeille à pollen et d'une brosse ce qui l'éloigne des Diptères. D'autre part, le pollen transporté dans les corbeilles forme une pelote humidifiée de nectar alors que chez les abeilles solitaires le pollen est visiblement poudreux et sec. Les bourdons sont reconnaissables à leur taille plus robuste et à leur pilosité très dense bi ou tricolores. Les abeilles solitaires se présentent sous différentes formes : corps élancé ou trapu, plus ou moins poilu, ou dépourvu de poils, coloration jaune et noire, brune, rouge et noire ou encore noire avec des reflets bleus ou verts.

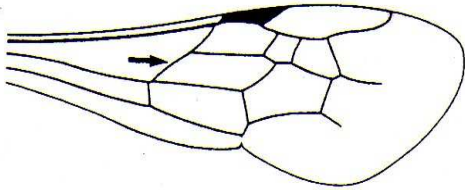
L'examen minutieux de certaines parties du corps joue un rôle important dans la détermination des familles, des genres et des espèces. Par exemple, le nombre, la forme et la taille des cellules cubitales des ailes antérieures ; la forme de certaines nervures alaires (Fig. 25) ainsi que la forme et la longueur de la langue (Fig.3 et 4) sont les critères les plus utilisés dans l'identification des familles. Les espèces d'abeilles sont d'abord triées par familles et par genre sous une loupe binoculaire. La détermination des espèces est réalisée avec le concours des spécialistes étrangers.



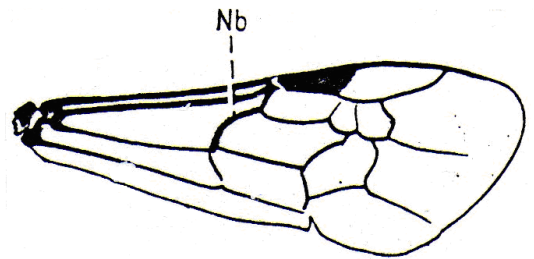
(a) Nervation d'une aile de *Megachile* avec deux cellules cubitales (flèches)



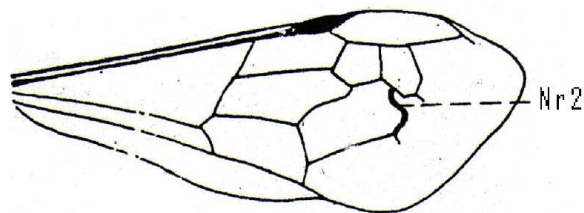
(b) Nervation d'une aile d'*Anthophora* avec trois cellules cubitales (Cc).



(c) Aile antérieure d'une *Andrène* (*Andrena*) avec 3 cellules cubitales et une nervure basale à peine arquée (flèche).



(d) Aile antérieure d'un *Halicte* (Halictidae) avec 3 cellules cubitales et une nervure basale nettement incurvée.



(e) Aile antérieure d'une *Colletes* (Colletidae), Nr2, seconde nervure récurrente en forme de S.

Fig. 25 : Schéma des ailes antérieures des apoïdes (d'après Michener, 1944).

Beaucoup d'autres caractères anatomiques permettent également de distinguer les familles d'Apoidea. Par exemple chez les Andrenidae, sous chaque fossette antennaire, deux sutures subantennaires délimitent des aires subantennaires définies (fig.26).

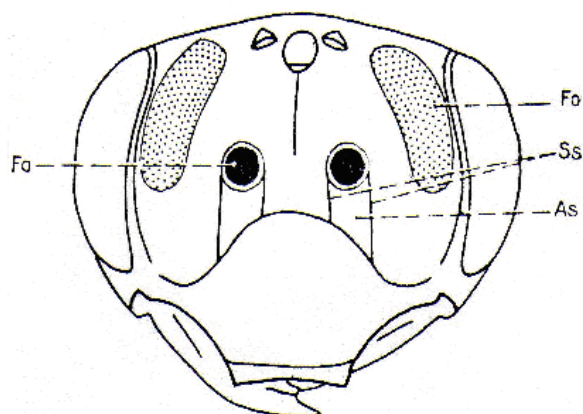


Fig. 26 : Face d'une femelle d'Andrena. As, aire subantennaire ; Fa, fossette antennaire ; Fo, fovea faciale ; Ss, sutures subantennaires (d'après Michener, 1944).

3.4.2. Clé dichotomique

Cette clé dichotomique est établie par Plateaux-Quenu (1972), Batra (1977a) et simplifiée par Louadi (1999a). Elle est conçue afin de permettre une identification des familles et des genres et de s'initier à la détermination des apoïdes en général. L'identification des espèces reste cependant à l'appréciation des auteurs spécialistes.

- 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 (Fig.25b).....**2**
- Ailes antérieures avec 2 cellules cubitales (Fig.25a)..... **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 de 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 grande que la 2^{ème} ; femelle avec brosse ; mâle sans plaque pygidiale.....**10**
10. Nervure basale des ailes antérieures rectiligne (Fig.25c).....*Andrenidae (Andrena)*
- Nervure basale fortement courbée (Fig.25d).....**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 (Fig.)
..... *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 femelle.....*Megachilidae (Megachile et Chalicodoma)*
- Brosse absente chez les femelles.....*Megachilidae (Stelis)*

3.5. Gestion des données faune-flore

Les données sur les abeilles sont gérées au moyen du logiciel Data Fauna Flora (DFF) (Barbier apoïdes 2002, version 02). Ce logiciel permet de donner la statistique correspondante à la diversité et la phénologie des espèces d'abeilles rencontrées. Il permet d'établir les indices de diversité et de recenser les plantes visitées par les différentes espèces d'apoïdes.

Pour la gestion des données, chaque individu capturé doit porter au préalable une étiquette de données de format réduit à 65% (2 x 1cm). L'objectif de cet étiquetage est d'avoir sur chaque spécimen toutes les informations essentielles. Il faut donc qu'elles puissent tenir sur une ou plusieurs étiquettes épinglées sous le spécimen. Ainsi, les informations essentielles liées aux spécimens ne seront pas perdues. Les étiquettes sont rectangulaires et présentent chacune quatre à cinq lignes. On peut utiliser des abréviations si elles sont parfaitement

explicites. L'étiquette doit être conçue sous la forme ci-dessous et doit porter les mentions suivantes :

Pays, province	Algérie, Tizi-Ouzou
Wilaya, localité	Tizi-Ouzou, Boukhalfa
Coordonnées et altitude	36°43'N, 4°00'E 100m
Date de récolte	15 / V / 02
Plante visitée	<i>S/Centaurea palluta</i>
Légataire Aouar-sadli	Leg. Aouar-Sadli

3.6. Méthodes d'analyses des données appliquée aux espèces apoïdes

Pour l'analyse de la diversité des abeilles sauvages deux catégories d'indices sont utilisées : les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure.

3.5.1. Analyse quantitative

L'étude de l'aspect quantitatif de l'entomofaune étudiée s'appuie sur les indices écologiques de composition. Les paramètres analysés sont : les fréquences et les richesses spécifiques. Pour chaque espèce, nous avons reporté la fréquence absolue (Nind.) et la fréquence relative (% Nind.) qui exprime l'abondance relative de chaque espèce par rapport à l'ensemble de la faune des apoïdes recensés. Le nombre d'occurrences (données) (Occ.) et leurs pourcentages sont également notés. Ce nombre exprime le nombre de fois qu'un taxon est capturé ou observé.

3.5.2. Analyse qualitative

L'aspect qualitatif de l'entomofaune étudiée est montré par les indices écologiques de structure. Il s'agit de la diversité de Shannon-Weaver, de l'indice de concentration et de l'équirépartition des espèces inventoriées.

3.6.2.1. Diversité spécifique

L'indice de diversité considéré ici est l'indice de Shannon-Weaver (1963) qui est le plus couramment utilisé dans la littérature. Selon Ramade (1984) cet indice est basé sur la formule suivante :

$$\mathbf{H'} = - \sum_{i=1}^n \mathbf{p_i \log_2 p_i}$$

ou

$$\mathbf{H'} = - \sum_{i=1}^n (\mathbf{N_i / N}) \log_2 (\mathbf{N_i / N})$$

H' : indice de diversité exprimé en bits
Pi = ni / N est la probabilité de rencontrer l'espèce i
n : nombre d'espèces
Ni : nombre d'individus d'une espèce donnée
N : nombre totale d'individus de la collection
log₂ = logarithme à base de 2

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.

3.6.2.2. Equirépartition des espèces

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équirépartition E (Blondel 1979), appelé également indice d'équitabilité, qui représente le rapport de la diversité observée H' à l'indice maximal théorique dans le peuplement (H' max). Cet indice peut varier de 0 à 1, il 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 dates d'échantillonnage (Ramade, 1984).

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

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

N est le nombre total d'espèces

3.6.2.3. Concentration et uniformité

Le second indice utilisé est l'indice de Simpson (1949) qui mesure la concentration basée sur la probabilité selon laquelle deux individus du peuplement appartiennent à une même espèce.

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce.

$$\text{Concentration} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i (N_i - 1)}{N (N - 1)}$$

n : nombre d'espèces

N_i : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

De cet indice découle l'indice de diversité spécifique de Greenberg (1956) cité par Southwood (1978) : **D = 1 - concentration.**

3.6.3. Quantification de la spécialisation alimentaire

La quantification du degré de la spécialisation alimentaire des abeilles sauvages est effectuée par deux indices de diversité (Jacob-Remacle, 1989b). Les visites florales sont

quantifiées par l'indice Simpson (I_s), la largeur de la niche alimentaire est exprimée par l'indice de Shannon-Weaver (H')

3.6.3.1. Concentration

Pour un taxon donné, le taux de butinage ou de visites observés telle famille ou espèce botanique correspond au pourcentage d'individus de ce taxon qui visitent cette famille ou cette espèce végétale, calculé par rapport à l'ensemble des visites florales effectuées par ce taxon. L'indice de Simpson varie entre 0 et 1 et indique la concentration des individus sur les plantes butinées. Plus l'indice se rapproche de l'unité et plus la concentration est importante. Cet indice traduit alors la probabilité que des individus d'un taxon donné se concentrent sur une ou plusieurs plantes, il nous permettra d'évaluer la spécialisation alimentaire des espèces observées. Cet indice s'écrit :

$$I_s = \frac{\sum_{i=1}^q n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

n_i : nombre de visites observées sur l'éniesme plante

N : nombre total de visites observées sur l'ensemble des plantes (q).

3.6.3.2. Niche alimentaire

La largeur de la niche alimentaire des abeilles indique également leur degré de spécialisation alimentaire. Elle est exprimée par l'indice de Shannon-Weaver (H') déjà décrit dans la diversité spécifique. Cet indice sera d'autant plus élevé si le nombre de plantes butinées est important, également si les abeilles d'un taxon donné sont réparties équitablement sur les différentes plantes.

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

$p_i = n_i/N$ est la proportion de visites sur l'éniesme plante

\log_2 = logarithme à base de 2

3.7. Tests statistiques utilisés

L'étude de la répartition spatiale des espèces d'Apoides recensés est interprétée par l'analyse factorielle des correspondances ou A.F.C. qui est une méthode descriptive qui permet l'analyse des correspondances entre deux variables qualitatives. A partir d'un tableau de valeurs 0 et 1, caractéristiques de l'absence ou de la présence de différents attributs, cette AFC permet d'établir un diagramme de dispersion unique dans lequel apparaissent à la fois chacun des caractères considérés et chacun des individus observés (Dagnelie, 1975).

Pour l'étude menée sur la tendance alimentaire quotidienne et saisonnière des abeilles, les résultats sont soumis aux traitements statistiques par l'analyse de la variance (Anova). La même méthode est utilisée pour expliquer les différences qui existent dans l'activité des abeilles entre les mois d'observation. Ce test statistique est également employé dans l'analyse du rendement de la fève *Vicia faba* L. En effet, les résultats obtenus sont soumis au traitement statistique par l'analyse de la variance (Anova) suivie du test de Newman et Keuls pour permettre la comparaison des moyennes entre les deux rendements grainiers de la fève, en présence et en absences apoïdes pollinisateurs et évaluer ainsi l'effet de la pollinisation de la fève par les abeilles rencontrées.

Pour mettre en évidence l'influence du nombre de fleurs de fève sur la densité d'abeilles butineuse, nous avons établie une analyse par l'utilisation la matrice du coefficient de corrélation linéaire (r) et de régression simple. L'influence des facteurs climatiques sur les populations d'abeilles est expliquée par le coefficient de corrélation linéaire. La représentation graphique de cette influence est effectuée par les droites de la régression linéaire simple.

Les résultats obtenus sont soumis au traitement statistique par l'analyse de la variance (Anova) suivie du test de Newman et Keuls pour permettre la comparaison des moyennes et évaluer ainsi l'effet de la pollinisation de la fève par les abeilles rencontrées.

CHAPITRE IV

RESULTATS

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

La faune des Apoidea de l'Algérie est longtemps restée mal connue. Quelques données restreintes et fragmentaires de différents auteurs se sont succédées au début du 20^{ème} siècle. Les travaux de Louadi (1999a, b), Louadi et Doumandji (1998 a, b), Tazerouti (2002), Louadi et al. (2007a, b), Banachour (2007) et Louadi et al. (2008) constituent les seules données récentes sur les peuplements d'abeilles sauvages de ce pays et sont venus compléter nos connaissances sur cet ordre d'insectes. La faune des apoïdes de notre région est étudiée selon plusieurs aspects.

4.1.1. Analyse globale de la faune

Dans l'analyse écologique et biogéographique, nous considérons les apoïdes sauvages sociaux et solitaires. L'abeille domestique a été écartée de cette analyse, elle n'est pas prise en compte pour éviter le risque de fausser la richesse spécifique et de donner une interprétation erronée des divers indices calculés.

4.1.1.1. Analyse du peuplement

La présente étude a permis de recenser 103 espèces réparties sur cinq familles qui sont les Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Mégachilidae, Apidae (Fig.27). La synthèse des travaux concernant la faune Apoidea d'Algérie nous a permis de comptabiliser un total de quelques 758 espèces. Nos résultats représentent donc une proportion de 13,6% du total des espèces recensées en Algérie (Tab.12).

Tableau 12: Nombre de genres et d'espèces par familles d'apoïdes recensés dans la région de Tizi-Ouzou.

Familles	Nb genres	Nb espèces	Nbre de spécimens
Colletidae	2	5	173
Andrenidae	2	16	243
Halictidae	6	22	454
Apidae	8	30	649
Mégachilidae	15	30	374
Total	32	103	1890

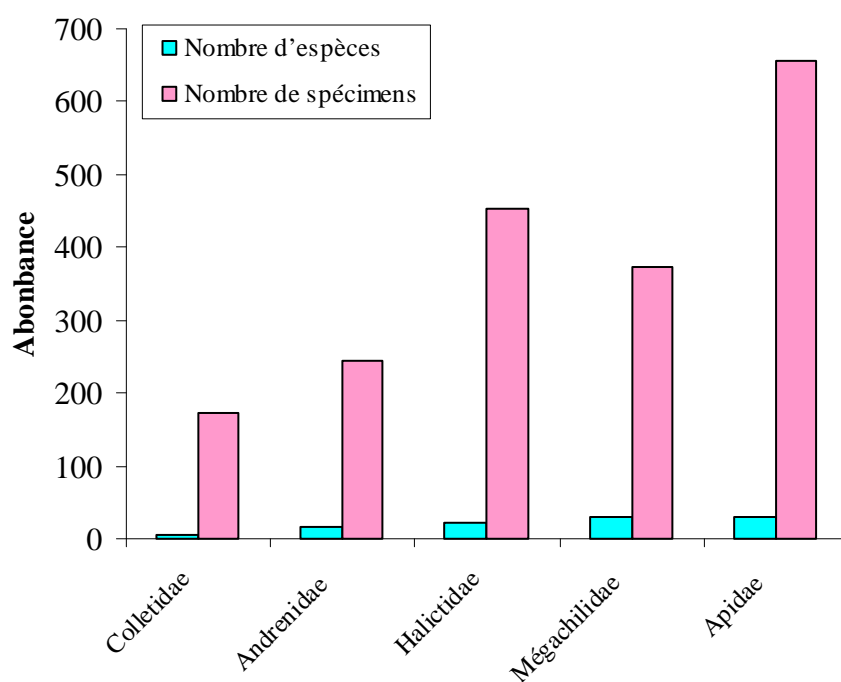


Fig. 27 : Abondances relatives des Familles d'apoïdes

Plus de 90% de nos abeilles ont été identifiées jusqu'à l'espèce voire même la sous-espèce, une minorité de taxons s'arrêtent au genre en raison de quelques difficultés de détermination.

Sur les 103 taxons recensés, 14 taxons sont, à notre connaissance des citations nouvelles pour la faune d'Algérie et 9 taxons sont endémiques de l'Afrique du Nord ou d'Algérie.

Les groupes d'apoïdes les mieux représentés sont les Apidae et les Halictidae (Tab. 15). Ils comptent respectivement 30 et 22 taxons, soit 34,28% et 23,98% de la faune totale ; viennent ensuite les Megachilidae (30 espèces, soit 19,75%), les Andrenidae (16 espèces, soit 12,83%) et enfin les Colletidae (5 espèces, soit 9,13%).

Parmi ces apoïdes certains sont des parasites d'autres abeilles. Ces espèces parasites sont celles appartenant aux genres *Sphecodes* (Halictidae), *Nomada* (Anthophoridae) et *Stelis* (Megachilidae). L'apparition de ces types de parasites dans une région est corrélative avec la présence de l'hôte habituel.

4.1.1.2. Synthèse des espèces inventoriées en Algérie

Comme nous l'avons déjà signalé, les apoïdes d'Algérie et de l'Afrique du Nord en général ont fait l'objet de travaux assez rares. Mais cela ne nous empêche pas pour autant de comparer du mieux que l'on peut, nos résultats à ces seuls travaux considérés comme référents à travers une synthèse du nombre d'espèces recensées (Tab.13).

Tableau 13 : Comparaison des inventaires spécifiques d'Apoïdes d'Algérie.

Auteurs	Familles							Total
	Colletidae	Melittidae	Andrenidae	Halictidae	Anthophoridae	Mégachilidae	Apidae	
Lepeletier (1841)	-	-	11	4	18	6	-	39
Lucas (1849)	4	-	28	13	72	40	2	159
Saunders (1901,1908)	27	2	63	55	108	101	3	359
Alfken (1914)	9	2	67	57	96	100	-	331
Morice (1916)	2	-	7	5	9	9	1	33
Schulthess (1924)	9	-	26	27	57	49	-	168
Dusmet et Alonso (1928)	-	-	-	-	7		-	7
Cockerell (1931)	-	-	-	-	3		-	3
Benoist (1924, 1961)	9	-	38	11	9	17	-	84
Friese (1969)	-	-	-	-	132		-	132
Daly (1983)	-	-	-	-	9		-	9
Zanden (1994, 1995, 1996)	-	-	-	-	-	6	-	6
Rich (1997)	-	-	-	-	2		-	2
Louadi (1999a)	-	-	6	16	16	16	2	56
Tazerouti (2002)	-	-	5	10	13	2	3	33
présente étude	5	-	16	22	28	30	2	103

4.1.2. Liste des espèces recensées et taxonomie

L'inventaire des Apoïdes réalisé dans la région de Tizi-Ouzou, durant la période s'étalant sur 4 ans, dans différents habitats, dont : des friches, des prairies, des monocultures, des interfaces de champs, des talus bordant des routes, a permis de dénombrer 103 taxons d'abeilles sauvages. Les apoïdes répertoriés sont répartis entre les six familles dont nous reprenons la liste dans la nomenclature contemporaine. Leur synonymie utilisée dans la littérature est reprise entre parenthèses. Les espèces qui ne sont pas signalées par les auteurs en Algérie portent la mention « nouvelle espèce pour la faune d'Algérie ».

Nous dressons la liste exhaustive de l'ensemble des espèces d'abeilles que nous avons recensées. Pour chaque taxon, on y mentionne la synonymie communément reconnue. Les principaux ouvrages de référence à ce sujet sont ceux de Rasmont et al. (1995b) et Alfken (1914).

FAMILLE : COLLETIDAE

SOUS FAMILLE : **HYLAEINAE**

Genre *Hylaeus* Fabricius, 1793 (Morawitz, 1868)

Sg.*Prosopis* Fabricius, 1804

1. *H.(Prosopis) meridionalis* Förster, 1871
« nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »

2. *H.(Prosopis) pictus* Smith, 1953

Sg.*Dentigera* Popov, 1939

3. *H.(Dentigera)sp.*

Sg.*Patagiata* Blüthgen, 1949

4. *H.(Patagiata) sp.*

SOUS FAMILLE : **COLLETINAE**

Genre *Colletes* Latreille, 1802

Sg.*Colletes* sensu stricto

5. *C.(Colletes) similis* Schenck, 1853

FAMILLE : ANDRENIDAE

SOUS FAMILLE : PANURGINAE

Genre *Panurgus* Panzer, 1806

Sg. *Panurgus* sensu stricto

1. *P. (Panurgus) cephalotes* Latreille, 1811
2. *P. (Panurgus) calceatus* Pérez, 1895
= *P. algericus* Fr., 1897
« espèce endémique de l'Afrique du Nord »
3. *P. (Panurgus) pici* Pérez, 1895
« espèce endémique de l'Afrique du Nord »

SOUS FAMILLE : ANDRENINAE

Genre *Andrena* Fabricius, 1775

Sg. *Biareolina* Dours, 1873

4. *A. (Biareolina) lagopus* Latreille, 1809
= *perezella* (Dours, 1873)

Sg. *Chlorandrena* Pérez, 1890

5. *A. (Chlorandrena) rhyssonota* Pérez, 1896

ssp. *flava* Warncke, 1967

« nouvelle sous-espèce pour la faune d'Algérie »

Sg. *Chrysandrena* Hedicke, 1933

6. *A. (Chrysandrena) fulvago* Christ, 1791
« nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »

Sg. *Euandrena* Hedicke, 1933

7. *A. (Euandrena) bicolor* Fabricius, 1775

Sg. *Melandrena* Pérez, 1890

8. *A. (Melandrena) albopunctata* Rossi, 1792

9. *A. (Melandrena) assimilis* Radoszkowski, 1876

ssp. *barnei*

« nouvelle sous-espèce pour la faune d'Algérie »

10. *A. (Melandrena) nigroaenea* Kirby, 1802

11. *A. (Melandrena) thoracica* Fabricius, 1775
Sg. *Rufandrena* Warncke, 1968

12. *A. (Rufandrena) orbitalis* Morawitz, 1871
Sg. *Taeniandrena* Hedicke, 1933

13. *A. (Taeniandrena) poupillieri* Dours, 1872

14. *A. (Taeniandrena) ocreata* Christ, 1791
= *similis* Smith, 1849

Sg. *Zonandrena* Hedicke, 1933

15. *A. (Zonandrena) flavipes* Panzer, 1799

16. *A. rufiventris* Lepeletier

FAMILLE : HALICTIDAE

SOUS FAMILLE : HALICTINAE

Genre *Halictus* Latreille, 1804

Sg. *Seladonia* Robertson, 1918

1. *H. (Seladonia) smaragdulus* Vachal, 1895

2. *H. (Seladonia) gemmeus* Dours, 1872
= *H. cephalicus*, Blüthgen, 1922

3. *H. (Halictus) fulvipes* Klug, 1817
= *H. sexcinctellus* Dours, 1872

4. *H. (Halictus) scabiosae* Rossi, 1790
= *H. alternans* (Fabricius, 1793)
= *H. zebrus* Walckenaer, 1817

5. *Halictus pici* Pérez, 1895

6. *H. (Halictus) simplex* Blüthgen, 1923
= *H. ibex* Warncke, 1973
= *H. marchali*, Warncke, 1986

Genre *Lasioglossum* Curtis, 1833

Sg. *Lasioglossum* sensu stricto

7. *L. (Lasioglossum) bimaculatum* Dours, 1872
= *L. perezii* (Alfken, 1907)

8. *L. (Lasioglossum) callizonium* Pérez, 1896

9. *L. (Lasioglossum) clavipes* Dours, 1872
= *Halictus clavipes*

10. *L. (Lasioglossum) aegyptiellum* Srand,

Sg. *Evylaeus* Robertson, 1902

11. *L. (Evylaeus) malachurum* Kirby, 1802

12. *L. (Evylaeus) immunitum* Vachal, 1895
= *L. scariosus* (Perez, 1895)

13. *L. (Evylaeus) mediterraneum* Blüthgen, 1926

14. *L. (Evylaeus) pauperatum* Brullé, 1832
= *L. breviceps* (Saunders)
= *L. pullum* (Erichson, 1835)

15. *L. (Evylaeus) pauxillum* Schenck, 1853

16. *L. (Evylaeus) soror* Saunders, 1901
= *L. atrovirens* (Pérez, 1903)

17. *L. (Evylaeus) villosulum* Kirby, 1802
= *L. medinai* (Vachal, 1895)

18. *Lasioglossum* sp.

Genre *Sphecodes* Latreille, 1804

19. *S. pseudofasciatus* Blüthgen, 1925
= *S. croaticus* Meyer, 1922

Genre *Nomioides* Schenck, 1867

20. *N. facilis* Smith, 1853
« nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »

SOUS FAMILLE : NOMIINAE

Genre *Pseudapis* Kirby, 1800
= *Nomia* auctt., partim

21. *Nomia algeriensis* Warnke, 1976
« espèce endémique de l'Algérie »

SOUS FAMILLE : DUFOUREINAE

Genre *Dufourea* Lepeletier, 1841
Sg. *Dufourea* sensu stricto

22. *D. (Dufourea) halictula* Nylander, 1852
= *Rophites halictulus* Nylander, 1852
= *D. minuta* auct. nec Lepeletier, 1841

« nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »

FAMILLE : APIDAE

SOUS FAMILLE : ANTHOPHORINAE

Genre *Anthophora* Latreille, 1803

Sg. *Anthophora* sensu stricto

1. *A. (Anthophora) subterranea* Germar, 1826

« nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »

A. (Anthophora) plumipes Pallas, 1772

=*A. acervorum* (L., 1758)

2. ssp. *plumipes*

« nouvelle sous-espèce pour la faune d'Algérie »

3. ssp. *pennata* Lepeletier, 1841

=*A. acervorum pennata* Alfken, 1914

Sg. *Lophanthophora* Brooks, 1988

4. *A. (Lophanthophora) dispar* Lepeletier, 1841

Sg. *Paramegilla* Friese, 1897

5. *A. (Paramegilla) quadricolor* Erichson, 1840

Sg. *Pyganthophora* Brooks, 1988

Genre *Amegilla* Friese, 1897

Sg. *Zebramegilla* Brooks, 1988

6. *A. (Zebramegilla) albigena* Lepeletier, 1841

=*A. leucomelana* (Illiger, 1806)

ssp. *talaris*

Sg. *Amegilla* sensu stricto

7. *A. (Amegilla) quadrifasciata* De Villers, 1790

ssp. *quadrifasciata* De Villers, 1790

Genre *Eucera* Scopoli, 1770

Sg. *Eucera* Scopoli, 1770

8. *E. (Eucera) graeca* Radoszkowski, 1876

=*E. nitdiventris* Mocsary, 1879

9. *E. (Eucera) nigrilabris* Lepeletier, 1841

10. *E. (Eucera) numida* Lepeletier, 1841

11. *E. (Eucera) pannonica* Mocsary, 1878

- « nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »
12. *E.(Eucera) spathulata* Gribodo, 1893
= *E. saundersii* Friese, 1899)
« espèce endémique de l'Afrique du Nord »

Sg. *Hetereucera* Tkalcu, 1978

- 13. *E.(Hetereucera) pulveracea*** Dours, 1873

Sg. *Pteneucera* Tkalcu, 1984

- 14. *E.(Pteneucera) eucnemidea*** Dours, 1873

- 15. *E.(Pteneucera) nigrifacies*** Lepeletier, 1841

Sg. *Rhyteucera* Sitdikov & Pesenko, 1988

- 16. *E.(Rhyteucera) parvula*** Friese, 1895

Sg. incertum

- 17. *E.(S.i.) notata*** Lepeletier, 1841

- 18. *E.(S.i.) decolorata*** Gribodo, 1893
« espèce endémique de l'Afrique du Nord »

Genre *Tetralonia* Spinola, 1838
= *Macrocera* Latreille

- 19. *T. malvae*** Rossi, 1790
= *T. macroglossa* (Illiger, 1806)
= *T. albida* (Lepeletier, 1841)

SOUS FAMILLE : XYLOCOPINAE

Genre *Xylocopa* Latreille, 1802
Sg. *Xylocopa* Latreille sensu stricto

- 20. *X.(Xylocopa) valga*** Gerstaecker, 1872

- 21. *X.(Xylocopa) violacea*** L., 1758

Sg. *Copoxyla* Maa, 1954

- 22. *X.(Copoxyla) iris*** Christ, 1791
= *X. cyanescens* Brullé, 1832

- ssp. *Cupripennis* Smith, 1874
= *Xylocopa cupri* Smith, 1874
= *Xylocopa alicae* Cockerell, 1931
« sous espèce endémique d'Afrique du Nord »

Genre *Ceratina* Latreille, 1802

Sg. *Ceratina* sensu stricto

23. *C.(Ceratina) cucurbitina* Rossi, 1792

24. *C.(Ceratina) parvula* Smith, 1854
= *C. pygmaea* Lichtenstein, 1872

Sg. *Euceratina* Hirashima, MoureDaly, 1971

25. *C.(Euceratina) callosa* Fabricius, 1794

ssp. *algeriensis*

26. *C. (Euceratina) saundersi* Daly, 1983

27. *C. (Euceratina) albosticta* Cockerell, 1931

SOUS FAMILLE : **NOMADINAE**

Genre *Nomada* Scopoli, 1770

28. *N.basalis* Herrich-Schäffer, 1839
= *N. flavomaculata* Lucas, 1847, Dusmet, 1913
= *N. regalis* Morawitz, 1870
= *N. andalusica* Schmiedeknecht, 1882

SOUS FAMILLE : **BOMBINAE**

Genre *Bombus* Latreille, 1802

Sg. *Bombus* sensu stricto

29. *B.(Bombus) terrestris* Linnaeus, 1758

Sg. *Megabombus* Dalla Torre, 1880

30. *B.(Megabombus) ruderatus* (Scopoli, 1763)

SOUS FAMILLE : **APINAE**

Genre *Apis* L., 1758

31. *A. mellifera* L., 1758

FAMILLE : **MEGACHILIDAE**

SOUS FAMILLE : **LITHURGINAE**

Genre *Lithurgus* Latreille, 1825

1. *L.chrysurus* Fonscolombe, 1834
= *L.analis* Lepeletier, 1841

=*L.haemorroidalis* Lepeletier, 1841
=*L.chrysurus* var. *siculus* Pérez, 1897

2. *L.cornutus* Fabricius, 1787

SOUS FAMILLE : **MEGACHILINAE**

Genre *Creightonella* Cockerell, 1908

3. *C. albisecta* Klug, 1817

Genre *Chalicodoma* Lepeletier, 1841
Sg. *Chalicodoma* sensu stricto

4. *C.(Chalicodoma) sicula* Rossi, 1792

ssp. *balearica* Tkalù

Genre *Megachile* Latreille, 1802

5. *M.(Eutricharaea) pilidens* Alfken, 1924
=*M.argyrea* Cockerell, 1931

Sg. *Macromegachile* Noskiewicz, 1948

6. *M.(Macromegachile) lagopoda* L., 1761

Sg. *Megachile* sensu stricto

7. *M.(Megachile) centuncularis* L., 1758
« nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »

Sg. *Neoeutricharaea* Rebmann, 1967

8. *M.(Neoeutricharaea) apicalis* Spinola, 1808
= *M. mixta* Costa, 1863
= *M. dimidiaventris* Dours, 1873
= *M. massiliensis* Pérez, 1902

9. *M.(Neoeutricharaea) fertoni* Pérez, 1896
« nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »

Genre *Coelioxys* Latreille, 1809
Sg. *Allocoelioxys* Tkalcu, 1974

10. *C.(Allocoelioxys) ruficauda* Lepeletier, 1841
= *C. obtusa* Pérez, 1884
= *C. erythrura* Spinola, 1838]

Genre *Anthocopa* Lepeletier & Serville, 1825
Sg. *Erythrosmia* Schmiedeknecht, 1885

11. *A.(Erythrosmia) andreoides* Spinola, 1808

Sg. *Hoplosmia* Thomson, 1872

12. *A. (Hoplosmia) spinolosa* Kirby, 1802
= *A. euchreiformis* Radoszkowski, 1882

Genre *Hoplitis* Klug, 1807
Sg. *Hoplitis* sensu stricto

13. *H. perezii* Fertton, 1895
« nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »

Genre *Osmia* Panzer, 1806
Sg. *Chalcosmia* Schmiedeknecht, 1885

14. *O. (Chalcosmia) caerulea* L., 1758

ssp. *cyanea* Fabricius, 1793
« sous espèce endémique d'Algérie »

15. *O. (Chalcosmia) fulviventris* Panzer, 1798

16. *O. (Chalcosmia) latreillei* Spinola, 1806

ssp. *iberoafricana* Peters, 1975
« nouvelle sous-espèce pour la faune d'Algérie »

17. *O. (Chalcosmia) notata* Fabricius, 1804
= *O. melanogaster* Spinola, 1806

Sg. *Osmia* sensu stricto

18. *O. (Osmia) rufa* L., 1758
= *O. (O.) bicornis* (L., 1758)

19. *O. (Osmia) tunensis* Lepeletier,
« espèce endémique de la Tunisie et d'Algérie »

Genre *Chelostoma* Latreille, 1809
Sg. *Chelostoma* sensu stricto

20. *C. (Chelostoma) campanularum* Kirby, 1802
= *C. florissomne* auct. nec L., 1758

21. *(Chelostoma) grande* Nylander, 1852

22. *Chelostoma* sp.

Genre *Heriades* Spinola, 1808
Sg. *Heriades* sensu stricto

23. *H. crenulatus* Nylander, 1856
= *Osmia punctatissima* Lepeletier, 1841

Genre *Anthidium* Fabricius, 1804
Sg. *Anthidium* sensu stricto

24. *A. (Anthidium) diadema* Latreille, 1809

25. *A. (Anthidium) manicatum* L., 1758

ssp. *barbarum* Lepeletier, 1841

« sous espèce endémique d'Algérie et du Maroc »

Genre *Icteranthidium* Michener, 1948

27. *I. ferrugineum* Fabricius, 1787

ssp. *discoïdale* Latreille, 1809

« sous espèce endémique d'Algérie et du Maroc »

Genre *Pseudoanthidium* Friese, 1898

Sg. *Pseudoanthidium* sensu stricto

28. *P. (Pseudoanthidium) lituratum* Panzer, 1801

Genre *Rhodanthidium* Isensee, 1927

29. *R. (Rhodanthidium) siculum* Spinola, 1838

= *R. andrei* (Mocsary, 1884)

= *R. fontanesii* (Lepeletier, 1841)

Genre *Stelis* Panzer, 1806

Sg. *Stelis* sensu stricto

30. *S. (Stelis) punctulatissima* Kirby, 1802

« nouvelle espèce pour la faune d'Algérie »

4.1.3. Aires de répartition des abeilles sauvages

Les résultats relatifs à la répartition spatiale des espèces d'abeilles sauvages répertoriées au cours de la période allant de 1999 à 2003 sont présentés dans le tableau 13. Ces résultats sont exploités par la méthode statistique qui est l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) exprimée par la figure 11. Ceci a permis de déceler les espèces et les groupes d'espèces appartenant à une ou plusieurs localités.

4.1.3.1. Répartition des Apoïdes dans les stations d'études

La présence et l'absence des différentes espèces d'abeilles dans les localités prospectées sont désignés par les symboles (+) indiquant la présence et (-) l'absence.

Tableau 14 : Répartition des espèces d'abeilles sauvages dans les stations d'étude

Espèces \ Localités	Beni-Douala	Boukhalfa	Fréha	Makouda
Colletidae (5 Taxons)				
<i>Colletes similis</i>	+	-	-	+
<i>Hylaeus meridionalis</i>	+	+	+	-
<i>Hylaeus pictus</i>	-	-	-	+
<i>Hylaeus (Dentigera) sp.</i>	+	-	+	+
<i>Hylaeus (Patagiata) sp.</i>	+	+	+	+
Andrenidae (16 Taxons)				
<i>Andrena albopunctata</i>	-	-	+	-
<i>Andrena assimilis barnei</i>	-	-	+	-
<i>Andrena bicolor</i>	+	+	-	-
<i>Andrena flavipes</i>	+	-	+	+
<i>Andrena fulvago</i>	+	-	-	+
<i>Andrena lagopus</i>	-	-	+	-
<i>Andrena nigroaenea</i>	-	-	+	-
<i>Andrena ocreata</i>	+	-	-	+
<i>Andrena orbitalis</i>	+	-	+	-
<i>Andrena poupillieri</i>	-	-	-	+
<i>Andrena rhyssonota flava</i>	+	-	-	-
<i>Andrena rufiventris</i>	-	-	-	+
<i>Andrena thoracica</i>	-	-	+	+
<i>Panurgus calceatus</i>	-	-	-	+
<i>Panurgus cephalotes</i>	-	-	+	-
<i>Panurgus pici</i>	+	+	+	+
Halictidae (22 Taxons)				
<i>Dufourea halictula</i>	-	+	-	-
<i>Halictus fulvipes</i>	+	+	+	+
<i>Halictus gemmeus</i>	+	+	+	+
<i>Halictus pici</i>	-	-	+	-
<i>Halictus scabiosae</i>	-	+	+	+
<i>Halictus simplex</i>	+	-	+	+
<i>Halictus smaragdulus</i>	+	-	-	+
<i>Lasioglossum sp.</i>	+	-	-	+
<i>Lasioglossum aegyptiellum</i>	-	+	+	-
<i>Lasioglossum bimaculatum</i>	+	+	+	-
<i>Lasioglossum callizonium</i>	+	-	+	-
<i>Lasioglossum clavipes</i>	-	-	+	+
<i>Lasioglossum immunitum</i>	-	+	-	-
<i>Lasioglossum malachurum</i>	+	+	-	+
<i>Lasioglossum mediterraneum</i>	-	+	+	+
<i>Lasioglossum pauperatum</i>	-	-	-	+
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	+	+	+	+
<i>Lasioglossum soror</i>	-	+	-	+
<i>Lasioglossum villosulum</i>	+	+	+	+
<i>Nomia algeriensis</i>	-	-	+	-
<i>Nomioides facilis</i>	-	-	+	-
<i>Sphecodes pseudofasciatus</i>	-	-	+	+
Apidae (30 Taxons)				
<i>Amegilla albigena talaris</i>	+	-	-	-
<i>Amegilla quadrifasciata quadrifasciata</i>	+	-	-	-
<i>Anthophora dispar</i>	+	-	-	+
<i>Anthophora plumipes pennata</i>	+	+	-	+
<i>Anthophora plumipes plumipes</i>	-	+	+	+
<i>Anthophora quadricolor</i>	+	-	-	-

<i>Anthophora subterranea</i>	+	-	-	-
<i>Ceratina albosticta</i>	+	+	+	+
<i>Ceratina callosa algeriensis</i>	-	-	+	-
<i>Ceratina cucurbitina</i>	+	+	+	+
<i>Ceratina parvula</i>	-	+	-	-
<i>Ceratina saundersi</i>	+	-	+	+
<i>Eucera decolorata</i>	+	-	+	+
<i>Eucera eucnemidea</i>	-	+	+	-
<i>Eucera nitidiventris</i>	-	+	+	+
<i>Eucera nigrifacies</i>	+	+	+	-
<i>Eucera nigrilabris</i>	-	+	+	-
<i>Eucera notata</i>	+	+	+	+
<i>Eucera numida</i>	+	+	+	+
<i>Eucera pannonica</i>	-	-	-	+
<i>Eucera parvula</i>	-	+	+	+
<i>Eucera pulveracea</i>	-	+	+	-
<i>Eucera spatulata</i>	-	-	+	-
<i>Nomada basalis</i>	-	-	+	-
<i>Tetralonia macroglossa</i>	-	-	-	+
<i>Xylocopa iris cupripennis</i>	-	+	-	+
<i>Xylocopa valga</i>	-	+	-	-
<i>Xylocopa violacea</i>	+	+	-	+
<i>Bombus ruderatus</i>	+	+	-	-
<i>Bombus terrestris</i>	+	+	-	+
Megachilidae (30 Taxons)				
<i>Anthidium sp.</i>	-	+	+	-
<i>Anthidium diadema</i>	-	-	+	-
<i>Anthidium manicatum barbarum</i>	-	+	+	+
<i>Anthocopa andreoides</i>	-	-	+	-
<i>Anthocopa spinulosa</i>	-	-	+	+
<i>Chalicodoma sicula balearica</i>	-	-	+	-
<i>Chelostoma sp.</i>	+	-	+	+
<i>Chelostoma campanularum</i>	-	-	-	+
<i>Chelostoma grande</i>	-	+	-	-
<i>Coelioxys ruficauda</i>	-	+	-	-
<i>Creightonella albisecta</i>	-	-	-	+
<i>Heriades crenulatus</i>	+	-	-	+
<i>Hoplitis perezii</i>	-	-	-	+
<i>Icteranidium ferrugineum discoideale</i>	-	+	+	+
<i>Lithurgus chrysurus</i>	-	+	+	-
<i>Lithurgus cornutus</i>	-	+	+	-
<i>Megachile apicalis</i>	-	+	-	+
<i>Megachile centuncularis</i>	-	+	-	-
<i>Megachile fertoni</i>	-	+	+	-
<i>Megachile lagopoda</i>	-	-	+	-
<i>Megachile pilidens</i>	-	-	+	-
<i>Osmia caerulescens cyanea</i>	+	+	+	+
<i>Osmia fulviventris</i>	-	-	-	+
<i>Osmia latreillei iberofrancisana</i>	-	+	+	+
<i>Osmia notata</i>	-	+	-	+
<i>Osmia rufa</i>	+	+	+	+
<i>Osmia tunensis</i>	+	-	-	-
<i>Pseudoanthidium lituratum</i>	-	-	+	+
<i>Rhodanthidium siculum</i>	-	-	-	+
<i>Stelis punctulatissima</i>	-	+	+	-

Il apparaît que plusieurs espèces d'apoïdes sont omniprésentes. On les retrouve dans les quatre localités prospectées. Ces espèces sont *Halictus fulvipes*, *Lasioglossum pauxillum*, *Lasioglossum villosulum*, *Halictus gemmeus*, *Ceratina albosticta*, *Ceratina cucurbitina*, *Eucera numida*, *Eucera notata*, *Osmia rufa*, *Osmia caerulea*, *Hylaeus (Patagiata) sp.*, *Panurgus pici*.

Les espèces qui se répartissent dans trois localités sont *Anthophora plumipes pennata*, *Anthophora plumipes plumipes*, *Ceratina saundersi*, *Eucera decolorata*, *Eucera nitidiventris*, *Eucera nigrifacies*, *Eucera parvula*, *Xylocopa violacea*, *Bombus terrestris*, *Hylaeus meridionalis*, *Hylaeus (Dentigera) sp.*

Andrena albopunctata, *Andrena assimilis barnei*, *Andrena lagopus*, *Andrena nigroaenea*, *Andrena rhyssonota flava*, *Panurgus calceatus* sont capturées au niveau d'une seule localité. C'est également le cas de *Ceratina callosa algeriensis*, *Ceratina parvula*, *Hylaeus pictus*, *Xylocopa valga*, *Nomada basalis*, *Amegilla albigena talaris*, *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata*, *Anthophora dispar*, *Anthophora quadricolor*, *Anthophora subterranea*.

La majorité des autres espèces sont dispersées sur deux localités.

4.1.3.2. Variation des abondances relatives des espèces dans les quatre localités

Le nombre d'individus et de données par espèce et par localité est porté dans le tableau suivant.

Tableau 15: Répartition des espèces d'Apoidea selon les stations (Nind: nombre d'individus, Occ : occurrence ou nombre de données)

Espèces	Localités		Beni-Douala		Boukhalfa		Fréha		Makouda	
	Nind	Occ	Nind	Occ	Nind	Occ	Nind	Occ	Nind	Occ
Colletidae (5 Taxons)										
<i>Colletes similis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	21	6
<i>Hylaeus (Dentigera) sp.</i>	34	4	0	0	10	1	10	1	10	1
<i>Hylaeus (Patagiata) sp.</i>	2	2	29	4	15	2	1	1	0	0
<i>Hylaeus meridionalis</i>	3	3	40	2	1	1	0	0	0	0
<i>Hylaeus pictus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1
Andrenidae (16 Taxons)										
<i>Andrena albopunctata</i>	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
<i>Andrena assimilis barnei</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Andrena bicolor</i>	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Andrena flavipes</i>	6	2	0	0	4	1	3	1	3	1
<i>Andrena fulvago</i>	5	2	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Andrena lagopus</i>	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0
<i>Andrena nigroaenea</i>	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0
<i>Andrena ocreata</i>	4	4	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Andrena orbitalis</i>	7	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Andrena poupillieri</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2
<i>Andrena rhyssonota flava</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Andrena rufiventris</i>	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2
<i>Andrena thoracica</i>	0	0	0	0	2	1	2	1	2	1
<i>Panurgus calceatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Panurgus cephalotes</i>	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
<i>Panurgus pici</i>	92	19	16	4	11	4	63	15	63	15
Halictidae (22 Taxons)										
<i>Dufourea halictula</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Halictus fulvipes</i>	12	7	12	6	19	5	43	9	43	9
<i>Halictus gemmeus</i>	10	3	4	2	12	5	10	5	10	5
<i>Halictus pici</i>	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
<i>Halictus scabiosae</i>	0	0	36	6	69	7	10	1	10	1
<i>Halictus simplex</i>	2	2	0	0	8	6	13	2	13	2
<i>Halictus smaragdulus</i>	4	2	0	0	0	1	2	1	2	1
<i>Lasioglossum sp.</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Lasioglossum aegyptiellum</i>	0	0	6	4	6	4	0	0	6	4
<i>Lasioglossum bimaculatum</i>	3	2	1	1	2	1	0	0	3	2
<i>Lasioglossum callizonium</i>	8	3	0	0	2	1	0	0	8	3
<i>Lasioglossum clavipes</i>	0	0	0	0	4	1	16	10	16	10
<i>Lasioglossum immunitum</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
<i>Lasioglossum malachurum</i>	26	10	7	3	0	0	11	8	26	10
<i>Lasioglossum mediterraneum</i>	0	0	3	2	3	3	3	1	3	2
<i>Lasioglossum pauperatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	3	1	25	3	3	3	1	1	3	1
<i>Lasioglossum soror</i>	0	0	2	2	0	0	1	1	0	0
<i>Lasioglossum villosulum</i>	4	4	7	3	6	4	1	1	4	4
<i>Nomia algeriensis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Nomioides facilis</i>	0	0	0	0	25	2	0	0	25	2

<i>Sphecodes pseudofasciatus</i>	0	0	0	0	1	1	1	1
Apidae (30 Taxons)								
<i>Amegilla albigena talaris</i>	9	2	0	0	0	0	0	0
<i>Amegilla quadrifasciata quadrifasciata</i>	15	3	0	0	0	0	0	0
<i>Anthophora dispar</i>	3	2	0	0	0	0	1	1
<i>Anthophora plumipes pennata</i>	3	1	1	1	0	0	1	1
<i>Anthophora plumipes plumipes</i>	0	0	1	1	4	3	3	1
<i>Anthophora quadricolor</i>	5	1	0	0	0	0	0	0
<i>Anthophora subterranea</i>	2	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratina albosticta</i>	1	1	9	4	2	1	1	1
<i>Ceratina callosa algeriensis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Ceratina cucurbitina</i>	104	7	72	9	21	4	26	10
<i>Ceratina parvula</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Ceratina saundersi</i>	1	1	0	0	2	1	3	3
<i>Eucera decolorata</i>	1	1	0	0	9	3	2	2
<i>Eucera eucnemidea</i>	0	0	10	4	13	3	0	0
<i>Eucera nitidiventris</i>	0	0	3	2	6	4	3	2
<i>Eucera nigrifacies</i>	1	1	5	3	17	3	0	0
<i>Eucera nigrilabris</i>	0	0	1	1	4	2	0	0
<i>Eucera notata</i>	10	4	83	9	10	4	14	4
<i>Eucera numida</i>	6	5	21	7	10	4	6	3
<i>Eucera pannonica</i>	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Eucera parvula</i>	0	0	2	1	1	1	1	1
<i>Eucera pulveracea</i>	0	0	8	3	7	5	0	0
<i>Eucera spatulata</i>	0	0	0	0	7	5	0	0
<i>Nomada basalis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Tetralonia macroglossa</i>	0	0	0	0	0	0	3	1
<i>Xylocopa iris cupripennis</i>	0	0	4	3	0	0	3	2
<i>Xylocopa valga</i>	0	0	3	2	0	0	0	0
<i>Xylocopa violacea</i>	5	3	12	5	0	0	8	4
<i>Bombus ruderatus</i>	3	2	10	5	0	0	0	0
<i>Bombus terrestris</i>	38	10	3	1	0	0	2	2
Megachilidae (30 Taxons)								
<i>Anthidium sp.</i>	0	0	2	1	3	2	0	0
<i>Anthidium diadema</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Anthidium manicatum barbarum</i>	0	0	7	3	4	2	1	1
<i>Anthocopa andrenooides</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Anthocopa spinulosa</i>	0	0	0	0	0	0	3	1
<i>Chalicodoma sicula balearica</i>	0	0	0	0	8	3	0	0
<i>Chelostoma sp.</i>	1	1	0	0	6	4	9	8
<i>Chelostoma campanularum</i>	0	0	0	0	0	0	3	2
<i>Chelostoma grande</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Coelioxys ruficauda</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Creightonella albisecta</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Heriades crenulatus</i>	3	2	0	0	0	0	1	1
<i>Hoplitis perezii</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Icteranthidium ferrugineum discoideale</i>	0	0	16	3	2	1	2	1
<i>Lithurgus chrysurus</i>	0	0	96	8	58	5	0	0
<i>Lithurgus cornutus</i>	0	0	16	2	6	1	0	0
<i>Megachile apicalis</i>	0	0	20	8	0	0	34	5
<i>Megachile centuncularis</i>	0	0	3	2	0	0	0	0
<i>Megachile fertoni</i>	0	0	5	4	2	1	0	1
<i>Megachile lagopoda</i>	0	0	0	0	10	1	0	0
<i>Megachile pilidens</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Osmia caerulescens cyanea</i>	9	4	3	3	2	1	2	2
<i>Osmia fulviventris</i>	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Osmia latreillei iberoafricana</i>	0	0	3	2	1	1	2	2
<i>Osmia notata</i>	0	0	1	1	0	0	1	1
<i>Osmia rufa</i>	1	1	1	1	3	2	2	2
<i>Osmia tunensis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudoanthidium lituratum</i>	0	0	0	0	6	3	3	1
<i>Rhodanthidium siculum</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Stelis punctulatissima</i>	0	0	1	1	1	1	0	0

Malgré l'effectif relativement important de certaines espèces, celles-ci se trouvent cantonnées dans une seule localité (Tab. 14). C'est le cas de *Nomioides facilis* (Halictidae), en effet, tous les individus de cette espèce (25 spécimens) sont rencontrés dans la station de Fréha. Il est de même pour *Amegilla albigena talaris* et *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata* dont la totalité des individus (respectivement 9 et 15 individus) sont capturés à Beni-Douala.

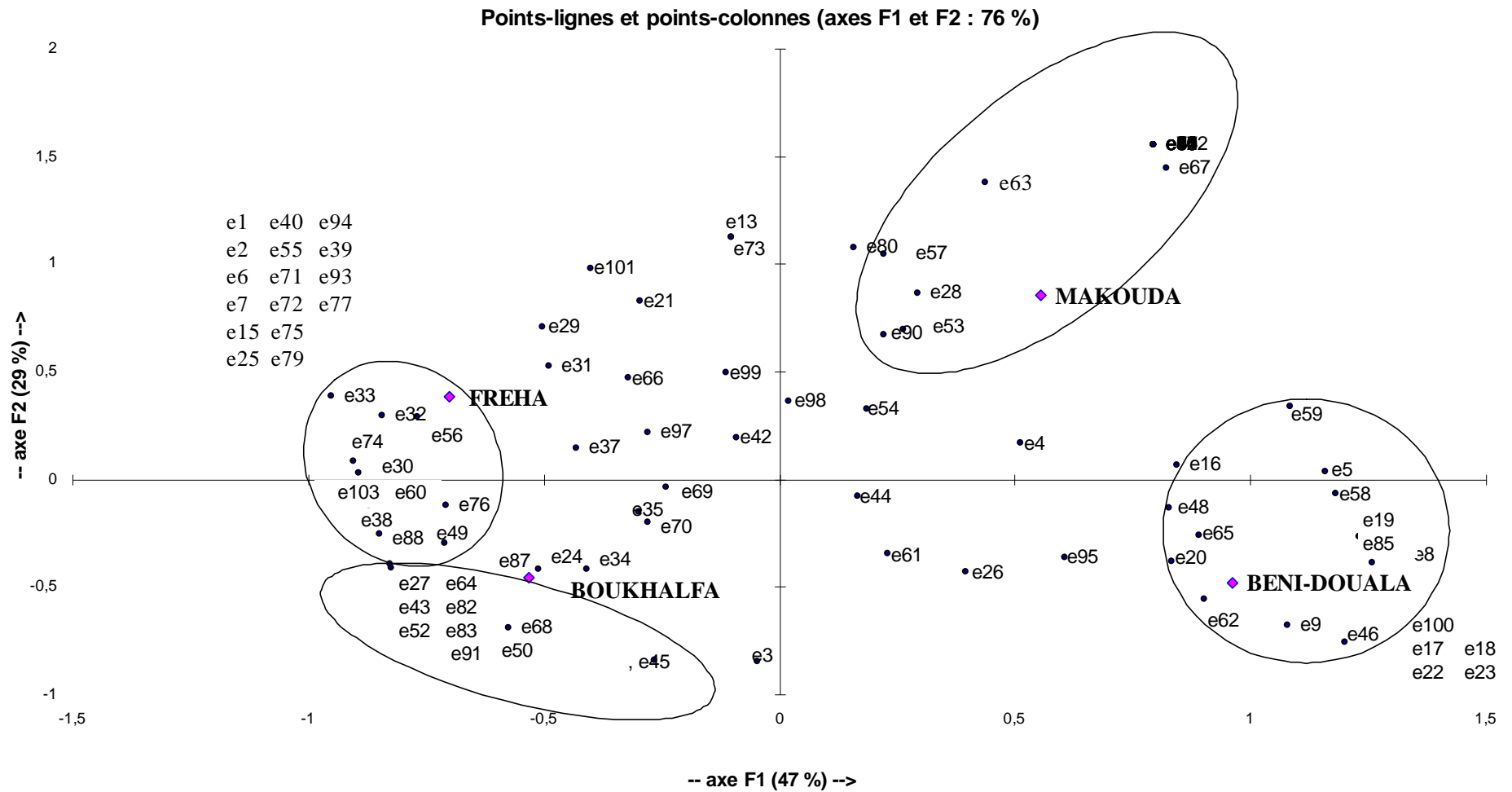
En ce qui concerne les espèces cosmopolites et abondantes, la seule espèce qui est plus ou moins équitablement répartie sur les quatre localités est *Halictus gemmeus*. Les autres sont fréquentes dans certaines stations et sont rares dans d'autres. Ainsi, *Halictus fulvipes* est plus répandu à Makouda, *Panurgus pici* est surtout observé à Beni-Douala et Makouda. *Ceratina cucurbitina* bien représenté partout, se rencontre beaucoup plus à Beni-Douala (104 spécimens). *Eucera notata* et *Eucera numida* abondent à Boukhalfa, leur répartition est sensiblement la même au niveau des autres localités. *Hylaeus (Patagiata) sp* est abondant à Fréha mais encore plus à Boukhalfa.

Par ailleurs, parmi les espèces réparties sur trois stations, plus de $\frac{3}{4}$ d'individus de *Bombus terrestris* et de *Hylaeus meridionalis* sont notés respectivement à Beni-Douala et à Boukhalfa. Remarquons qu'il y'a tout de même plus d'une vingtaine d'espèces très rares limitées à un ou deux individu et à une seule stations.

4.1.3.3. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) appliquée aux variations des abondances relatives des espèces dans les quatre localités.

L'analyse porte sur la diversité et les variations d'abondances des différentes espèces d'apoïdes recensées durant les années d'études aux niveaux des quatre stations d'étude. Afin de déceler les espèces et les groupes d'espèces appartenant à une ou plusieurs localités et de mettre en évidence les ressemblances et les différences qui existent entre les stations d'étude, la diagonalisation de la matrice de similitude par une analyse factorielle des correspondances a permis de déterminer de nouvelles variables ou des vecteurs propres définissant les axes correspondants. Les deux axes 1 (horizontal) et 2 (vertical) montrent les différentes stations et rendent compte des variations d'abondances de diverses espèces (fig. 28). Les abréviations ou des codes utilisés pour chaque espèce d'abeilles sont les suivants :

Code	Especies	Code	Especies
e1	<i>Andrena albopunctata</i>	e51	<i>Hylaeus pictus</i>
	<i>Andrena assimilis</i>	e52	<i>Dufourea halictula</i>
e2	<i>barnei</i>	e53	<i>Halictus fulvipes</i>
e3	<i>Andrena bicolor</i>	e54	<i>Halictus gemmeus</i>
e4	<i>Andrena flavipes</i>	e55	<i>Halictus pici</i>
e5	<i>Andrena fulvago</i>	e56	<i>Halictus scabiosae</i>
e6	<i>Andrena lagopus</i>	e57	<i>Halictus simplex</i>
e7	<i>Andrena nigroaenea</i>	e58	<i>Halictus smaragdulus</i>
e8	<i>Andrena ocreata</i>	e59	<i>Lasioglossum sp.</i>
e9	<i>Andrena orbitalis</i>	e60	<i>Lasioglossum aegyptiellum</i>
e10	<i>Andrena pouillieri</i>	e61	<i>Lasioglossum bimaculatum</i>
e11	<i>Andrena rhyssonota flava</i>	e62	<i>Lasioglossum callizonium</i>
e12	<i>Andrena rufiventris</i>	e63	<i>Lasioglossum clavipes</i>
e13	<i>Andrena thoracica</i>	e64	<i>Lasioglossum immunitum</i>
e14	<i>Panurgus calceatus</i>	e65	<i>Lasioglossum malachurum</i>
e15	<i>Panurgus cephalotes</i>	e66	<i>Lasioglossum mediterraneum</i>
e16	<i>Panurgus pici</i>	e67	<i>Lasioglossum pauperatum</i>
e17	<i>Amegilla albigena talaris</i>	e68	<i>Lasioglossum pauxillum</i>
	<i>Amegilla quadrifasciata</i>	e69	<i>Lasioglossum soror</i>
e18	<i>q uadrifasciata</i>	e70	<i>Lasioglossum villosulum</i>
e19	<i>Anthophora dispar</i>	e71	<i>Nomia algeriensis</i>
e20	<i>Anthophora plumipes pennata</i>	e72	<i>Nomioides facilis</i>
e21	<i>Anthophora plumipes plumipes</i>	e73	<i>Sphecodes croaticus</i>
e22	<i>Anthophora quadricolor</i>	e74	<i>Anthidium sp.</i>
e23	<i>Anthophora subterranea</i>	e75	<i>Anthidium diadema</i>
e24	<i>Ceratina albosticta</i>	e76	<i>Anthidium manicatum barbarum</i>
e25	<i>Ceratina chalybea</i>	e77	<i>Anthocopa andrenoides</i>
e26	<i>Ceratina cucurbitina</i>	e78	<i>Anthocopa spinulosa</i>
e27	<i>Ceratina parvula</i>	e79	<i>Chalicodoma sicula balearica</i>
e28	<i>Ceratina saundersi</i>	e80	<i>Chelostoma sp.</i>
e29	<i>Eucera decolorata</i>	e81	<i>Chelostoma campanularum</i>
e30	<i>Eucera eucnemidea</i>	e82	<i>Chelostoma grande</i>
e31	<i>Eucera graeca</i>	e83	<i>Coelioxys ruficaudata</i>
e32	<i>Eucera nigrifacies</i>	e84	<i>Creightonella albisecta</i>
e33	<i>Eucera nigrilabris</i>	e85	<i>Heriades crenulatus</i>
e34	<i>Eucera notata</i>	e86	<i>Hoplitis perezii</i>
e35	<i>Eucera numida</i>	e87	<i>Icteranthidium ferrugineum dicoidale</i>
e36	<i>Eucera panonica</i>	e88	<i>Lithurgus chrysurus</i>
e37	<i>Eucera parvula</i>	e89	<i>Lithurgus cornutus</i>
e38	<i>Eucera pulveracea</i>	e90	<i>Megachile apicalis</i>
e39	<i>Eucera spatulata</i>	e91	<i>Megachile centuncularis</i>
e40	<i>Nomada basalis</i>	e92	<i>Megachile fertoni</i>
e41	<i>Tetralonia malvae</i>	e93	<i>Megachile lagopoda</i>
e42	<i>Xylocopa iris cupripennis</i>	e94	<i>Megachile pilidens</i>
e43	<i>Xylocopa valga</i>	e95	<i>Osmia caerulescens cyanea</i>
e44	<i>Xylocopa violacea</i>	e96	<i>Osmia fulviventris</i>
e45	<i>Bombus ruderatus</i>	e97	<i>Osmia latreillei iberoafricana</i>
e46	<i>Bombus terrestris</i>	e98	<i>Osmia notata</i>
e47	<i>Colletes similis</i>	e99	<i>Osmia rufa</i>
e48	<i>Hylaeus (Dentigera) sp.</i>	e100	<i>Osmia tunensis</i>
e49	<i>Hylaeus (Patagiata) sp.</i>	e101	<i>Pseudoanthidium lituratum</i>
e50	<i>Hylaeus meridionalis</i>	e102	<i>Rhodanthidium siculum</i>
		e103	<i>Stelis punctulatissima</i>



**Fig. 28 : Plan factoriel axe 1 et 2 de l'analyse des correspondances
entre les espèces d'apôides et les stations d'études**

D'après la figure 28, les différentes espèces d'abeilles participent à la construction de l'axe 1 par 47% et de l'axe 2 par 29% de l'inertie totale. La somme de leurs contributions par les deux axes est de 76%. Ce pourcentage dépasse 50%, par conséquent, le plan factoriel établi par les deux axes renferme suffisamment d'informations pour l'interprétation. Le maximum de données est montré par l'axe 1 correspondant à une forte contribution. La station de Beni-Douala contribue le plus à la construction de l'axe 1 avec 44,9%. Par contre l'axe 2 est formé principalement par la station de Makouda avec 48,3%.

Les espèces qui contribuent le plus dans la formation de l'axe 1 sont *Panurgus pici* avec 13,9%, *Lithurgus chrysurus* avec 11,9%, *Halictus scabiosae* avec 7,3%, *Bombus terrestris* avec 6,6%, *Hylaeus (Dentigera) sp.* avec 3,9%, *Lasioglossum malachurum* avec 3,7%, *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata* avec 3%.

Les espèces qui interviennent dans la formation de l'axe 2 sont principalement *Colletes similis* 8%, *Halictus fulvipes* 7,3%, *Ceratina cucurbitina* 7%, *Lasioglossum clavipes* 6,7%, *Hylaeus meridionalis* avec 4,8%, *Halictus simplex* 4,4%, *Chelostoma sp.* avec 3,3%, *Hylaeus pictus* et *Lasioglossum pauxillum* avec 2,5% chacune.

4.1.4. Analyse de la diversité des apoïdes

Pour l'analyse de la diversité des abeilles sauvages deux catégories d'indices sont utilisées : les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure. Cette analyse ne prend pas en considération l'abeille domestique *Apis mellifera*. Cette espèce risque de donner une interprétation erronée des divers indices écologiques calculés.

4.1.4.1. Analyse quantitative

L'étude de l'aspect quantitatif de l'entomofaune étudiée s'appuie sur les indices écologiques de composition. Les paramètres analysés sont : les fréquences et les richesses spécifiques.

4.1.4.1.1. Composition de la faune

La composition faunistique du peuplement d'abeilles est récapitulée dans le tableau 15 et exprimée par les figures 12 et 13. Pour chaque espèce, nous avons reporté la fréquence

absolue (Nind.) et la fréquence relative (% Nind.) qui exprime l'abondance relative de chaque espèce par rapport à l'ensemble de la faune des apoïdes recensés. Le nombre d'occurrences (données) (Occ.) et leurs pourcentages sont également notés. Ce nombre exprime le nombre de fois qu'un taxon est capturé ou observé.

Tableau 16 : Nombre de spécimens (Nind), de données (Occ), fréquences relatives (%Nind) et pourcentages de données (%Occ) des abeilles sauvages (Période 1999 à 2001).

Espèces	N ind	Occ	% N ind	% Occ
Colletidae (5 taxons)				
<i>Colletes similis</i>	22	7	1,15	1,23
<i>Hylaeus (Patagita) sp.</i>	47	5	2,48	0,88
<i>Hylaeus (Dentigera) sp</i>	54	9	2,85	1,58
<i>Hylaeus meridionalis</i>	44	6	2,32	1,06
<i>Hylaeus pictus</i>	6	1	0,31	0,17
Total Colletidae	173	28	9,13	4,92
Andrenidae (16 taxons)				
<i>Andrena albopunctata</i>	3	1	0,16	0,17
<i>Andrena assimilis barnei</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Andrena bicolor</i>	3	3	0,16	0,53
<i>Andrena flavipes</i>	13	5	0,68	0,88
<i>Andrena fulvago</i>	8	5	0,42	0,88
<i>Andrena lagopus</i>	4	3	0,21	0,53
<i>Andrena nigroaenea</i>	3	2	0,16	0,35
<i>Andrena ocreata</i>	5	5	0,26	0,88
<i>Andrena orbitalis</i>	8	2	0,42	0,35
<i>Andrena poupillieri</i>	2	2	0,10	0,35
<i>Andrena rhyssonota flava</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Andrena rufiventris</i>	3	2	0,16	0,35
<i>Andrena thoracica</i>	4	2	0,21	0,35
<i>Panurgus calceatus</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Panurgus cephalotes</i>	2	2	0,10	0,35
<i>Panurgus pici</i>	182	41	9,61	7,23
Total Andrenidae	243	78	12,83	13,71
Halictidae (22 taxons)				
<i>Dufourea halictula</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Halictus fulvipes</i>	86	26	4,54	4,58
<i>Halictus gemmeus</i>	36	16	1,90	2,82
<i>Halictus pici</i>	2	2	0,10	0,35
<i>Halictus scabiosae</i>	115	14	6,07	2,47
<i>Halictus simplex</i>	23	10	1,21	1,76
<i>Halictus smaragdulus</i>	6	3	0,31	0,53
<i>Lasioglossum sp.</i>	2	2	0,10	0,35
<i>Lasioglossum aegyptiellum</i>	12	8	0,63	1,41
<i>Lasioglossum bimaculatum</i>	6	4	0,31	0,70
<i>Lasioglossum callizonium</i>	10	4	0,52	0,21
<i>Lasioglossum clavipes</i>	20	11	1,05	1,94
<i>Lasioglossum immunitum</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Lasioglossum malachurum</i>	44	21	2,32	3,70
<i>Lasioglossum mediterraneum</i>	9	6	0,47	1,06
<i>Lasioglossum pauperatum</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	31	8	1,63	1,41
<i>Lasioglossum soror</i>	3	3	0,16	0,53
<i>Lasioglossum villosulum</i>	18	12	0,94	2,11
<i>Nomia algeriensis</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Nomioides facilis</i>	25	2	1,32	0,35
<i>Sphecodes pseudofsciatus</i>	2	2	0,10	0,35
Total des Halictidae	454	158	23,98	27,31

Apidae (30 taxons)				
<i>Amegilla albigena talaris</i>	9	2	0,47	0,35
<i>Amegilla quadrifasciata quadrifasciata</i>	15	3	0,79	0,53
<i>Anthophora dispar</i>	4	3	0,21	0,53
<i>Anthophora plumipes pennata</i>	5	3	0,26	0,53
<i>Anthophora plumipes plumipes</i>	8	5	0,42	0,88
<i>Anthophora quadricolor</i>	3	1	0,16	0,17
<i>Anthophora subterranea</i>	2	2	0,10	0,35
<i>Ceratina albosticta</i>	13	7	0,68	1,23
<i>Ceratina cucurbitina</i>	223	30	11,78	5,29
<i>Ceratina parvula</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Ceratina saundersi</i>	6	5	0,31	0,88
<i>Ceratina callosa algeriensis</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Eucera decolorata</i>	12	6	0,63	1,06
<i>Eucera eucnemidea</i>	23	7	1,21	1,23
<i>Eucera graeca</i>	12	8	0,63	1,41
<i>Eucera nigrifacies</i>	23	8	1,21	1,41
<i>Eucera nigrilabris</i>	5	3	0,26	0,53
<i>Eucera notata</i>	117	21	6,18	3,70
<i>Eucera numida</i>	43	14	2,27	2,47
<i>Eucera pannonica</i>	3	3	0,16	0,53
<i>Eucera parvula</i>	4	3	0,21	0,53
<i>Eucera pulveracea</i>	15	7	0,79	1,23
<i>Eucera spatulata</i>	7	5	0,37	0,88
<i>Nomada basalis</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Tetralonia macroglossa</i>	3	1	0,16	0,17
<i>Xylocopa iris cupripennis</i>	7	5	0,37	0,88
<i>Xylocopa valga</i>	3	2	0,16	0,35
<i>Xylocopa violacea</i>	25	12	1,32	2,11
<i>Bombus ruderatus</i>	13	7	0,68	1,23
<i>Bombus terrestris</i>	43	14	2,27	2,47
Total Anthophoridae	649	190	34,27	33,44
Megachilidae (30 taxons)				
<i>Anthidium diadema</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Anthidium manicatum barbarum</i>	12	6	0,63	1,06
<i>Anthidium sp.</i>	5	3	0,26	0,53
<i>Anthocopa andrenoides</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Anthocopa spinulosa</i>	3	1	0,05	0,17
<i>Chalicodoma sicula balearica</i>	8	3	0,42	0,53
<i>Chelostoma sp.</i>	16	13	0,84	2,29
<i>Chelostoma campanularum</i>	3	2	0,16	0,35
<i>Chelostoma grande</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Coelioxys ruficauda</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Creightonella albisecta</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Heriades crenulatus</i>	4	3	0,21	0,53
<i>Hoplitis perezii</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Icteranthidium ferrugineum discoidale</i>	20	5	1,05	0,88
<i>Lithurgus chrysurus</i>	154	13	8,13	2,29
<i>Lithurgus cornutus</i>	22	3	1,16	0,53
<i>Megachile apicalis</i>	54	13	2,85	2,29
<i>Megachile centuncularis</i>	3	2	0,16	0,10
<i>Megachile fertoni</i>	7	6	0,37	1,06
<i>Megachile lagopoda</i>	10	1	0,52	0,17
<i>Megachile pilidens</i>	1	1	0,84	0,52
<i>Osmia caerulescens cyanea</i>	16	10	0,05	1,76
<i>Osmia fulviventris</i>	2	2	0,10	0,10
<i>Osmia latreillei iberofafricana</i>	6	4	0,31	0,70
<i>Osmia notata</i>	2	2	0,10	0,35
<i>Osmia rufa</i>	7	6	0,37	1,06
<i>Osmia tunensis</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Pseudoanthidium lituratum</i>	9	4	0,47	0,70
<i>Rhodanthidium siculum</i>	1	1	0,05	0,17
<i>Stelis punctulatissima</i>	2	2	0,10	0,35
Total Megachilidae	374	113	19,75	19,68
Total (Ni)	1893	567	100	100

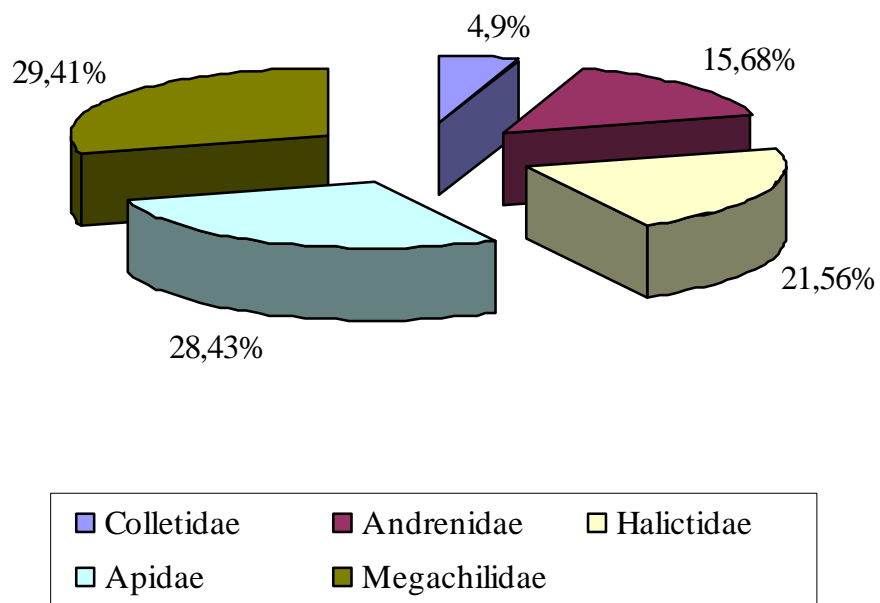


Fig.29: Répartition du nombre de taxons par famille

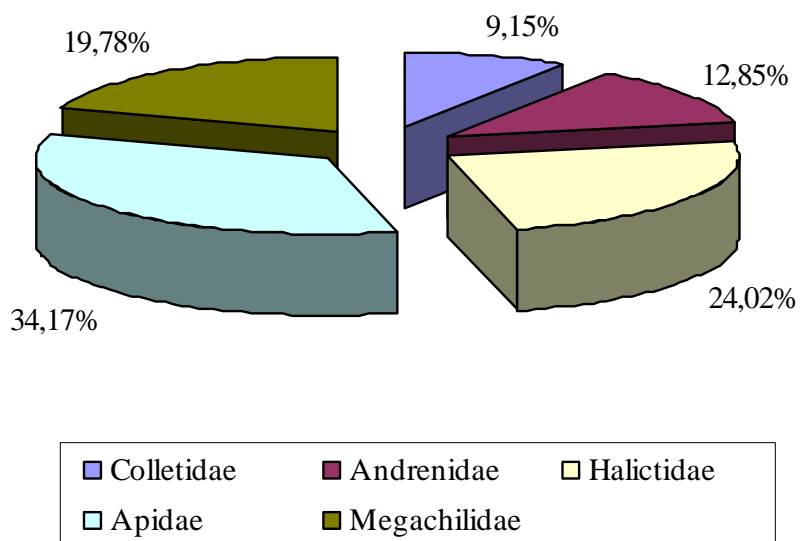


Fig.30: Répartition du nombre d'individus par famille

4.1.4.1.2. Abondances et occurrences des espèces

Les figures 31 et 32 visualisent graphiquement l'abondance et l'occurrence relatives des espèces récoltées aux quatre stations. Elles peuvent être classées en 4 groupes :

*** Espèces dominantes :**

Ceratina cucurbitina, *Panurgus pici*, *Lithurgus chrysurus*, *Eucera notata*, *Halictus scabiosae*, *Halictus fulvipes* et *Megachile apicalis* sont les **espèces dominantes** de la communauté. Elles sont abondantes (abondance relative > 2,5%, comprise entre 2,85 et 11,78%. Elles totalisent à elles seules plus de 49% des individus récoltés alors qu'elles ne représentent que 6,8% du nombre total des espèces. Ces taxons sont également très occurrents (occurrence relative > 2%, comprise entre 2,29 et 7,23%) *Ceratina cucurbitina* est l'espèce la plus abondante de la région d'étude (abondance relative = 11,78%) et *Panurgus pici* l'espèce la plus fréquente (occurrence relative 7,23%).

*** Espèces assez abondantes mais peu fréquentes :**

Ce sont en général des espèces à populations assez denses mais qui ne sont pas très souvent observées. C'est le cas *Hylaeus (Patagita) sp.*, *Hylaeus (Dentigera) sp.* et *Hylaeus meridionalis*, *Lasioglossum pauxillum*, *Nomioides facilis*, *Eucera nigrifacies*, *Eucera eucnemidea*.

*** Espèces assez fréquentes mais peu abondantes:**

Ce sont des espèces à populations moins denses mais qui sont plus fréquemment observées. C'est le cas de *Xylocopa violacea*, *Halictus simplex*, *Lasioglossum malachurum*, *Eucera numida*, *Bombus ruderatus*, *Halictus gemmeus*. Ces espèces sont observées dans trois ou quatre stations chacune avec une occurrence relative allant de 2,47 à 3,70%.

*** Espèces rares :**

Sont, pour la plupart, à la fois très peu abondantes et très peu occurrentes. C'est le cas d'*Andrena lagopus*, *Andrena nigroaenea*, *Andrena albopunctata*.

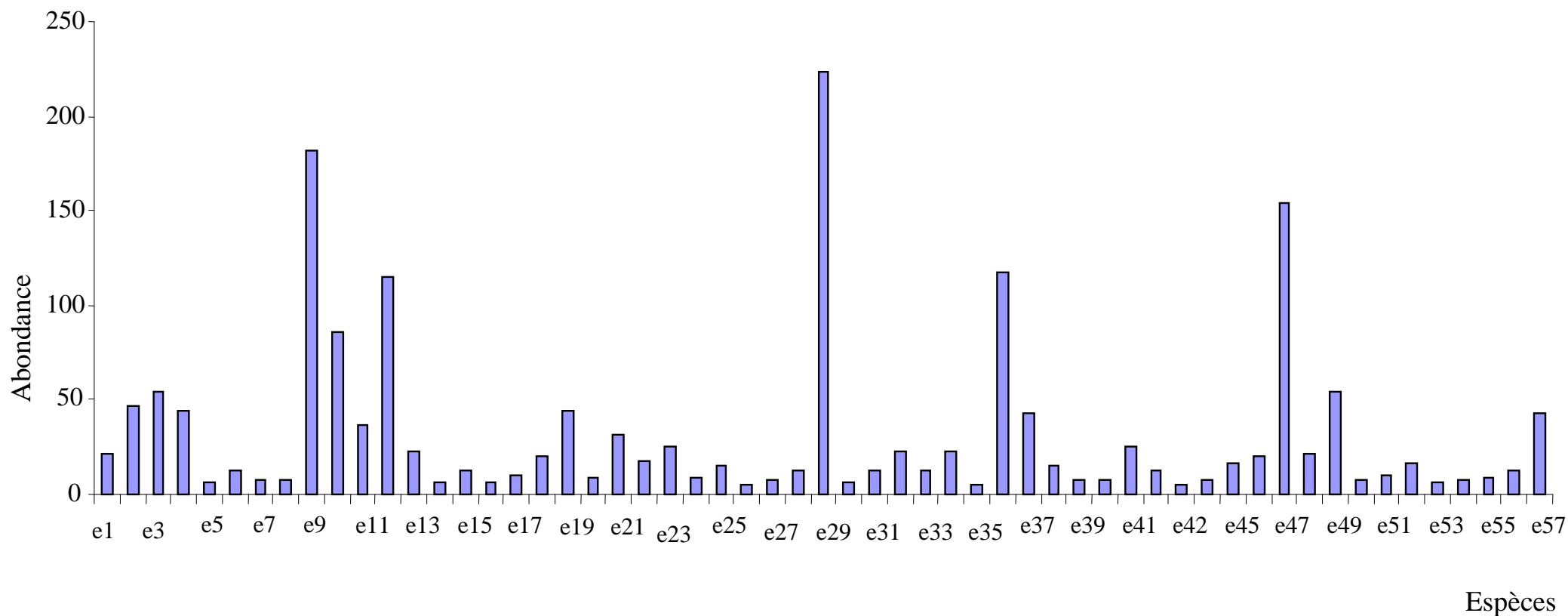


Fig.31 :Abondance des espèces inventoriées

e 1 : *Colletes similis*
 e 2 : *Hylaeus (Patagita) sp*
 e 3 : *Hylaeus (Dentigera) sp*
 e 4 : *Hylaeus meridionalis*
 e 5 : *Hylaeus pictus*
 e 6 : *Andrena flavipes*
 e 7 : *Andrena fulvago*
 e 8 : *Andrena orbitalis*
 e 9 : *Panurgus pici*
 e 10 : *Halictus fulvipes*
 e 11 : *Halictus gemmeus*
 e 12 : *Halictus scabiosae*
 e 13 : *Halictus simplex*
 e 14 : *Halictus smaragdulus*
 e 15 : *Lasioglossum aegyptiellum*

e 16 : *Lasioglossum bimaculatum*
 e 17 : *Lasioglossum callizonium*
 e 18 : *Lasioglossum clavipes*
 e 19 : *Lasioglossum malachurum*
 e 20 : *Lasioglossum mediterraneum*
 e 21 : *Lasioglossum pauxillum*
 e 22 : *Lasioglossum villosulum*
 e 23 : *Nomioides facilis*
 e 24 : *Amegilla albigena talaris*
 e 25 : *A. quadrifasciata quadrifasciata*
 e 26 : *Anthophora plumipes pennata*
 e 27 : *Anthophora plumipes plumip*
 e 28 : *Ceratina albosticta*
 e 29 : *Ceratina cucurbitina*
 e 30 : *Ceratina saundersi*

e 31 : *Eucera decolorata*
 e 32 : *Eucera eucnemidea*
 e 33 : *Eucera graeca*
 e 34 : *Eucera nigrifacies*
 e 35 : *Eucera nigrilabris*
 e 36 : *Eucera notata*
 e 37 : *Eucera numida*
 e 38 : *Eucera pulveracea*
 e 39 : *Eucera spatulata*
 e 40 : *Xylocopa iris cupripennis*
 e 41 : *Xylocopa violacea*
 e 42 : *Anthidium manicatum barbarum*
 e 43 : *Anthidium sp*
 e 44 : *Chalicodoma sicula balearica*
 e 45 : *Chelostoma sp*

e 46 : *Icteranthidium ferrugineum discoidale*
 e 47 : *Lithurgus chrysurus*
 e 48 : *Lithurgus cornutus*
 e 49 : *Megachile apicalis*
 e 50 : *Megachile fertoni*
 e 51 : *Megachile lagopoda*
 e 52 : *Osmia caerulea cyanea*
 e 53 : *Osmia latreillei iberoafricana*
 e 54 : *Osmia rufa*
 e 55 : *Pseudoanthidium lituratum*
 e 56 : *Bombus ruderatus*
 e 57 : *Bombus terrestris*

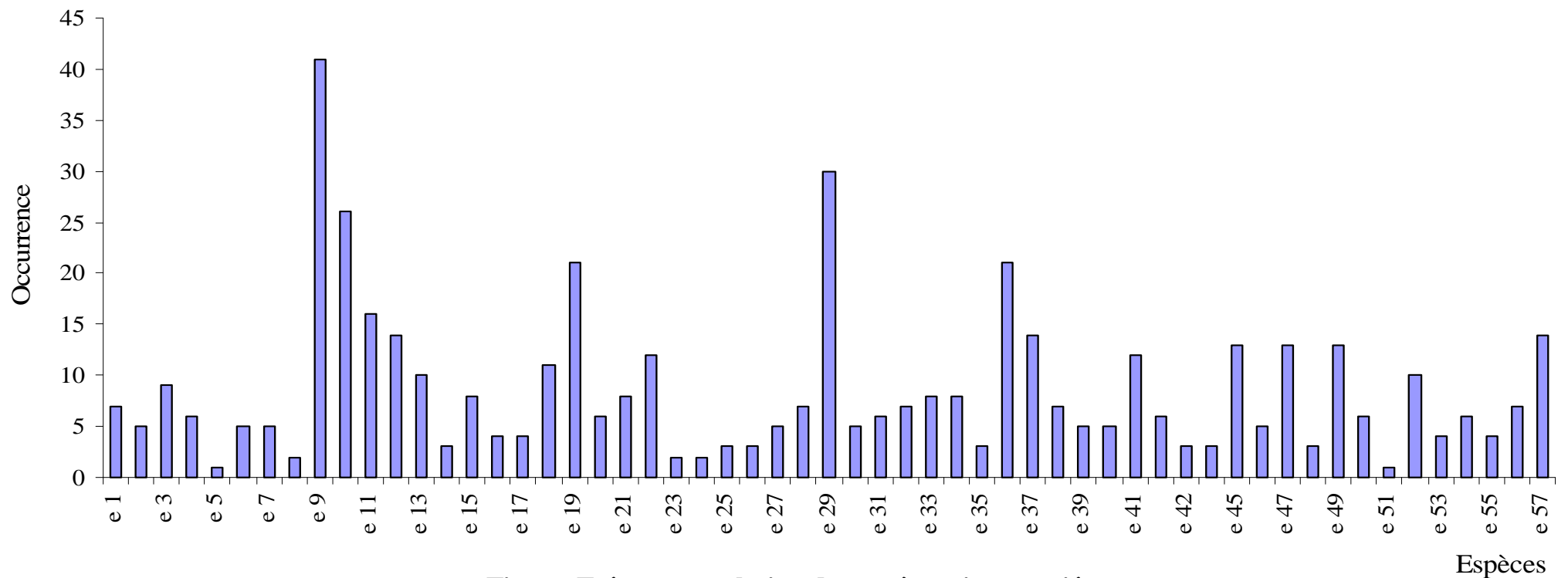


Fig.32 : Fréquence relative des espèces inventoriées

e 1 : *Colletes similis*
 e 2 : *Hylaeus (Patagita) sp*
 e 3 : *Hylaeus (Dentigera) sp*
 e 4 : *Hylaeus meridionalis*
 e 5 : *Hylaeus pictus*
 e 6 : *Andrena flavipes*
 e 7 : *Andrena fulvago*
 e 8 : *Andrena orbitalis*
 e 9 : *Panurgus pici*
 e 10 : *Halictus fulvipes*
 e 11 : *Halictus gemmeus*
 e 12 : *Halictus scabiosae*
 e 13 : *Halictus simplex*
 e 14 : *Halictus smaragdulus*
 e 15 : *Lasioglossum aegyptiellum*

e 16 : *Lasioglossum bimaculatum*
 e 17 : *Lasioglossum callizonium*
 e 18 : *Lasioglossum clavipes*
 e 19 : *Lasioglossum malachurum*
 e 20 : *Lasioglossum mediterraneum*
 e 21 : *Lasioglossum pauxillum*
 e 22 : *Lasioglossum villosulum*
 e 23 : *Nomioides facilis*
 e 24 : *Amegilla albigena talaris*
 e 25 : *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata*
 e 26 : *Anthophora plumipes pennata*
 e 27 : *Anthophora plumipes plumip*
 e 28 : *Ceratina albosticta*
 e 29 : *Ceratina cucurbitina*
 e 30 : *Ceratina saundersi*

e 31 : *Eucera decolorata*
 e 32 : *Eucera eucnemidea*
 e 33 : *Eucera graeca*
 e 34 : *Eucera nigrifacies*
 e 35 : *Eucera nigrilabris*
 e 36 : *Eucera notata*
 e 37 : *Eucera numida*
 e 38 : *Eucera pulveracea*
 e 39 : *Eucera spatulata*
 e 40 : *Xylocopa iris cupripennis*
 e 41 : *Xylocopa violacea*
 e 42 : *Anthidium manicatum barbarum*
 e 43 : *Anthidium sp*
 e 44 : *Chalicodoma sicula balearica*
 e 45 : *Chelostoma sp*

e 46 : *Icteranthidium ferrugineum discoidale*
 e 47 : *Lithurgus chrysurus*
 e 48 : *Lithurgus cornutus*
 e 49 : *Megachile apicalis*
 e 50 : *Megachile fertonii*
 e 51 : *Megachile lagopoda*
 e 52 : *Osmia caerulea cyanea*
 e 53 : *Osmia latreillei iberoafricana*
 e 54 : *Osmia rufa*
 e 55 : *Pseudoanthidium lituratum*
 e 56 : *Bombus ruderatus*
 e 57 : *Bombus terrestris*

4.1.4.1.3. Richesse spécifique stationnelle

La lecture de la figure 33 et du tableau 15 relatifs à la richesse taxonomique stationnelle nous permet de comparer la biodiversité entre les stations d'étude. Rappelons que l'étendue des stations comparées est sensiblement la même et nos observations ont été poursuivies avec la même régularité. Les seuls facteurs qui semblent imposer les différences relatives entre ces sites d'étude sont donc les caractères édaphiques et géographiques principaux, le microclimat et les faciès botaniques. Nos résultats montrent que :

- le peuplement le plus diversifié s'observe dans la station de Fréha et celle de Makouda.
- La station hébergeant une faune moins diversifiée est Beni-Douala.
- Les stations la plus riches en nouveauté c'est à dire les plus originales sont celle de Fréha et celle de Boukhalfa.

Tableau 17 : Richesse spécifique stationnelle

Stations	Beni-Douala	Boukhalfa	Fréha	Makouda
Altitude (m)	800m	100m	140m	520m
Nombre d'espèces	42	49	60	57
Nombre de spécimens	449	617	450	377

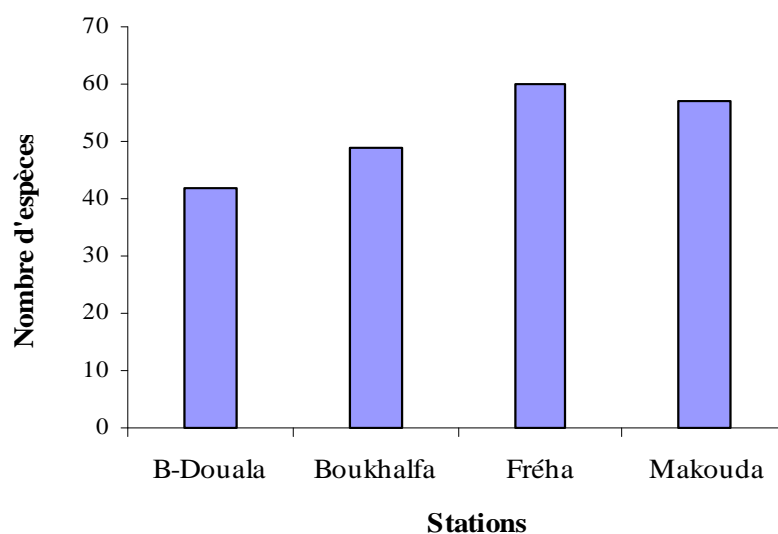


Fig. 33 : Richesse spécifique des stations d'étude

4.1.4.2. Analyse qualitative

L'aspect qualitatif de l'entomofaune étudiée est montré par les indices écologiques de structure. Il s'agit de la diversité de Shannon-Weaver, de l'indice de concentration et de l'équirépartition des espèces inventoriées.

4.2.4.2.1. Diversité spécifique des abeilles sauvages

Le premier indice de diversité utilisé est l'indice de la diversité spécifique de Shannon-Weaver qui mesure la composition en espèces en fonction de leurs abondances relatives. Cet indice est actuellement le plus utilisé. Les résultats obtenus montrent que l'indice de Shannon-Weaver (H') basé sur le nombre de spécimens (N_{ind}) est de 5,28 bits (Tab.17). Cet indice se rapproche beaucoup de la diversité maximale (H'_{max} ou $\log_2 N$) où N représente le nombre d'espèces, soit 103, donc $0 < H' < 6,68$ bits. D'autre part, l'équitabilité ou l'équirépartition, définie par le rapport entre la diversité H' et la diversité maximale ($E = H'/H'_{max}$) vaut 0,79.

Concernant les indices basés sur les données (occurrences), l'indice de Shannon-Weaver est de 6,02 bits. Cet indice est très proche de la diversité maximale (diversité maximale : $H'_{max} = 6,68$). Par ailleurs, le nombre de données a une équitabilité élevée (E) vaut 0,90. Autrement dit le nombre de données, soit 567, est significatif.

Tableau 18 : Indices de diversité basés sur le nombre de spécimens (Nind) et le nombre de données (Occ) (Période de 1999 à 2002).

INDICES DE DIVERSITE BASES SUR LE NOMBRE DE SPECIMENS (N. ind)	
Indice de Schannon-Weaver basé sur les spécimens (H') (bits)	5,28 bits
Indice de diversité maximale (H' max)	6,68 bits
Indice d'équirépartition (E)	0,79
Indice de Concentration (C)	0,04
Indice de diversité (D)	0,96
INDICES DE DIVERSITE BASES SUR LE NOMBRE DE DONNEES (Occ)	
Indice de Schannon-Weaver basé sur les données (Occ)	6,02 bits
Indice d'équirépartition	0,90
Indice de Concentration	0,02
Indice de Diversité	0,98

4.1.4.2.2. Concentration et uniformité

Le second indice utilisé est l'indice de Simpson qui mesure la concentration basée sur la probabilité selon laquelle deux individus du peuplement appartiennent à une même espèce. Cette probabilité est très faible dans notre cas, elle est de 4%. De cet indice découle l'indice de diversité de Greenberg lequel est proche de 1. En effet, il vaut 0,96 ($D = 1 - \text{concentration}$).

Concernant les indices basés sur les données (occurrences), l'indice de concentration est très faible, il est égal à 0,02. Ce qui se traduit par une diversité de l'ordre de 0,98 (≈ 1).

4.1.5. Phénologie des apoïdes

L'activité des abeilles sauvages dépend de plusieurs facteurs. Nos investigations entreprises depuis janvier 1999 jusqu'à août 2002 ont permis d'établir différentes périodes d'activités de butinage des abeilles. Les résultats sont regroupés dans les tableaux 19 et 20. Les figures représentant la phénologie des différentes familles d'apoïdes ainsi que celle des espèces dominantes sont établies à partir du nombre d'individus des espèces présentes.

Durant toute la période d'étude, une seule espèce a été capturée au mois de janvier (Tab.19). Il s'agit de *Bombus ruderatus* de la famille des Apidae. Toutes familles confondues, 12 espèces ont été observées en février. Ce nombre ne cesse d'augmenter pour atteindre un pic d'abondance des espèces en juin. A partir de juillet, un bon nombre d'espèces ont déjà disparues et en août, il ne reste plus que deux espèces en raison de la disparition ou de la raréfaction d'un certain nombre d'espèces végétales.

Tableau 19 : Nombre d'espèces répertoriées au cours des saisons printanières
Dans la région de Tizi-Ouzou (Période 1999 à 2002).

Familles d'apoïdes	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août
Colletidae	0	0	1	3	2	4	2	0
Andrenidae	0	3	4	5	6	6	1	0
Halictidae	0	1	10	9	12	13	9	1
Apidae	1	6	16	17	17	14	8	1
Megachilidae	0	2	7	5	9	20	12	0
Total	1	12	38	39	46	57	32	2
Fisher			F = 3,569		P < 0,004			

Le nombre d'espèces présentes varie d'un mois à l'autre. Il est évident que ce ne sont pas toujours les mêmes espèces qui sont présentes. En effet, certaines espèces en disparaissant sont remplacées par d'autres. Cependant, la variation du nombre d'espèces d'un mois à l'autre demeure hautement significative. L'analyse de la variance donne $F_{40}^7 = 3,569$ avec une probabilité de 0,004. Ceci signifie que le nombre d'espèces diffère d'un mois à l'autre et le risque d'erreur est de 4%.

Le nombre d'espèces de la famille des Colletidae ne varie pas beaucoup d'avril à juin. En revanche, nous observons d'importantes fluctuations dans le cas des autres familles.

Le nombre d'individus varie également au cours de la saison. Les Apidae sont plus nombreux en mai avec 164 spécimens. Par contre les Megachilidae le sont davantage en juin avec 172 individus. Les Andrenidae sont plus fréquentes en juin où l'on note 102 spécimens. Les Halictidae abondent en juillet avec un total de 220 spécimens. Les abeilles sauvages toutes espèces confondues sont abondantes du mois de mars au mois de juillet (Tab.19). Néanmoins, leur effectif change d'un mois à l'autre. Cette variation est très hautement significative, l'analyse de la variance donne $F_{40}^7 = 5,27$ avec une probabilité de 0,0002. C'est en juin et juillet, mois de pleine floraison de la plupart des plantes mellifères que le plus grand nombre d'abeilles est enregistré.

Tableau 20 : Nombre de spécimens répertoriés au cours des saisons printanières (Période 1999 à 2002).

Familles d'apoïdes	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Colletidae	0	0	2	44	23	40	64	0
Andrenidae	0	3	13	29	59	102	39	1
Halictidae	0	1	21	34	45	112	220	25
Apidae	1	15	94	102	164	134	134	2
Megachilidae	0	2	19	13	19	172	150	0
Total	1	21	148	221	309	559	606	28
Test de Fisher	F = 5,27 P < 0,0002							

4.1.5.1. Phénologie des familles d'abeilles

Les figures 34 à 38 représentent la phénologie des cinq familles d'abeilles sauvages rencontrées durant les quatre années d'observations. Cette représentation reflète l'étalement du spectre d'abondance de ces différentes familles.

De ces courbes, nous relevons que les Apidae commencent à voler plus tôt que les autres familles. Certaines abeilles de cette famille entament leur vol dès le mois de janvier.

Les autres familles sont également assez précoces. Elles font leur apparition dès le mois de février à l'exception des Colletidae qui volent plus tardivement.

Les effectifs des Colletidae fluctuent sans cesse tout au long de la saison printanière

(Fig. 34). Leur nombre augmenter au mois d'avril pour atteindre un premier pic d'abondance, il décroît en mai et augmente à nouveau en juin. Un deuxième pic d'abondance n'est atteint qu'en juillet, leur nombre chute brusquement pour s'annuler au mois d'août.

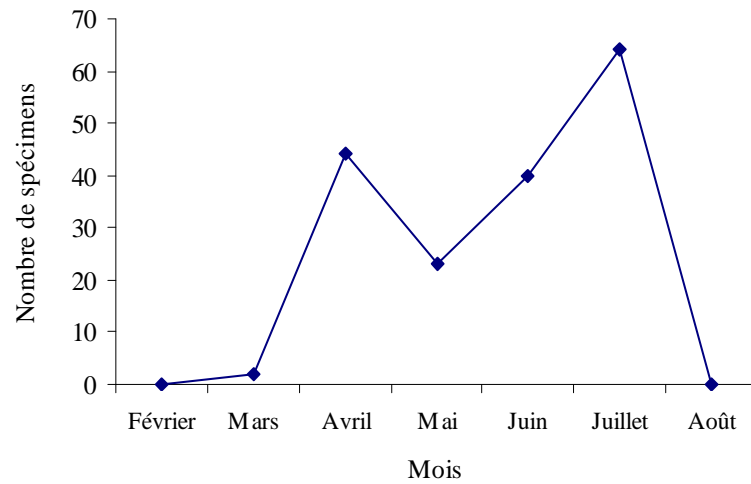


Fig. 34 : Phénologie des Colletidae

C'est en juin que les Andrenidae présentent les effectifs élevés. Leur effectif décline rapidement en juillet et en août (Fig.35).

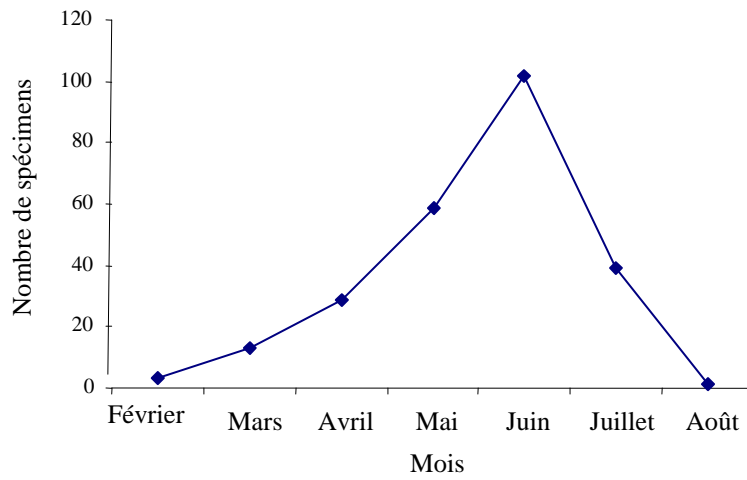


Fig. 35: Phénologie des Andrenidae

L'activité des Halictidae augmente progressivement aux cours des mois pour atteindre un maximum au mois de juillet (Fig.36).

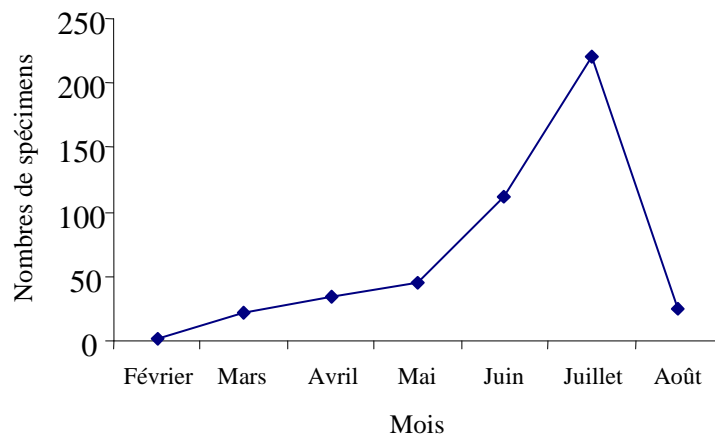


Fig. 36: Phénologie des Halictidae

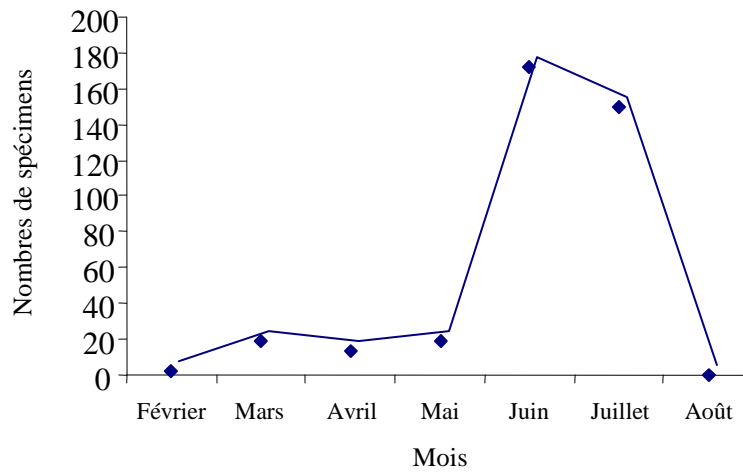


Fig. 37: Phénologie des Megachilidae

Les Megachilidae (Fig.37) abondent surtout en juin mais aussi en juillet suite à la l'apparition et à l'abondance des fleurs sur leurs plantes préférées en l'occurrence, *Centaurea pullata* L., *Scolymus hispanicus* L. (Asteraceae) et de *Rubus ulmifolius* Schott. (Rosaceae) bien apprécié également par ces abeilles. Elles disparaissent soudainement en août. D'un autre côté, ce qui explique cette activité tardive est le fait que les espèces de cette famille ont des exigences en lumière et en température très élevées et que les femelles ne sont très actives que lorsque la température se maintient au dessus de 25°C. (Pesson et Louveaux, 1984). En effet, ces auteurs soulignent que les femelles ne récoltent que peu de pollen lorsque la température se maintient au dessus de 25°C.

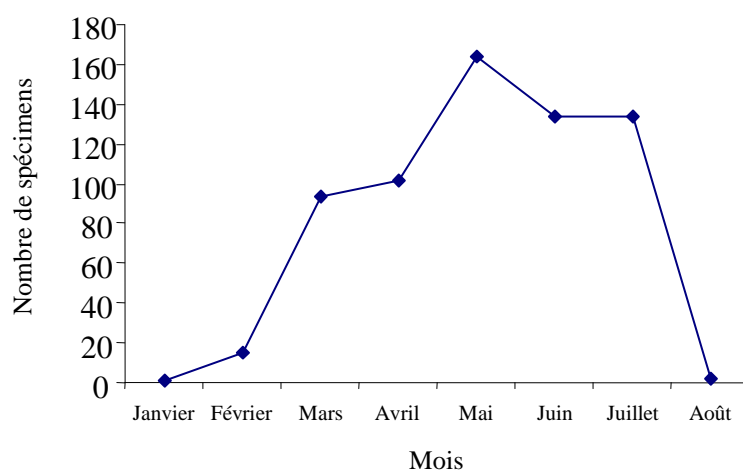


Fig. 38: Phénologie des Apidae

Les premiers individus de la famille des Apidae sont observés dès le mois de janvier contrairement autres familles. Ils sont plus nombreux de mai à juillet où un maximum d'individus est enregistré (Fig.38). Ce n'est qu'au mois de juin que l'effectif commence à diminuer et leur nombre baisse d'avantage en août. Les bourdons par exemple, sont en effet des abeilles précoces qui supportent beaucoup plus les basses températures étant bien protégés par leur pilosité très dense. D'ailleurs, si nous considérons les bourdons à part, nous remarquons une baisse d'effectif dès le mois d'avril, suite à l'élévation progressive des températures printanières. En outre, à partir de ce mois, il est fort probable qu'un certain nombre de plantes tel que *Oxalis pes-caprae caprae* L. (Oxalidaceae) et *Cerithe major* L. (Boraginaceae) à floraison précoce et qui sont bien butinées par ces abeilles n'offrent plus un nombre de fleurs suffisant pour satisfaire ces abeilles du moment que leur floraison tend déjà vers sa fin. Le pic observé au mois de mai, pourrait être attribuée à la floraison des espèces botaniques tardives telle que *Anchusa azurea* Miller (Boraginaceae) très recherchée par certaines espèces d'*Anthophora*. Nous avons en effet, noté l'apparition et la pullulation de quelques espèces d'abeilles tardives telles que *Amegilla albigena talaris* et *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata*. En controverse, un léger déclin est noté en juin par rapport à mai, ce qui pourrait s'expliquer par la disparition totale ou partielle des fleurs de certaines plantes recherchées par les abeilles de cette famille. C'est le cas de *Cichorium intybus* L. et *Galactites tomentosa* L. (Asteraceae) et de *Cerithe major* L., *Echium australe* Lamarck (Boraginaceae) (Tab. 22).

4.1.5.2. Phénologie des espèces d'abeilles recensées

La phénologie de toutes les espèces d'abeilles rencontrées est selon nos observations qui se sont déroulées en quatre années entre janvier et août dans la région de Tizi-Ouzou est représentée dans le tableau 21.

Tableau 20 : Phénologie des espèces d'abeilles sauvages

Espèces	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août
Colletidae								
<i>Colletes similis</i>								
<i>Hylaeus (Dentigera) sp.</i>				—	—			
<i>Hylaeus (Patagiata) sp.</i>					—		—	
<i>Hylaeus meridionalis</i>				—	—	—	—	
<i>Hylaeus pictus</i>						—		
Andrenidae								
<i>Andrena albopunctata</i>								
<i>Andrena assimilis barnei</i>				—				
<i>Andrena bicolor</i>		—						
<i>Andrena flavipes</i>		—			—			
<i>Andrena fulvago</i>				—		—		
<i>Andrena lagopus</i>						—		
<i>Andrena nigroaenea</i>			—					
<i>Andrena ocreata</i>		—						
<i>Andrena orbitalis</i>				—	—			
<i>Andrena poupillieri</i>				—	—			
<i>Andrena rhyssonota flava</i>			—		—			
<i>Andrena rufiventris</i>					—			
<i>Andrena thoracica</i>			—	—		—		
<i>Panurgus cephalotes</i>						—		
<i>Panurgus pici</i>				—	—	—		
Anthophoridae								
<i>Amegilla albigena talaris</i>							—	—
<i>Amegilla quadrifasciata quadrifasciata</i>							—	
<i>Anthophora dispar</i>			—	—				
<i>Anthophora plumipes pennata</i>			—	—	—			
<i>Anthophora plumipes plumipes</i>			—	—				
<i>Anthophora quadricolor</i>						—		
<i>Anthophora subterranea</i>		—		—				
<i>Ceratina albosticta</i>			—		—	—	—	
<i>Ceratina callosa algeriensis</i>					—			
<i>Ceratina cucurbitina</i>			—	—	—	—	—	
<i>Ceratina parvula</i>						—		
<i>Ceratina saundersi</i>				—	—		—	
<i>Eucera decolorata</i>			—	—	—			
<i>Eucera eucnemidea</i>				—	—	—		
<i>Eucera graeca</i>		—	—	—				
<i>Eucera nigrifacies</i>			—	—	—			
<i>Eucera nigrilabris</i>			—	—				
<i>Eucera notata</i>				—	—	—		
<i>Eucera numida</i>		—	—	—	—	—		
<i>Eucera pannonica</i>				—				
<i>Eucera parvula</i>				—				
<i>Eucera pulveracea</i>					—	—	—	
<i>Eucera spatulata</i>			—	—	—	—		
<i>Nomada basalis</i>					—	—		
Megachilidae								

<i>Anthidium sp.</i>								
<i>Anthidium diadema</i>								
<i>Anthidium manicatum barbarum</i>								
<i>Anthocopa andrenoides</i>								
<i>Anthocopa spinulosa</i>								
<i>Chalicodoma sicula balearica</i>								
<i>Chelostoma sp.</i>								
<i>Chelostoma campanularum</i>								
<i>Chelostoma grande</i>								
<i>Coelioxys echinata</i>								
<i>Creightonella albisecta</i>								
<i>Heriades crenulatus</i>								
<i>Hoplitis perezii</i>								
<i>Icteranthidium ferrugineum discoidale</i>								
<i>Lithurgus chrysurus</i>								
<i>Lithurgus cornutus</i>								
<i>Megachile apicalis</i>								
<i>Megachile centuncularis</i>								
<i>Megachile fertoni</i>								
<i>Megachile lagopoda</i>								
<i>Megachile pilidens</i>								
<i>Osmia caerulescens cyanea</i>								
<i>Osmia fulviventris</i>								
<i>Osmia latreillei iberoafricana</i>								
<i>Osmia notata</i>								
<i>Osmia rufa</i>								
<i>Osmia tunensis</i>								
<i>Pseudoanthidium lituratum</i>								
<i>Rhodanthidium siculum</i>								
<i>Stelis punctulatissima</i>								
Apidae								
<i>Bombus ruderatus</i>								
<i>Bombus terrestris</i>								

D'après le tableau 21, les abeilles sauvages présentent une période d'activité intense au printemps et se poursuit jusqu'à l'été. La grande majorité des espèces volent depuis mars jusqu'à juillet. L'apparition et la disparition des abeilles ainsi que leur période de vol varient d'une espèce à l'autre. Certaines espèces ont une période de vol courte, d'autres au contraire ont une activité de vol longue, d'autres enfin peuvent disparaître pendant un temps puis réapparaître. Ceci peut dépendre de plusieurs facteurs intra ou interspécifiques. Certaines espèces en disparaissant sont remplacées par d'autres et celles qui restent peuvent alors cohabiter en parfaite harmonie avec les nouvelles espèces.

Les Colletidae ont une période de vol qui varie entre une semaine et trois mois. C'est *Hylaeus (Patagiata) sp.* qui a la plus longue durée de vol, suivi de *Colletes similis* qui apparaît avant les autres Colletidae et qui active de la fin mars au début mai.

Pour les Andrenidae, *Panurgus pici* vole pendant plus de trois mois. Il débute son activité la première semaine d'avril et la termine en début juin. C'est d'ailleurs la seule Andrène qui vole au-delà de la première semaine de juin. *Andrena ocreata* manifeste aussi une période de vol relativement longue s'étalant de fin mars à fin mai. Toutes les autres espèces d'Andrenidae ont une période de vol courte ne dépassant pas pour la plupart d'entre elles une semaine à 15 jours. Hormis *Panurgus pici* les Andrenidae cessent leur activité très tôt comparées aux espèces des autres familles.

Ce sont les Apidae qui ont la plus longue période de vol par rapport aux autres familles. En effet, on les rencontre depuis la deuxième semaine de février jusqu'à la fin du mois d'août où l'on observe encore *Eucera numida*. Cette Eucère se manifeste dès la fin février, elle interrompt son activité vers la fin juin pour la reprendre par la suite à la fin du mois d'août. Beaucoup d'autres espèces interrompent également leur activité même à plusieurs reprises durant leur période de vol. En revanche, *Ceratina cucurbitina* reste le plus longtemps sur le terrain, ce qui a probablement facilité ses captures et fait qu'elle soit l'espèce dominante de la population. Enfin, certaines Anthophores ont une période de vol qui se limite à une semaine.

Les premières Megachilidae font leur apparition à la mi février. Apparemment, les osmies sont plus précoces, elles volent toutes à partir de février ou mars. *Osmia caerulescens cyanea* a une période de vol plus longue que celles des autres espèces de cette famille.

Chez les Halictidae, les espèces dont la période de vol est la plus longue sont *Lasioglossum malachuum*, *Halictus fulvipes* (5mois), *Lasioglossum clavipes* (plus de quatre mois), *Lasioglossum pauxillum* (plus de 3 mois).

Enfin, les Apidae sont les plus précoces de tous. *Bombus ruderatus* est observé sur champs dès le mois de janvier. Par la suite, il est rejoint par *Bombus terrestris* de février jusqu'à juin.

En général, l'activité des différentes espèces que nous avons rencontrées se caractérise par de courtes périodes de butinage probablement synchronisées avec la période de floraison de leurs plantes-hôtes au printemps. Parmi ces abeilles, la plus précoce est le bourdon *Bombus ruderatus* qui se manifeste dès le mois de janvier. Toutes les espèces disparaissent dès le mois d'août hormis *Eucera numida* et *Nomioides facilis* qui continuent leur activité durant ce mois chaud (Tab.21).

Par ailleurs, nous avons suivi les fluctuations des populations des cinq espèces dominantes de la région d'étude. Ces variations allant parfois de la pullulation soudaine des individus à la disparition temporaire quasi totale d'une espèce. Les figures 39 à 43 montrent que les pics d'abondance de toutes ces espèces sont enregistrés en juin. Mise à part la mégachile *Lithurgus chrysurus* qui n'apparaît qu'en mai, les autres espèces commencent leur activité en mars ou avril. Certaines d'entre elles disparaissent dès le mois de juin et d'autres restent actives jusqu'en août.

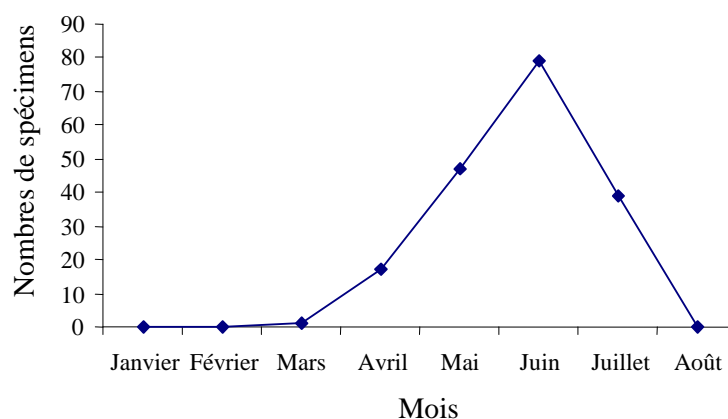


Fig. 39: Phénologie de *Panurgus pici* (Andrenidae)

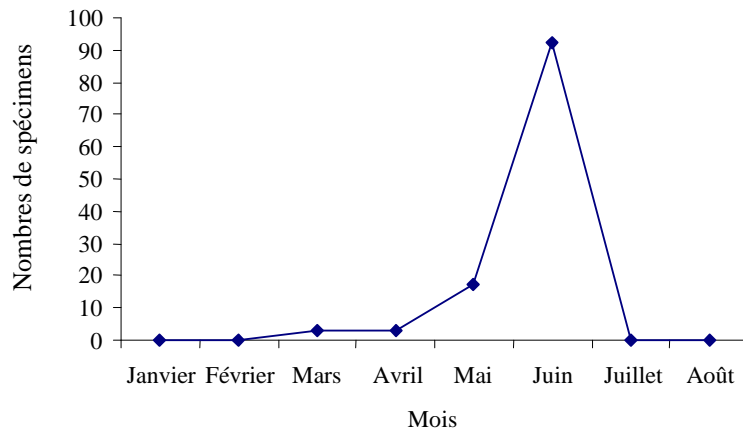


Fig. 40: Phénologie d' *Halictus scabiosae*
(Halictidae)

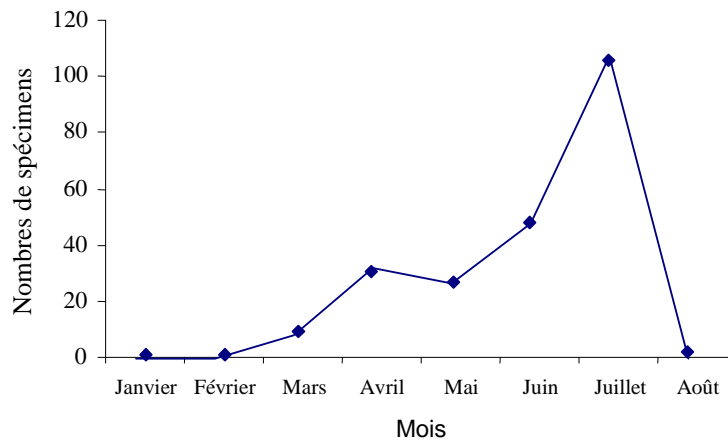


Fig. 41: Phénologie de *Ceratina cucurbitina*
(Apidae)

Ceratina cucurbitina est relativement précoce, elle apparaît dès le mois février. Son abondance fluctue durant quatre mois. Les effectifs augmentent à partir du mois de juin pour atteindre un maximum en juillet. Le nombre diminue considérablement et s'annule en août.

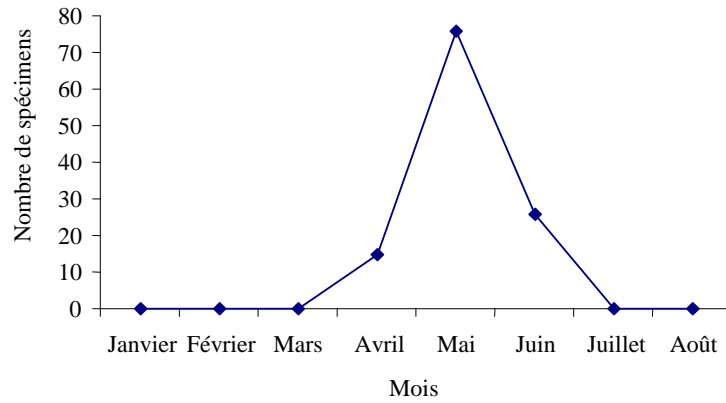


Fig. 42: Phénologie d' *Eucera notata* (Apidae)

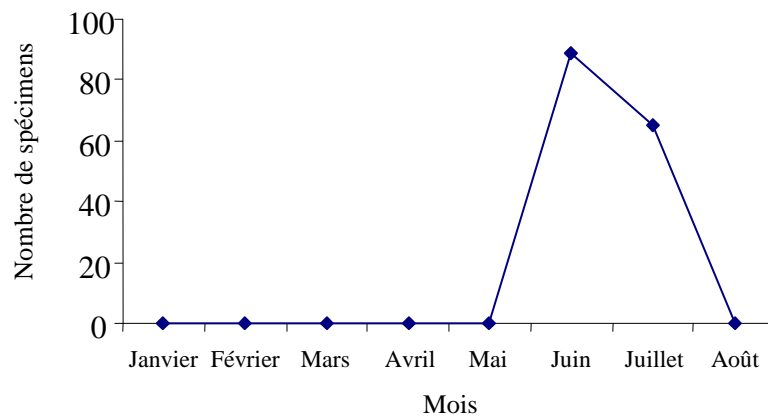


Fig. 43: Phénologie de *Lithurgus chrysurus* (Megachilidae)

Nous remarquons que *Lithurgus chrysurus* est une espèce qui apparaît tardivement par rapport aux espèces précédentes. En effet, elle n'est observée qu'à partir du mois de mai, elle disparaît trois mois après en marquant un pic d'abondance en juin.

4.1.6. Bioécologie de quelques espèces d'abeilles recensées

On présentera ici brièvement quelques données reprises dans la littérature sur la biologie de certaines de nos espèces (choix floraux, nidification, phénologie, cycle de développement).

Certaines de nos espèces sont des cleptoparasites. Elles ne fabriquent pas de nid et pondent leurs œufs dans les nids des autres abeilles, d'où leur nom d'abeille-coucou dont les moeurs évoquent celles des coucous, oiseaux parasites des couvées d'autres espèces. Ainsi on les qualifie également d'abeilles cleptoparasites. Ces abeilles coucous appartiennent à différentes familles, mais ont des moeurs assez similaires. Nous avons dénombré plus exactement trois espèces d'abeilles-coucou dont l'une appartenant à la famille des Apidae et les deux autres à la famille des Megachilidae. Il s'agit de *Nomada basalis*, *Coelioxys ruficauda* et *Stelis punctulatissima*. Rappelons que ces abeilles sont dépourvues de brosse de récolte de pollen (Fig. 44a).

Les larves de ces abeilles ne se nourrissent pas des autres larves d'abeilles mais consomment la réserve alimentaire qui leur est essentiellement destinée (exception faite pour certaines espèces telle que *Stelis punctulatissima* (Megachilidae) qui aspire également le contenu de l'œuf de son hôte. Nous avons capturé seulement 2 spécimens de *S. punctulatissima*. La majorité des abeilles cleptoparasites appartiennent au genre *Nomada*. D'ailleurs, la seule Anthophore parasite que nous avons rencontrée appartient au genre *Nomada*.

Parmi les espèces que nous avons inventoriées, certaines sont des abeilles hôtes des cleptoparasites. C'est le cas de certaines osmies, mégachiles et Andrènes.

Un fait à noter, c'est que nous n'avons remarqué aucune espèces de cleptoparasites au niveau de la localité de Beni-Douala. Les abeilles hôtes sont également absentes ou relativement rares dans cette station.



Nomada basilis (mâle à gauche : 13,2mm ; femelle à droite : 15,2mm)
(Apidae)



Nomada sp. : 6,4mm
(Apidae)



Stelis punctatissima ♀ : 7,2mm
(Megachilidae)



Coelioxys sp. ♂ : 5,6mm

Fig. 44a : Quelques espèces d'abeilles cleptoparasites
capturées dans la région de Tizi-Ouzou (**Photographies originales**).

Ces espèces parasites diffèrent souvent beaucoup, par leur aspect des autres abeilles. Elles ont pour la plupart une allure de guêpe avec un corps svelte, vivement coloré et à pilosité réduite. Seul le métatarse des pattes postérieures nettement plus long et plus large, les classe sans équivoque parmi les abeilles (Fig. 44a).

➤ Famille des Colletidae

Toutes les espèces de cette famille sont solitaires, elles ont une glosse courte et bilobée (Fig.44d). Cette famille ne compte pas d'espèces cleptoparasites. Deux sous-familles sont représentées: les Colletinae et les Hylaeinae.

- Sous-famille des Colletinae est constituée par le genre *Colletes*. Les abeilles appartenant à ce genre sont de taille moyenne de 7 à 14mm (Payette, 1996), elles font leurs nids dans le sol.

Colletes similis (Fig. 44b) est la seule espèce du genre *Colletes* que nous avons recensée. Deux individus seulement ont été capturés sur les fleurs de *Ranunculus bulbosus*, tous les autres ont été rencontrés sur *Chrysanthemum fontanesii*. Les femelles transportent le pollen à l'aide de leurs poils situés sur les pattes postérieures.



Fig. 44b : *Colletes similis* (♂ à gauche : 8mm ; ♀ à droite : 8mm)
(Photographies originales).

- La sous-famille Hylaeinae renferme les petites abeilles mesurant 3,5 à 9mm (Payette, 1996). On les reconnaît à leur corps plutôt glabre, luisant et qui ressemble à celui de petites guêpes. Les abeilles du genre *Hylaeus* ont des dessins jaune clair sur le thorax et les pattes. La femelle présente deux triangles jaunes à l'avant de la tête (Fig.44d). Elle n'a pas de structure externe pour la récolte de pollen (Fig. 44c). Celui-ci est transporté jusqu'au nid mélangé au nectar, dans le jabot ou l'estomac. Les taches jaunes ou blanches visibles sur la face du mâle constituent les traits communs des espèces de la sous-famille (Fig.44d). La plupart des espèces font leur nid dans des tiges de plantes ou d'arbres.



Fig. 44c : *Hylaeus meridionalis* ♀ : 6,5mm (patte postérieure dépourvue de poils de récolte)



Fig. 44d : Têtes vues de face (*Hylaeus meridionalis* ♀ à gauche : 1,8mm de large et de long ;
Hylaeus pictus ♂ à droite : 1,5mm de large et de long)

(Photographies originales).

Hylaeus pictus est observé exclusivement sur les fleurs de *Rubus ulmifolius*.

La famille des Colletidae est la moins diversifiée parmi les abeilles sauvages recensées dans notre région. Elle est représentée cinq taxons dont trois sont identifiées jusqu'à l'espèce.

➤ Famille des Andrenidae

Leur glosse est courte. La majorité des espèces sont solitaires et ne présentent aucune forme de cleptoparasite. Elles nichent toutes dans le sol. Cette famille se divise en deux sous-familles: les Andrenidae et les Panurginae.

- Sous-famille des Andreninae : Ce sont des abeilles de taille variable (7 à 14mm). Dans la majorité des cas, les femelles de cette sous-famille peuvent se distinguer assez facilement des autres groupes d'abeilles par leur tête ornée de grandes fovéas faciales

(dépressions situées de chaque côté de la face) et recouvertes par de petits poils aux reflets argentés (Fig.44f).. Les femelles transportent le pollen sur les poils des pattes postérieures bien fournies, de même que sur chaque côté du thorax (Fig.44g, 44h, 44i, 44j).



Fig. 44f : Tête d'*Andrena sp.* ♀ : 3,4mm de large, 3mm de long
(Photographie originale)

Mise à part une espèce d'Andrenidae, *Panurgus pici* (Fig.44g), bien représenté et rencontré dans toutes les stations d'étude et *Andrena flavipes* (Fig.44h) présente dans trois sites, les autres espèces sont très rares et bien localisées. Les effectifs de la majorité d'entre elles ne dépassent guère un individu et leurs répartitions se limitent à une ou deux stations.



Fig. 44g: *Panurgus pici*
(♀ à gauche 6,4mm ; ♂ à droite : 7,2mm)



Fig. 44h: *Andrena flavipes* ♀: 9,6mm



Fig. 44i: *Andrena albopunctata*
(♂ à gauche : 12mm ; ♀ à droite : 14mm)



Fig. 44j: *Andrena rufiventris* ♀ : 10,8mm

(Photographies originales).

➤ Famille des Apidae

Les espèces d'abeilles du genre *Anthophora* sont robustes, poilues, et récoltent du pollen à l'exception des espèces cleptoparasites. Ces abeilles sont remarquables par le développement particulier des poils de récolte des pattes postérieures.

Les *Xylocopes* sont de robustes espèces au corps noir violacé, Parmi les quatre espèces du genre *Xylocopa* connues pour en Algérie, seule *Xylocopa amedaei* Lepeletier 1841 n'a pas été observée. Cette espèce n'est connue que de la région de Constantine et son nid n'a été observé que dans des bois de Cèdre (Lucas 1849; Louadi 1999a). L'absence de cette espèce dans la présente étude peut peut-être s'expliquer par l'absence du Cèdre à moins de trente kilomètres des stations d'études.

Xylocopa iris cupripennis est une sous-espèce est endémique d'Afrique du Nord (Terzo et Rasmont 1997). On la rencontre depuis les côtes atlantiques jusqu'à la Tunisie. Une population existe également en Cyrénaïque. Elle semble éviter les zones arides et se cantonne de ce fait le long des côtes. Notre observation confirme celle de Saunders (1908) qui a déjà observé l'espèce à Tizi Ouzou (Fig. 44k)



Fig.44k : *Xylocopa iris cupripennis* ♀ : 16,4mm



Fig.44l : *Xylocopa violacea* (♂ à gauche : 18mm, ♀ à droite : 20,5mm)
(Photographies originales).

Xylocopa violacea est l'une des plus grosse abeille (20-28mm de long) (Fig. 44l). Elle préfère les lieux ensoleillés avec bois mort pour nidifier ; surtout jardins et verger extensifs près des zones urbanisées. Espèce considérée comme menacée en raison de ses exigences (chaleur et possibilité de nidification).

Parmi les xylocoques, *Xylocopa violacea* est le plus fréquent à Tizi-Ouzou. Il est présent dans trois stations mais sa densité de population demeure tout de même faible.

Certaines espèces d'abeilles du genre *Anthophora* sont robustes, poilues (Fig. 44m). Ces abeilles sont remarquables par le développement particulier des poils de récolte des pattes postérieures.



Amegilla quadrifasciata quadrifasciata
♀ : 11,6mm



Anthophora plumipes pennata
♀ : 10,8mm



Anthophora atroalba ♀ : 12,8mm

Fig. 44m : Quelques espèces d'abeilles cleptoparasites capturées dans la région de Tizi-Ouzou (Photographies originales).

Anthophora quadricolor, *Amegilla albigena talaris* et *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata*, espèces sont cantonnées dans la station de Beni-Douala. Nous les avons rencontrées exclusivement sur *Anchusa azurea*, une plante très appréciée par ces insectes. L'attraction de ces abeilles par les plantes de la famille des *Boraginaceae* est déjà remarquée par Saunders (1908) et Alfken (1914). Ces mêmes espèces semblent préférer la haute altitude du moment qu'elles ne sont pas rencontrées en basse altitude malgré la disponibilité de leur plante préférée dans la localité de Boukhalfa. Nous pensons alors que les conditions écologiques particulières de Beni-Douala (800 m d'altitude et températures plus basses) permettent l'existence d'un peuplement d'Anthophorini diversifié, et que cette famille est mieux représentée en altitude qu'en plaine.

Les femelles du genre *Eucera* possèdent des brosses sur les tibias et les tarse des pattes postérieures. Les antennes des mâles sont très longues, des fois aussi longues que le corps (Fig. 44n). La langue est assez longue, souvent autant que le corps (Fig. 44o).



Fig. 44n : *Eucera notata* (♀ à gauche : 11,8mm ; ♂ à droite : 10,6mm)
(Photographies originales).

Parmi les espèces d'apoïdes rencontré sur les fleurs de la fève *Vicia faba* L., *Eucera pulveracea* est le principal pollinisateur dans la région de Tizi-Ouzou (Fig. 44p).



Fig. 44o : *Eucera pulveracea* (♂ à gauche : 13,2mm ; ♀ à droite : 15,2mm)
(Photographies originales).

Le genre *Ceratina* renferme des abeilles de petite taille (5 à 8mm), étroites et plutôt glabres avec des colorations verdâtres métalliques (Fig. 44p).



Fig. 44p : *Ceratina albosticta* (♂ à gauche : 5,3mm ; ♀ à droite : 6mm)
(Photographie originale).

Ceratina cucurbitina (Fig. 44q) est l'espèce la plus abondante et la plus fréquente à Tizi-Ouzou. Elle constitue des populations abondantes aussi bien dans les stations de basse altitude que dans celles de plus haute altitude. Ses populations les plus denses s'observent à la station de Beni-Douala.



Fig. 44q : *Ceratina cucurbitina* (♂ à gauche : 5,6mm ♀ ; à droite : 6,4mm)
(Photographies originales).

Ceratina parvula est une espèce qui n'est connue que de deux localités (Annaba et la Calle), situées sur la côte méditerranéenne (Daly, 1983). Cette affinité de l'espèce pour le climat thermoméditerranéen a été mise en évidence par Le Goff et Terzo (1999) et par Terzo et Ortiz (2004), sa présence à Tizi-Ouzou est donc remarquable. *C. parvula* semble rare et localisée (Daly, 1983). Presque entièrement noire et de très petite taille, à peine plus grande que les *Nomioides* (Halictidae). Cette espèce attire peu le regard et l'intérêt des entomologistes. Sa discrétion contribuerait à la sous-estimation de sa distribution (Fig. 44r)



Fig. 44r : *Ceratina parvula* : 3,2mm



Fig. 44s : *Tetrалonia macroglossa* ♀ : 11,6mm
(Photographie originale).

(Photographies originales).

Le genre *Tetrалonia* est représenté par une seule espèce dans la région d'étude. Il s'agit de *Tetrалonia macroglossa* avec seulement trois spécimens (Fig.44s).

La famille des Apidae comprend toute une variété d'abeilles qui sont cleptoparasites de plusieurs autres genres d'abeilles. Fait notable, c'est le genre *Nomada* qui contient le plus grand nombre d'espèces d'abeilles cleptoparasites. Elles sont peu poilues et n'ont pas d'appareil de récolte. Même si elles peuvent être à prime abord prises pour des guêpes, elles s'en distinguent par leur corps aux couleurs rouge brunâtre parsemé de taches jaunes, blanches ou noires. Plusieurs espèces de ce genre sont des cleptoparasites des *Andrena*.

Cette famille renferme également l'abeille domestique et les différentes espèces de bourdons, tous des insectes sociaux vivant en colonie.

L'abeille domestique *Apis mellifera* est une des espèces la plus connue de toutes les apoïdes. Une seule espèce, est cosmopolite. L'abeille domestique est l'un des insectes les plus étudiés du règne animal (Fig. 44t). Sur cette photo où elle butine une fleur de *Borago officinalis* L. (Boraginaceae), sa patte postérieure apparaît nettement chargée de pollen de couleur blanche.



Fig. 44t : Ouvrière d'*Apis mellifera* (12mm)



Fig. 44u : *Bombus terrestris* (♂ à gauche : 12mm ; ♀ à droite : 17,2mm)

(Photographies originales).

Les abeilles du genre *Bombus* sont les vrais bourdons familiers et le sous-genre *Psithyrus* est cleptoparasite. Les femelles des *Psithyrus* sont cleptoparasites des bourdons et se distinguent de ces derniers puisqu'elles n'ont pas de corbeille pour récolter le pollen. Les colonies de bourdons sont annuelles et disparaissent à l'automne, elles comptent trois castes; les reines, les ouvrières et les mâles. Seules les femelles fécondées survivent et passent l'hiver dans un abri. Ces jeunes reines fondent de nouvelles colonies au printemps. Elles sont faciles à reconnaître par leur taille beaucoup plus grosse que celles des ouvrières et des mâles.

Bombus ruderatus est particulièrement abondant à Boukhalfa. Il est observé sur diverses espèces végétales.

Bombus terrestris (Fig. 44u) est moins fréquent que *Bombus ruderatus*, il butine également plusieurs plantes et se rencontre surtout à Beni-Douala.

➤ **Famille des Halictidae**

Elle englobe des genres communs tels que *Halictus* et *Lasioglossum*. Ces abeilles mesurent de 3,5 à 15mm. On compte ici certains genres cleptoparasites, tels les *Sphecodes*, qu'on remarquera à leur abdomen rouge (Fig. 44v). A l'exception de ces cleptoparasites et de certains autres genres plutôt glabres, les femelles ont sur leurs pattes postérieures des poils de récolte de pollen bien développés. La majorité des espèces que nous avons recensées sont solitaires.



Fig. 44v : *Sphecodes sp.* : 5,6mm (Photographies originales).

Halictus fulvipes (Fig. 44w) est une espèce à large répartition, nous l'avons récoltée dans toutes les stations avec des effectifs assez élevés.



Fig. 44w : *Halictus fulvipes* (♂ à gauche : 11,2mm; ♀ à droite : 10,8mm)
(Photographies originales).

Halictus scabiosae (Fig.44x) est absent de la station de Beni-Douala, mais ses densités de populations sont encore plus importantes que celle de la précédente espèce.



Fig.44x : *Halictus scabiosa* (♂ à gauche : 12mm ; ♀ à droite : 10,8mm)
(Photographies originales).

Halictus smaragdulus est observé dans les deux stations d'étude mais à très faibles effectifs (Fig. 44y).



Fig.44y : *Halictus smaragdulus* mâle : 6,4mm
(Photographies originales).

Lasioglossum pauxillum (Fig. 44z) est une espèce sociale. Au début du printemps, après avoir hiverné, la femelle construit une galerie ne comprenant que quelques cellules. Après l'émergence des premières ouvrières, celles-ci se mettent à rajouter d'autres ramifications au nid et à soigner le couvain.



Fig. 44z : *Lasioglossum pauxillum* (♂ à gauche : 5,6mm ; ♀ à droite : 5mm)
(Photographies originales).

Les *Nomioides* sont des abeilles de très petite taille ($\approx 3\text{mm}$ de long). *Nomioides facilis* (Fig. 44a') est très localisé et peu fréquent, nous l'avons récolté dans une seule station (Fréha). Cette espèce est rencontrée en été à la mi-août. Elle semble être inféodée à une espèce végétale en l'occurrence *Mentha rotundifolia* (Lamiaceae).



Fig. 44a' : *Nomioides facilis* (♀ à droite : 3,5mm ; 2 ♂ à gauche : 3,3mm)
(Photographies originales).

Dufourea halictula est une espèce très rare. Un seul spécimen est trouvé dans la station de Boukhalfa sur *Stachys arvensis* (Lamiaceae) (Fig. 44b').



Fig. 44b' : *Dufourea halictula*: 5,2mm
(Photographies originales).

➤ Famille des Megachilidae

Souvent appelées « abeilles découpeuses », elles possèdent des glosses longues et fines. (Fig.44c', Fig.44d', Fig.44m').

Les espèces de cette famille se reconnaissent aisément à leur dispositif de récolte du pollen : une brosse de poils sur la face ventrale (scopa) (Fig. 44c', Fig. 44e', Fig. 44k', Fig.44m'). Celle-ci se compose de poils raides, inclinés vers l'arrière. Mais les représentants parasites de cette famille (*Coelioxys*, *Stelis*) ne répondent pas à cette description.



Fig.44c' : *Megachile fertoni* femelle : 9,6mm (**Photographies originales**).

Les genres les plus communs sont : *Heriades*, *Hoplitis*, *Osmia* et *Megachile*. Les espèces de la sous-famille des Megachilinae ont une tête large qui les rend faciles à reconnaître (Fig. 44c', Fig. 44d'). Chez la majorité des espèces, les mandibules sont bien développées. Les espèces du genre *Megachile* sont de tailles variables (7 à 20mm). A la différence des Megachiles, les Osmies présentent un pulvillus entre les griffes des tarse.

Aucune espèce de cette famille ne forme de sociétés, mais leurs nids sont souvent des constructions très élaborées, que les autres abeilles ne peuvent égaler.

Megachile apicalis est relativement abondante. Sa répartition se limite à deux stations avec des effectifs élevés (Fig. 44d').



Fig. 44d': *Megachile apicalis* (♂ à gauche : 7,2mm ; ♀ à droite : 9,2mm)
(Photographies originales).

Megachile centuncularis est une espèce holarctique



Fig. 44e': *Megachile centuncularis* (♂ à gauche : 9,6mm ; ♀ à droite : 11,2mm)
(Photographies originales).

Osmia rufa ou abeille rousse anciennement nommée *Osmia bicornis* (à deux cornes, Fig. 44f') est l'une des espèces les plus commune. Sa taille varie de 10 à 12mm.



Fig. 44f': *Osmia rufa* (♂ à gauche : 12mm ; ♀ à droite : 14mm)
(Photographies originales)

Le mode de nidification d'*Osmia bicolor* (Fig.44g') est l'un des phénomènes les plus remarquables que l'on puisse observer chez les abeilles solitaires. Elle construit exclusivement ses nids dans des coquilles d'escargot vides qu'elle recouvre ensuite d'un tas d'herbe ou d'aiguilles de pin.



Fig.44g': *Osmia bicolor* : 10mm.



Fig.44h': *Osmia sp.*: 8,7mm

(Photographies originales)

A la différence des Mégachiles, les Osmies présentent un lobe adhésif (pulvillus) entre les griffes des tarse (Fig. 44i', Fig. 44j').



Fig. 44i': Extrémité de la patte postérieure d'*Osmia sp.* (Grossissement : 36x)



Fig. 44j': Extrémité de la patte postérieure de *Megachile fertoni* (Grossissement : 36x)

(Photographies originales)

Lithurgus chrysurus (Fig. 44l', 44m') est l'espèce la plus abondante parmi les Mégachiles que nous avons rencontrées. Sa répartition est tout de même limitée à deux stations. Sur un effectif de 154 individus, 5 seulement sont capturés sur *Scolymus hispanicus* (Asteraceae), le reste est observé sur *Centaurea pullata* L. (Asteraceae) notamment dans la station de Boukhalfa.



Fig. 44k': *Megachile lagopoda* ♀: 14,5mm



Fig. 44l': *Lithurgus chrysurus* ♀: 11,8mm

(Photographies originales).

Megachile lagopoda est cantonnée à une seule station (Fréha) (Fig. 44k')



Fig. 44m': *Lithurgus chrysurus* (♂ à gauche : 10,8mm ; ♀ à droite : 11,8mm

(Photographies originales).

Coelioxys et *Stelis* sont les genres de Megachilidae renfermant les abeilles-coucou à pilosité très peu développée. Chez les mâles des *Coelioxys*, l'abdomen est muni à l'extrémité, de 6 à 9 épines défensives (Fig. 44n').

Stelis punctatissima (Fig.44o') est une abeille-coucou passe souvent inaperçue à cause des faibles densités de ses populations et de son apparence discrète. Espèce commune et très adaptable. Elle parasite diverses Osmies, et *Anthidium manicatum* (Fig.44q') (Megachilidae).



Fig. 44n': *Coelioxys sp.* ♂ : 5,6mm



Fig. 44o': *Stelis punctatissima* ♀
dépourvue de brosse abdominale : 7,2mm

(Photographies originales)

Nous avons rencontré *Stelis punctatissima* dans les deux stations où son hôte *Anthidium manicatum* est le plus fréquemment observé. *Anthidium manicatum barbarum* se remarque surtout en raison de la grande taille des mâles. L'abdomen de ces derniers porte à son extrémité des épines défensives. Cette espèce se caractérise par une grande adaptabilité et une préférence pour les jardins. Les Anthidies ont une forme trapue. La plupart du temps, ils ne sont peu velus ; des taches jaunes, blanche ou rousses sur l'abdomen leur donnent une certaine ressemblance avec les guêpes (Fig. 44p', 44q')



Fig. 44p': *Icteranthidium ferrugineum discoidale* ♀ : 8,6mm
(Photographies originales)



Fig. 44q': *Anthidium manicatum barbarum*
(♀ en bas et à droite : 10,4mm ; ♂ en haut : 16,4mm)
(Photographies originales)

Anthocopa andrenoïdes est la seule espèce de ce genre. Elle est très rare dans la région de Tizi-Ouzou où un sel spécimen est rencontré (Fig. 44r').



Fig. 44r': *Anthocopa andrenoïdes* : 6,8mm
(Photographies originales)

4.2. Choix floraux

La variabilité dans la structure des appareils de collecte de pollen et de nectar particulièrement des pièces buccales des abeilles détermine le choix des plantes à butiner. Les abeilles à langue longue sont mieux adaptées pour la collecte du nectar des fleurs à corolle profonde ou même tubulaires telles que les *Labiatae* et les *Papilionaceae*. Celles à langue courte fréquentent les fleurs à corolles largement ouvertes et au nectar facilement accessible comme les *Asteraceae*, les *Umbellifereae* et les *Cruciferae*. C'est dans ce contexte que nous nous intéressons aux choix floraux des espèces d'abeilles sauvages recensées parmi la flore naturelle inventoriée et leur spécialisation alimentaire.

4.2.1. Composition de la flore naturelle

La floraison des plantes printanières est tardive ou précoce selon les années et les conditions climatiques. Néanmoins, la phénologie des espèces végétales sur lesquelles les abeilles ont été observées est établie selon nos observations à partir de l'année 2001 qui est prise comme référence.

L'inventaire floristique que nous avons réalisé dans les quatre stations prospectées nous a permis d'établir un herbier et de dresser un calendrier qui fait ressortir les différentes espèces végétales. Le tableau 22 englobe alors toutes les espèces de la flore naturelle collectées, leurs familles botaniques ainsi que leur phénologie. Dans le tableau 23 sont mentionnées les plantes communes aux 4 stations d'étude ainsi que les plantes les plus fréquentes dans chacune des stations.

Dans ce tableau 22 on trouve une grande diversité de plantes spontanées. Les espèces butinées par les abeilles dans notre région d'étude sont en nombre de 46 appartenant à 17 familles botaniques. Les premières plantes à fleurir en début février sont : *Sinapis arvensis* (Brassicaceae), *Cerithe major* (Boraginaceae), *Oxalis pes-caprae* (Oxalidaceae), *Narcissus tazetta* (Amaryllidaceae). C'est vers la fin de mars que le nombre d'espèces de plantes augmente avec la floraison de plusieurs espèces. Quelques plantes tardives apparaissent enfin au courant du mois de juin et parmi lesquelles les plus communes dans nos stations sont : *Centaurea pullata* (Asteraceae), *Scolymus hispanicus* (Asteraceae) et *Rubus ulmifolius* (Rosaceae).

Tableau 22 : Calendrier de floraison des plantes spontanées de la région de Tizi-Ouzou (année 2001).

Flore			Début de floraison	Fin de floraison
Nom scientifique (latin)	Non commun	Nom Kabyles		
Asteraceae (Compositae)				
<i>Chrysanthemum fontanesii</i> (Boiss., Reut. & sine ref.) Quezel & Santa	Chrysanthème	Aghedou bakli	28 mars	14 mai
<i>Andryala integrifolia</i> L.		Thadhout boulli	8 mai	10 juillet
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Camomille		22 mars	30 juin
<i>Carduncellus</i> sp.			18 mars	28 mars
<i>Centaurea pullata</i> L.	Centaurée	Achikhaou	3 juin	15 juillet
<i>Calendula arvensis</i>				
<i>Cichorium intybus</i> L.			25 avril	17 mai
<i>Galactites tomentosa</i> (L.) Moench.	Galactite	Achikhaou	3 avril	5 juin
<i>Hieracium</i> sp.		Zidhlmoum	28 mars	9 juillet
<i>Pulicaria odora</i> (L.) RC		Silmekhsa	5 mai	7 juillet
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Chardon, Scolyme	Thaghadiwth	5 juin	15 juillet
<i>Urospermum dalechampii</i>			10 avril	13 mai
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth		Thizeghdherth	20 avril	3 mai
<i>Leontodon</i> sp.	Pisenlit		3 mars	28 mars
<i>Pallenis spinosa</i>			15 avril	10 mai
Brassicaceae (Crucifera)				
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Moutarde des champs	Achnaf	14 février	17 mai
Lamiaceae (Labiatae)				
<i>Mentha rotundifolia</i> L.	Menthe	Thimijja	15 juillet	30 août
<i>Stachys arvensis</i> L.			2 mai	10 juin
<i>Teucrium</i> sp.			23 avril	5 juin
Boraginaceae				
<i>Anchusa azurea</i> Miller			8 mai	28 juillet
<i>Borago officinalis</i> L.	Borrache officinale	Chikh lavkoul	15 mars	17 juin
<i>Cerithe major</i> L.			12 février	1 juin
<i>Echium australe</i> (Lamarck) Poiret	Vopérine		10 avril	5 juin
Malvaceae				
<i>Malva sylvestris</i> L.		Mauve	3 avril	10 mai
Convolvulaceae				
<i>Convolvulus</i> sp.			10 mai	8 juin
<i>Convolvulus arvensis</i> L.			2 juin	10 juillet
Oxalidaceae				
<i>Oxalis pes-caprae</i> (L.) Thunb.	Oxalis	Ajedjigh nsikrane	9 février	7 mai

Fumariaceae				
<i>Fumaria capreolata</i>			25 mars	10 avril
Papaveraceae				
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Coquelicot	Lahrir gueghrane	29 mars	8 mai
Ranunculaceae				
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	Bouton d'or		28 mars	7 mai
<i>Ranunculus ficaria</i>			3 mars	6 avril
Umbelliferae				
<i>Daucus carota</i> L.	Carotte sauvage	Thazdhelth	12 mars	10 juillet
<i>Foeniculum vulgare</i> (Mill.) Gaertn.	Fenouille vulgaire		28 juin	15 juillet
Amaryllidaceae				
<i>Narcissus tazetta</i> L.	Narcisse	Thikhlal nenvi	15 février	29 février
Rosaceae				
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	Ronce	Anajel	5 juin	12 juillet
Fabaceae (Papilionaceae, Leguminosae)				
<i>Hedysarum coronarium</i> L.			10 avril	17 mai
<i>Lotus corniculatus</i> L.			26 mars	17 mai
<i>Lotus edulis</i>		Thivardhkekh	26 mars	17 mai
<i>Lupinus angustifolius</i> L.			12 mars	7 mai
<i>Melilotus</i> sp.			10 avril	17 mai
<i>Trifolium campestre</i> Schrb.		Ifiss	12 mars	14 mai
<i>Vicia sativa</i> L.	Vesce	Ahvach	2 avril	20 avril
Dipsacaceae				
<i>Scabiosa maritima</i> (L.) Fiori & Parol			22 mai	30 juin
Valerianaceae				
<i>Fedia cornucopiae</i> (L.) Gaertn.			6 mars	28 mars
Campanulaceae				
<i>Campanula rapunculus</i>			5 mai	4 juin
Liliaceae				
<i>Asphodelus microcarpus</i> Salzm. & Viv.	Asphodèle	Ighri	29 mars	3 juin

Tableau 23 : Répartition des espèces végétales dans les stations prospectées.

Plantes communes aux 4 stations	Plantes les plus fréquentes dans chaque station			
	Boukhalfa	Fréha	Makouda	Beni-Douala
- <i>Centaurea pullata</i>	- <i>Andryala integrifolia</i>	- <i>Bellis sylvestris</i>	- <i>Lupinus angustifolius</i>	- <i>Pallenis spinosa</i>
- <i>Cerinth major</i>	- <i>Borago officinalis</i>	- <i>Echium australe</i>	- <i>Rubus ulmifolius</i>	- <i>Pulicaria odora</i>
- <i>Daucus carota</i>	- <i>Centaurea pullata</i>	- <i>Galactites tomentosa</i>	- <i>Scabiosa maritima</i>	- <i>Scolymus hispanicus</i>
- <i>Echium australe</i>	- <i>Oxalis pes-caprae</i>	- <i>Sinapis arvensis</i>		
- <i>Lotus edulis</i>	- <i>Scolymus hispanicus</i>			
- <i>Oxalis pes caprae</i>				
- <i>Scolymus hispanicus</i>				

La phénologie des familles et des espèces de plantes mellifères établie pour l'année 2001 est illustrée par la figure 45. Elle montre que la floraison débute timidement vers la mi février et augmente pour atteindre un maximum d'espèces et de familles botaniques au courant du mois de mai. La floraison diminue à partir de la deuxième quinzaine du mois de mai aussi vite qu'elle a progressé et s'annule pratiquement en août.

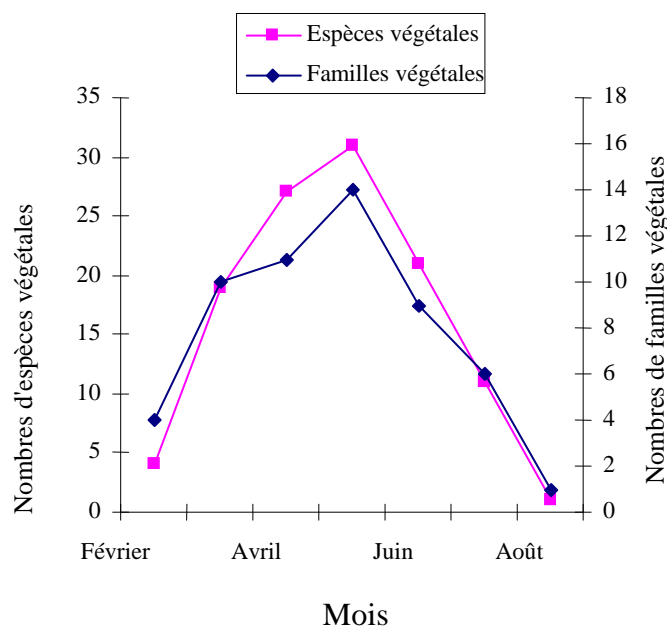


Fig. 45: Phénologie des plantes spontanées (année 2001).

4.2.2. Flore visitée par l'ensemble des apoïdes

Dans cette partie, nous déterminons le et la proportion de visites par famille et par espèce végétale ainsi que le nombre d'espèces d'abeilles visiteuses. D'après nos résultats, trois familles concentrent 77% des visites (Tab. 24). Ce sont les Asteraceae (63,7%), les Boraginaceae (6,78%) et les Rosaceae (6,67%). Les Fabaceae, Umbelliferae, Lamiaceae, Brassicaceae ont des taux de visites importants respectivement de 4,81%, 4,21%, 3,50% et 2,19%. Les autres familles sont beaucoup moins butinées. Les Convolvulaceae, Valerianaceae, Campanulaceae, Malvaceae ont les plus faibles taux de visites entre 0,05% et 0,27%.

Sur la base des espèces visiteuses, la principale famille est encore celle des Asteraceae qui attire le plus grand nombre (75). La famille des Fabaceae vient en deuxième position, le nombre d'espèces d'abeilles qui la visite (26) est plus important que celui observé sur les Boraginaceae (21) qui se trouve alors reléguée à la troisième position. Les Oxalidaceae sont recherchées par 12 espèces d'abeilles. Les Rosaceae, Brassicaceae, Dipsacaceae, Liliaceae ont permis l'obtention de 11 espèces chacune.

La famille des Asteraceae comprenant le plus grand nombre d'espèces végétales et visitée par plus de la moitié des espèces d'abeilles rencontrées, présente donc le plus grand intérêt pour les apoïdes.

Tableau 24 : Familles végétales visitées par l'ensemble des apoïdes (1999-2002)

Familles végétales	Nombre d'espèces visiteuses	Nombre d'individus visiteurs	% de visites
Asteraceae	75	1165	63,7
Boraginaceae	21	124	6,78
Rosaceae	11	122	6,67
Fabaceae	26	88	4,81
Umbelliferae	9	77	4,21
Lamiaceae	8	64	3,50
Brassicaceae	11	40	2,19
Dipsacaceae	11	34	1,86
Liliaceae	11	31	1,69
Oxalidaceae	12	26	1,42
Ranunculaceae	7	18	0,98
Amaryllidaceae	6	12	0,65
Papaveraceae	4	11	0,60
Convolvulaceae	4	5	0,27
Valerianaceae	4	5	0,27
Campanulaceae	2	4	0,21
Malvaceae	1	1	0,05

Pour ce qui concerne les espèces botaniques visitées, *Centaurea pullata* (19,15%), *Scolymus hispanicus* (16,52%) sont de loin les plus recherchées par les abeilles. La première

plante est visitée par 33 espèces (soit 32% des espèces rencontrées), la deuxième par 21 espèces (soit 20%). *Andryala integrifolia* et *Rubus ulmifolius* sont également butinées, elles représentent respectivement 11,15% et 6,73% des visites (Tab. 25).

Les plantes ayant permis de recenser le plus d'espèces d'abeilles butineuses sont *Centaurea pullata* (33 espèces), *Andryala integrifolia* (23), *Scolymus hispanicus* (21), *Galactites tomentosa* (18). En revanche, la moitié des plantes n'ont permis l'observation que de une à cinq espèces. Il semble donc que l'on ait une forte concentration d'abeilles sur un faible nombre de plantes, soit 19 sur 46 espèces végétales recensées.

Parmi les 15 espèces que compte la famille des Asteraceae, trois d'entre elles ont donc concentré le plus d'espèces visiteuses et le plus grand taux de visites. Plusieurs autres espèces de cette même famille sont également bien appréciées. *Rubus ulmifolius*, la seule espèce représentant la famille des Rosaceae est rarement butinée.

Tableau 25 : Nombre total, taux de visites florales et nombre d'espèces visiteuses des plantes spontanées (1999-2002).

Espèces végétales visitées	Nombre total de visites	% de visites florales	Nombre d'espèces visiteuses
<i>Centaurea pullata</i>	350	19,15	33
<i>Scolymus hispanicus</i>	302	16,52	21
<i>Andryala integrifolia</i>	204	11,15	23
<i>Rubus ulmifolius</i>	123	6,73	11
<i>Daucus carota</i>	74	4,05	8
<i>Hieracium sp.</i>	72	3,94	12
<i>Galactites tomentosa</i>	63	3,44	18
<i>Cichorium intybus</i>	51	2,79	2
<i>Chrysanthemum fontanesii</i>	47	2,57	13
<i>Sinapis arvensis</i>	40	2,18	10
<i>Echium australe</i>	39	2,13	4
<i>Urospermum dalechampii</i>	37	2,02	6
<i>Cerithe major</i>	36	1,97	7
<i>Scabiosa maritima</i>	34	1,86	11
<i>Trifolium campestre</i>	31	1,69	13
<i>Asphodelus microcarpus</i>	31	1,69	10
<i>Anchusa azurea</i>	31	1,69	6
<i>Oxalis pes-caprae</i>	26	1,42	11
<i>Mentha rotundifolia</i>	25	1,36	1
<i>Pulicaria odora</i>	21	1,15	10
<i>Teucrium sp.</i>	20	1,09	5
<i>Stachys arvensis</i>	19	1,03	3
<i>Borago officinalis</i>	18	0,90	9
<i>Ranunculus bulbosus</i>	16	0,80	6
<i>Lotus corniculatus</i>	15	0,80	4
<i>Lupinus angustifolius</i>	15	0,80	6
<i>Narcissus tazetta</i>	12	0,60	8
<i>Anthemis arvensis</i>	12	0,60	6
<i>Papaver rhoeas</i>	9	0,40	3
<i>Lotus edulis</i>	8	0,40	6
<i>Reichardia picroides</i>	6	0,30	2
<i>Melilotus sp.</i>	6	0,30	4
<i>Vicia sativa</i>	5	0,20	1
<i>Campanula rapunculoides</i>	4	0,20	2
<i>Carduncellus sp.</i>	3	0,10	2
<i>Convolvulus sp.</i>	3	0,10	2
<i>Hedysarum coronarium</i>	3	0,10	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	3	0,10	3
<i>Foeniculum vulgare</i>	3	0,10	3
<i>Calendula arvensis</i>	2	0,10	1
<i>Ranunculus ficaria</i>	2	0,10	1
<i>Fumaria capreolata</i>	2	0,01	1
<i>Malva sylvestris</i>	1	0,05	1
<i>Leontodon sp.</i>	1	0,05	1
<i>Pallenis spinosa</i>	1	0,05	1
<i>Ononis sp.</i>	1	0,05	1
Total	1827	100	

4.2.3. Flore visitée par les familles d'apoïdes

Nous avons estimé le taux de visites florales effectuées par les différentes familles d'abeilles. Les résultats sont représentés dans les tableaux 26, 27, l'annexe 4 et illustrés par la figure 46. Le taux de visites florales est également étudié pour chacune des espèces d'abeilles par rapport à chacune des familles botaniques, les résultats sont exprimés dans les tableaux 5 à 9 en annexe.

Tableau 26 : Répartition des visites florales entre les familles d'apoïdes (1999-2002).

Familles d'apoïdes	Colletidae	Andrenidae	Halictidae	Apidae	Megachilidae	Apoïdes
Nombre de visites	173	243	454	649	374	1893
Nombre d'espèces visiteuses	5	16	22	30	30	103
Nombre de familles végétales visitées	4	9	12	14	15	17
Nombre d'espèces végétales visitées	9	22	26	33	25	45

Tableau 27 : Taux de visites des familles d'apoïdes sur les familles des plantes

	Colletidae	Andrenidae	Halictidae	Apidae	Megachilidae
Asteraceae	23	213	339	293	290
Boraginaceae	0	0	3	120	8
Rosaceae	43	1	4	42	26
Fabaceae	0	5	10	59	9
Umbelliferae	88	0	14	1	2
Lamiaceae	0	0	28	34	2
Brassicaceae	1	8	23	8	0
Dipsacaceae	0	0	12	14	5
Liliaceae	0	1	0	24	1
Oxalidaceae	0	6	1	11	4
Ranunculaceae	2	4	5	4	3
Amaryllidaceae	0	1	0	10	1
Papaveraceae	0	3	4	5	0
Convolvulaceae	0	0	5	1	0
Valerianaceae	0	0	0	0	5
Campanulaceae	0	1	0	0	3
Malvaceae	0	0	0	0	1

Les familles botaniques les plus exploitées par les apoïdes toutes familles confondues sont par ordre décroissant les Asteraceae, Boraginaceae, Rosaceae, Umbelliferae, Fabaceae, Lamiaceae.

Les Asteraceae sont visitées par diverses familles d'apoïdes, elles reçoivent 87,6% de l'ensemble des visites effectuées par les Andrenidae, 80% des Megachilidae, 75,6% des Halictidae, 46,8% des Apidae, et seulement 14,6% des visites des Colletidae

Les Boraginaceae sont beaucoup plus visités par les Apidae qui leur consacrent plus de 19% de leurs visites. Les Megachilidae et les Halictidae visitent cette famille végétale avec d'infimes proportions (2,2% et 0,6%). Quant aux Colletidae et Andrenidae, aucune visite n'est observée de leur part sur les Boraginaceae.

Les Rosaceae sont plutôt appréciées par les Colletidae avec le plus fort taux de visites (27,7%). Les taux de visites des Megachilidae pour cette famille est de 7,2% et celui des Apidae est de 6,7%. Les autres familles d'abeilles butinent beaucoup moins cette famille.

Les Fabaceae sont visitées par toutes les familles d'apoïdes hormis les Colletidae. Les Apidae couvrent le plus fort taux de visites (9,42%) viennent ensuite les Megachilidae avec 2,5%, de leurs visites et enfin les deux autres familles les, Halictidae, Andrenidae avec de très faibles taux de visites (2,2%, 2%).

Près de 84% des visites reçues par les Umbelliferae sont effectuées par les Colletidae. Ces abeilles consacrent 56% de leurs visites à cette famille botanique. Les Halictidae n'apportent pas plus de 3,1% de leurs visites. Les taux de visites sont insignifiants pour les Megachilidae et Apidae (0,5 et 0,1%) et nuls pour Andrenidae.

Les Laminiaceae ne sont visitées que par trois familles. Les taux de visites des Halictidae et Apidae ne sont pas très importants (6,1% et 5,43%) et celui des Megachilidae l'est encore moins (0,5). C'est ce qui fait que cette famille botanique est moins exploitée par rapport aux précédentes.

Les autres plantes sont peu voire très peu visitées par l'ensemble des Apoïdes.

Par ailleurs, parmi toutes les espèces d'abeilles sauvages, ce sont les Apidae qui ont donné lieu au plus grand nombre de visites florales (649) et au nombre d'espèces végétales visitées soit 33 espèces (Tab.27).

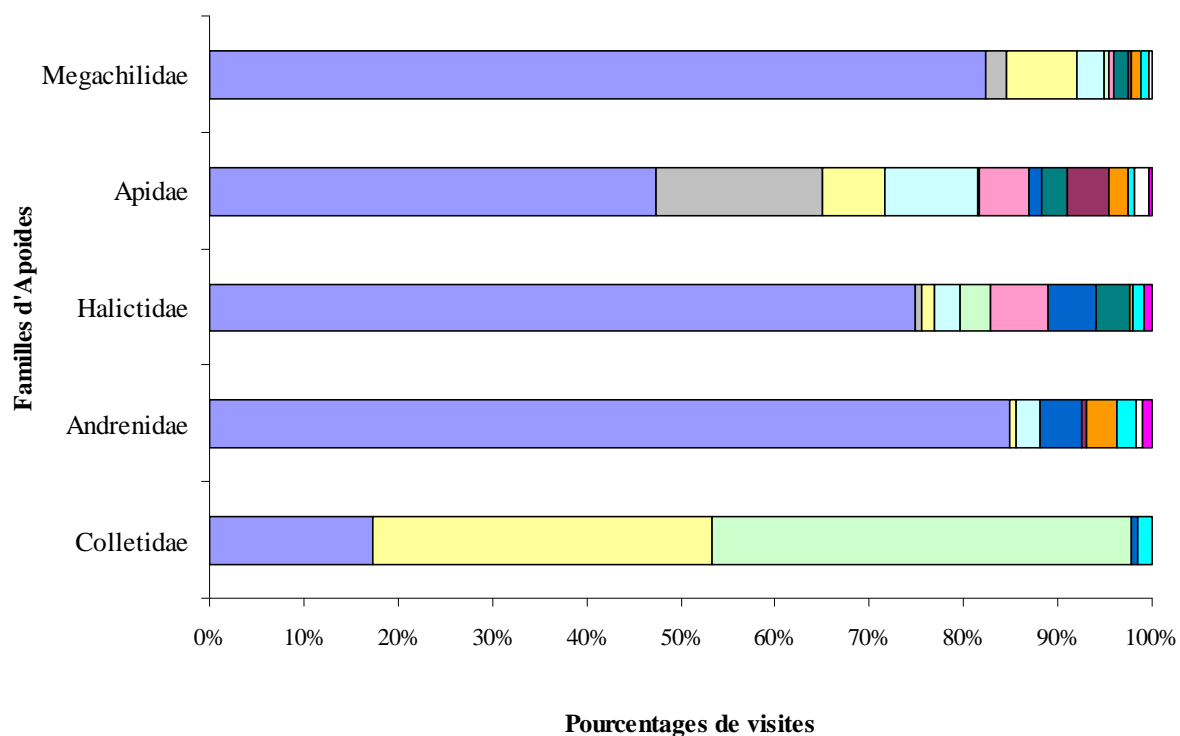


Fig. 46 : Répartition des visites florales effectuées par les familles d'Apoïdes entre les principales familles botaniques (Période de 1999 à 2002).

4.2.4. Flore visitée par les espèces d'apoïdes

Nous avons représenté dans les tableaux 28 à 32 les espèces végétales visitées par chacune des espèces d'abeilles recensées. Les pourcentages sont calculés par rapport à l'ensemble des plantes butinées par les abeilles d'une même famille. Les espèces botaniques y sont classées par ordre décroissant.

Ainsi, d'après ces tableaux et les figures 47 à 50, nous constatons que les apoïdes ne fréquentent pas tous les mêmes plantes. Nous avons noté que certaines espèces végétales sont très peu visitées, d'autres au contraire sont très prisées. C'est le cas de :

Scolymus hispanicus (Asteraceae) est surtout visitée par les Halictidae, notamment *Halictus scabiosae* qui consacre à cette plante 84% de ses visites florales et *Halictus fulvipes* avec 39,3% des visites (Fig.48). Cette est également bien butinée par les Apidae (Fig.49) comme *Ceratina cucurbitina* (45,7%) et *Eucera notata* (8,5%) et par certaines Megachilidae, entre autres, *Megachile apicalis* avec 22% des visites (Fig.50).

Centaurea pullata (Asteraceae) a aussi un taux de visites élevé. De la part de trois Megachilidae, *Lithurgus chrysurus* (96,7%), *Lithurgus cornutus* (72,7%) et *Megachile apicalis* (70%) (Fig.50). Cette Centaurée est parmi les plantes les mieux visitée par les Halictidae *Halictus simplex* (90,4%) et *Halictus fulvipes* (23%) (Fig.48).

Andryala integrifolia (Asteraceae) est la plante préférée de *Punurgus pici* (Andrenidae) pour laquelle il consacre un taux de visite égal à 81,2% (Fig.47). Cette espèce végétale est également très recherchée par plusieurs espèces d'Halictidae, *Lasioglossum villosulum* (63%), *Lasioglossum malachurum* (36,2%), *Halictus fulvipes* (23,8%) (Fig.48).

Rubus ulmifolius (Rosaceae) est une plante qui est visitée par toutes les familles d'abeilles rencontrées. Mais celles qui semblent l'apprécier encore plus sont *Hylaeus (Patagiata) sp.* (Colletidae) avec 89% des visites (Fig.47), *Icteranthidium ferrugineum discoidale* (Megachilidae) avec 80% (Fig.50), *Lasioglossum mediterraneum* (Halictidae) avec 44,4%, *Ceratina cucurbitina* (Apidae) avec 17,5% (Fig.49).

Daucus carota (Umbelliferae) est essentiellement visitée par deux espèces de Colletidae, il s'agit de *Hylaeus (Dentigera) sp.* et *Hylaeus meridionalis* qui concentrent la quasi totalité de leurs visites florales sur cette plante, respectivement 98% et 91% (Fig.47).

Galactites tomentosa (Asteraceae) est principalement butinée par les Apidae, notamment les espèces du genre *Eucera*. En fait, *Eucera nigrifacies* et *Eucera eucnemidea* apporte respectivement sur cette plante 61% et 43,5% du total de leurs visites florales (Fig.49).

Il est révélé que parmi les six espèces végétales les plus exploitées par les apoïdes, quatre appartiennent à la famille des Asteraceae. Nous pouvons donc avancer que cette famille botanique est de loin la plus visitée par les abeilles de notre région d'étude et la plus diversifiées en espèces mellifères.

Par ailleurs, le choix des plantes butinée et leur nombre variant d'une espèce d'abeille à l'autre. Ainsi, parmi les Colletidae la seule espèce ayant visité un nombre de plante relativement important (6 espèces) est *Hylaeus (Patagiata) sp.* Les quatre autres taxons concentrent leurs visites sur une à deux espèces végétales.

Hormis *Panurgus pici* (Andrenidae) rencontré sur 9 espèces botaniques, la majorité des autres abeilles appartenant à cette même famille, visitent entre une à trois plantes uniquement.

Lasioglossum malachurum est la seule espèces d'Halictidae ayant visité dix espèces végétales, suivie d'*Halictus gemmeus* (9 espèces), *Lasioglossum clavipes* (7) et *Halictus fulvipes* (6).

Chez les Megachilidae, ce sont *Osmia caerulescens cyanea* et *Chelostoma sp.* qui sont observées sur le plus grand nombre d'espèces végétales respectivement 8 et 6 plantes.

Quant aux Apidae, les espèces se classent comme suit : *Eucera notata* (12 plantes), *Ceratina cucurbitina* (11), *Eucera numida* (10), *Eucera nitidiventris* (7), *Ceratina albosticta*, *Eucera nigrifacies* et *Xylocopa violacea* (6 plantes chacune). *Bombus terrestris* visite beaucoup plus de plantes comparé à *Bombus ruderatus*, le premier a butiné 8 plantes et le deuxième seulement trois. Les autres espèces ne dépassent pas 5 plantes.

En outre, nous remarquons que certaines espèces d'abeilles se concentrent sur un type de plantes plutôt que d'autres. Il semble qu'il y a une préférence marquée pour une ou plusieurs plantes selon les espèces. C'est ce que nous essayerons de confirmer par la suite à travers l'étude de la spécialisation alimentaire appuyée sur des indices écologiques.

Tableau 28 : Répartition des visites florales effectuées par les Colletidae entre les espèces botaniques (Période : 1999-2002).

Espèces végétales visitées	<i>Colletes similis</i>	<i>Hylaeus (Patagita) sp.</i>	<i>Hylaeus (Dentigera) sp.</i>	<i>Hylaeus meridionalis</i>	<i>Hylaeus pictus</i>	Total	%
<i>Daucus carota</i>	0	0	53	30	0	83	52,86
<i>Rubus ulmifolius</i>	0	42	0	0	1	43	27,38
<i>Chrysanthemum fontanesii</i>	20	0	0	0	0	20	12,73
<i>Foeniculum vulgare</i>	0	1	1	3	0	5	3,18
<i>Ranunculus bulbosus</i>	2	0	0	0	0	2	1,27
<i>Centaurea pullata</i>	0	1	0	0	0	1	0,63
<i>Hieracium sp</i>	0	1	0	0	0	1	0,63
<i>Scolymus hispanicus</i>	0	1	0	0	0	1	0,63
<i>Sinapis arvensis</i>	0	1	0	0	0	1	0,63
Total	22	47	54	33	1	157	100
Nombre d'espèces visitées	2	6	2	2	1		

Tableau 29 : Répartition des visites florales effectuées par les Andrenidae entre les espèces botaniques

Espèces végétales visitées	<i>Andrena albopunctata</i>	<i>Andrena assimilis barnei</i>	<i>Andrena bicolor</i>	<i>Andrena flavipes</i>	<i>Andrena fulvago</i>	<i>Andrena lagopus</i>	<i>Andrena nigroaenea</i>	<i>Andrena ocreata</i>	<i>Andrena orbitalis</i>	<i>Andrena pouillieri</i>	<i>Andrena rhyssonota flava</i>	<i>Andrena rufiventris</i>	<i>Andrena thoracica</i>	<i>Panurgus calceatus</i>	<i>Panurgus cephalotes</i>	<i>Panurgus pici</i>	Total	%
<i>Andryala integrifolia</i>	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	95	105	43,2
<i>Hieracium sp</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	34	43	17,6
<i>Urospermum dalechampii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	31	12,7
<i>Anthemis arvensis</i>	3	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	10	4,11
<i>Centaurea pullata</i>	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	8	3,29
<i>Sinapis arvensis</i>	0	1	0	3	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3,29
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	2,46
<i>Chrysanthemum fontanesii</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1,64
<i>Reichardia picroides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1,64
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	4	1,64
<i>Carduncellus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1,23
<i>Pulicaria odora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1,23
<i>Calendula arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0,82
<i>Fumaria capreolata</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,82
<i>Ranunculus bulbosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0,82
<i>Ranunculus ficaria</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,82
<i>Narcissus tazetta</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,41
<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,41
<i>Lotus edulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,41
<i>Papaver rhoeas</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,41
<i>Asphodelus microcarpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,41
<i>Campanula rapunculus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,41
Total	3	1	4	14	8	4	3	7	8	2	1	3	4	1	3	177	243	100
Nombre d'espèces visitées	1	1	4	4	2	3	1	5	2	2	1	2	2	1	3	9	71	

Tableau 30 : Répartition des visites florales effectuées par les Halictidae entre les espèces botaniques (Période : 1999-2002).

Espèces végétales visitées	<i>Halictus fulvipes</i>	<i>Halictus gemmeus</i>	<i>Halictus pici</i>	<i>Halictus scabiosae</i>	<i>Halictus simplex</i>	<i>H. smaragdulus</i>	<i>Lasioglossum soror</i>	<i>L. clavipes</i>	<i>L. bimaculatum</i>	<i>L. callizonium</i>	<i>L. aegyptiellum</i>	<i>L. immunitum</i>	<i>L. malachurum</i>	<i>L. mediterraneum</i>	<i>L. pauperatum</i>	<i>L. pauxillum</i>	<i>L. villosulum</i>	<i>Lasioglossum sp.</i>	<i>Nomioides facilis</i>	<i>Sphécodes pseudofasciatus</i>	<i>Dufourea halictula</i>	Total	%
<i>Scolymus hispanicus</i>	33	2	0	95	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	5	0	0	0	0	149	33,2
<i>Andryala integrifolia</i>	20	8	1	0	1	4	3	0	0	4	1	1	17	0	0	0	12	1	0	0	0	73	16,3
<i>Centaurea pullata</i>	20	5	1	12	19	2	0	5	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	71	15,8
<i>Mentha rotundifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	25	5,58
<i>Sinapis arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	23	5,13
<i>Hieracium sp</i>	7	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4,91
<i>Daucus carota</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	14	3,12
<i>Scabiosa maritima</i>	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2,67
<i>Trifolium campestre</i>	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	8	1,78
<i>Galactites tomentosa</i>	0	1	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	1,78
<i>Chrysanthemum fontanesii</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	7	1,56
<i>Pulicaria odora</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1,11
<i>Ranunculus bulbosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1,11
<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0,89
<i>Papaver rhoeas L.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,89
<i>Convolvulus sp.</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0,66
<i>Anthemis arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0,44
<i>Teucrium sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0,44
<i>Borago officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,44
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0,44
<i>Melilotus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,44
<i>Pallenis spinosa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,22
<i>Leontodon sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,22
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,22
<i>Echium australe</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,22
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,22
Total	84	33	2	113	21	6	3	19	5	9	14	1	47	9	1	32	19	2	25	2	1	448	100
Nombre d'espèces visitées	6	9	2	4	3	2	1	7	2	2	4	1	10	5	1	5	4	2	1	2	1		

Tableau 31: Répartition des visites florales effectuées par les Apidae entre les espèces botaniques (Période : 1999-2002).

Espèces végétales visitées	<i>A. quadrifasciata</i>	<i>A. albigena talaris</i>	<i>Aniophora dispar</i>	<i>A. plumipes pennata</i>	<i>A. plumipes plumipes</i>	<i>A. subterranea</i>	<i>Ceratina albosticta</i>	<i>C. callosa algeriensis</i>	<i>Ceratina cucurbitina</i>	<i>Ceratina parvula</i>	<i>Eucera decolorata</i>	<i>Eucera eucnemidea</i>	<i>Eucera nitidiventris</i>	<i>Eucera nigrifaciens</i>	<i>Eucera nigrilabris</i>	<i>Eucera notata</i>	<i>Eucera numida</i>	<i>Eucera pannonica</i>	<i>Eucera parvula</i>	<i>Eucera pulveracea</i>	<i>Eucera spatulata</i>	<i>Xylocopa violacea</i>	<i>Xylocopa valga</i>	<i>X. iris cupripennis</i>	<i>Nomada basalis</i>	<i>Bombus terrestris</i>	<i>Bombus ruderatus</i>	Total	%
<i>Scolymus hispanicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	102	0	0	2	0	0	0	10	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	119	19,1
<i>Cichorium intybus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	8,01
<i>Galactites tomentosa</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	10	1	14	2	11	2	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	50	8,01
<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	42	6,73
<i>Echium australe</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	35	5,60
<i>Anchusa azurea</i>	15	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	31	4,96
<i>Cerintho major</i>	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	16	0	0	0	0	0	0	1	0	12	0	36	5,76
<i>Centaurea pullata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	0	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	21	3,36
<i>Borago officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	3	2	0	1	0	1	6	0	0	0	0	0	18	2,88
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	2,88
<i>Andryala integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	2,72
<i>Teucrium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2,56
<i>Asphodelus microcarpus</i>	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	8	24	3,84
<i>Scabiosa maritima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	14	2,24
<i>Chrysanthemum fontanesii</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	14	2,24
<i>Lupinus angustifolius</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	3	0	1	0	14	2,24
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2,08
<i>Pulicaria odora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	11	1,76
<i>Narcissus tazetta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	10	1,60
<i>Sinapis arvensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1,28
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	11	1,76
<i>Urospermum dalechampii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1,12
<i>Lotus edulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0,96
<i>Lotus corniculatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	14	2,24
<i>Melilotus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,64
<i>Hedysarum coronarium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0,48
<i>Papaver rhoeas</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,48
<i>Ranunculus ficaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,48
<i>Reichardia picroides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,32
<i>Hieracium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,32
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,16
<i>Ranunculus bulbosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,16
<i>Daucus carota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,16
Total	15	9	4	5	8	2	13	1	223	1	12	23	12	23	6	117	37	3	4	16	7	22	1	6	1	43	10	624	100
Nombre d'espèces visitées	1	1	3	3	3	1	6	1	11	1	4	5	7	6	4	12	10	2	3	4	5	6	1	3		8	3		

Tableau 32: Répartition des visites florales effectuées par les Megachilidae entre les espèces botaniques (Période : 1999-2002).

Espèces végétales visitées	<i>Anthidium</i> sp.	<i>Anthidium</i> diadema	<i>A. manicatum</i> barbarum	<i>Rhodanthidium</i> siculum	<i>Pseudoanthidium</i> lituratum	<i>I. ferrugineum</i> discoidale	<i>Anthocopa</i> andrenoides	<i>Anthocopa</i> spinulosa	<i>Chalicodoma</i> sicula	<i>Chelostoma</i> sp.	<i>C. campanularum</i>	<i>Chelostoma</i> grande	<i>Creightonella</i> albisecta	<i>Heriades</i> crenulatus	<i>Hoplitis</i> perezii	<i>Lithurgus</i> chrysurus	<i>Lithurgus</i> cornutus	<i>Megachile</i> apicalis	<i>Megachile</i> centuncularis	<i>Megachile</i> fertoni	<i>Megachile</i> pilidens	<i>Osmia</i> fulviventris	<i>O. caerulescens</i> cyanea	<i>O. latreillei</i> iberoafricana	<i>Osmia</i> notata	<i>Osmia</i> rufa	<i>Osmia</i> tunensis	<i>Stelis</i> punctulatisima	Total	%	
<i>Centaurea pullata</i>	3	1	4	1	9	4	0	0	0	7	0	0	1	0	0	149	16	38	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	240	66,6
<i>Scolymus hispanicus</i>	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	13	1	2	1	0	1	0	1	0	0	0	32	8,88	
<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7,22	
<i>Borago officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1,94	
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	1,66	
<i>Scabiosa maritima</i>	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1,38	
<i>Fedia cornucopiae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	5	1,38		
<i>Galactites tomentosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5	1,38	
<i>Hieracium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	4	1,11		
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	1,11		
<i>Andryala integrifolia</i>	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	3	0,83	
<i>Campanula rapunculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,83	
<i>Ranunculus bulbosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,83	
<i>Carduncellus</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0,55		
<i>Daucus carota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,55	
<i>Pulicaria odora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,55	
<i>Teucrium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0,55		
<i>C. fontanesii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,55	
<i>Cerinth major</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	1	0	1	0,27		
<i>Malva sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,27	
<i>Narcissus tazetta</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	0	0	0	1	0,27		
<i>Lotus edulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,27		
<i>Lotus corniculatus</i>	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	0	0	1	0,27		
<i>Lupinus angustifolius</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	0	0	0	1	0,27		
<i>A. microcarpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,27		
Total	5	1	11	1	9	20	1	3	8	16	3	1	4	1	2	154	22	54	3	7	1	2	18	2	2	7	1	2	360	100	
Nbre d'espèces visitées	2	1	3	1	1	2	1	1	2	6	2	1	1	2	1	2	2	4	2	4	1	2	8	2	2	4	1	1			

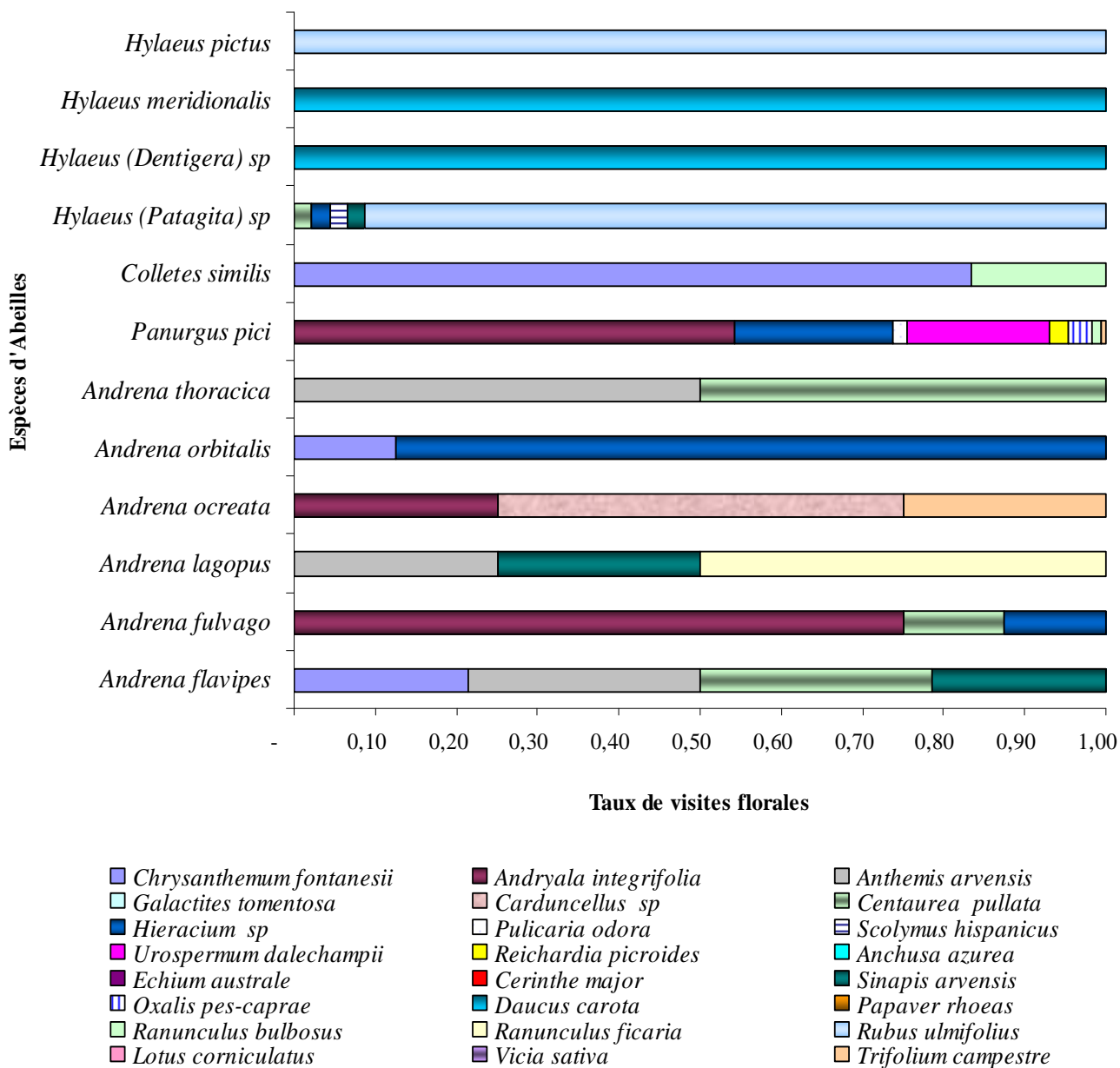


Fig. 47 : Répartition des visites florales effectuées par les espèces de Collectidae et d'Andrenidae entre les principales espèces botaniques (Période de 1999 à 2001)

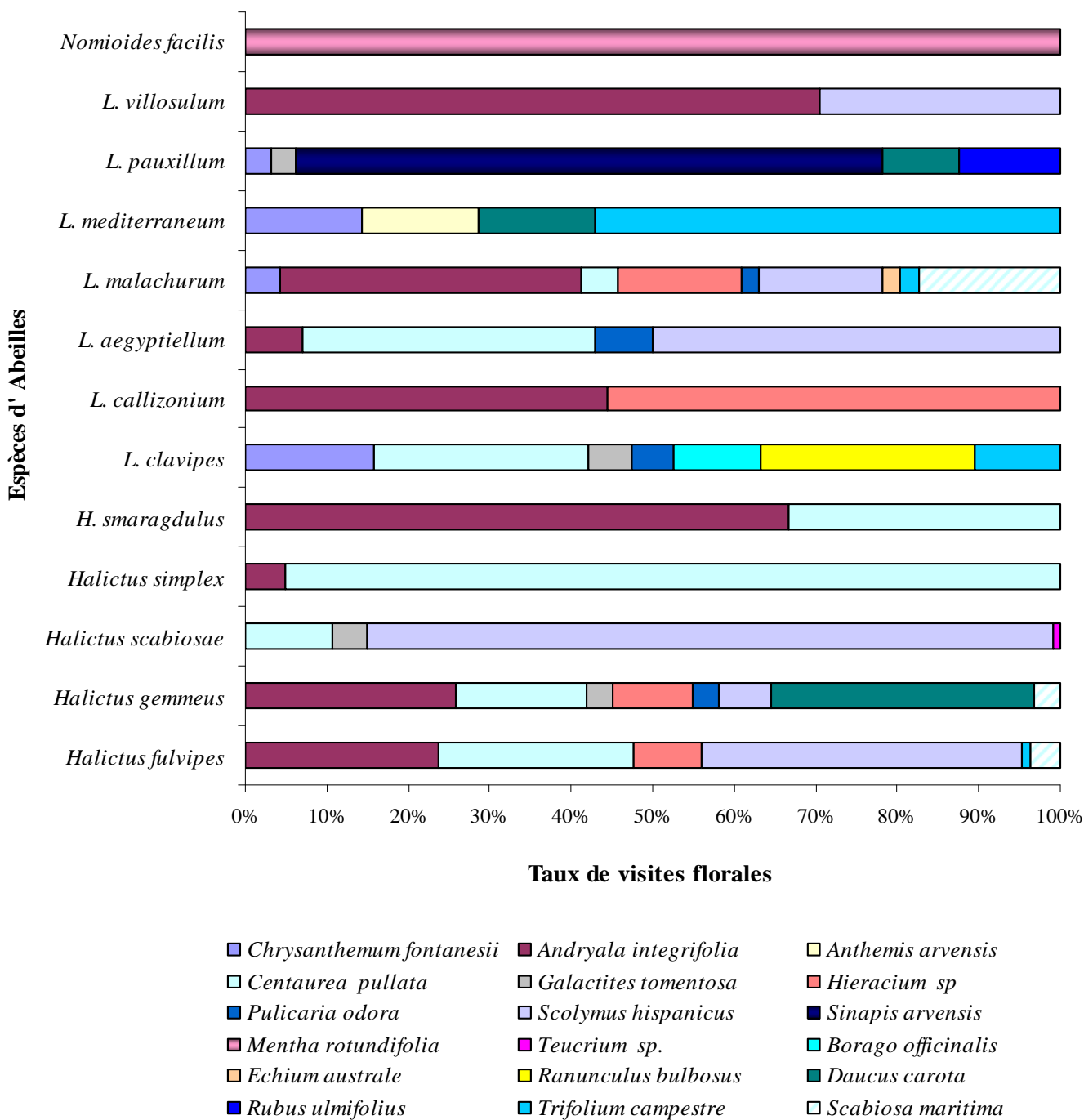


Fig. 48 : Répartition des visites florales des espèces d' Halictidae entre les principales espèces botaniques (Période de 1999 à 2002).

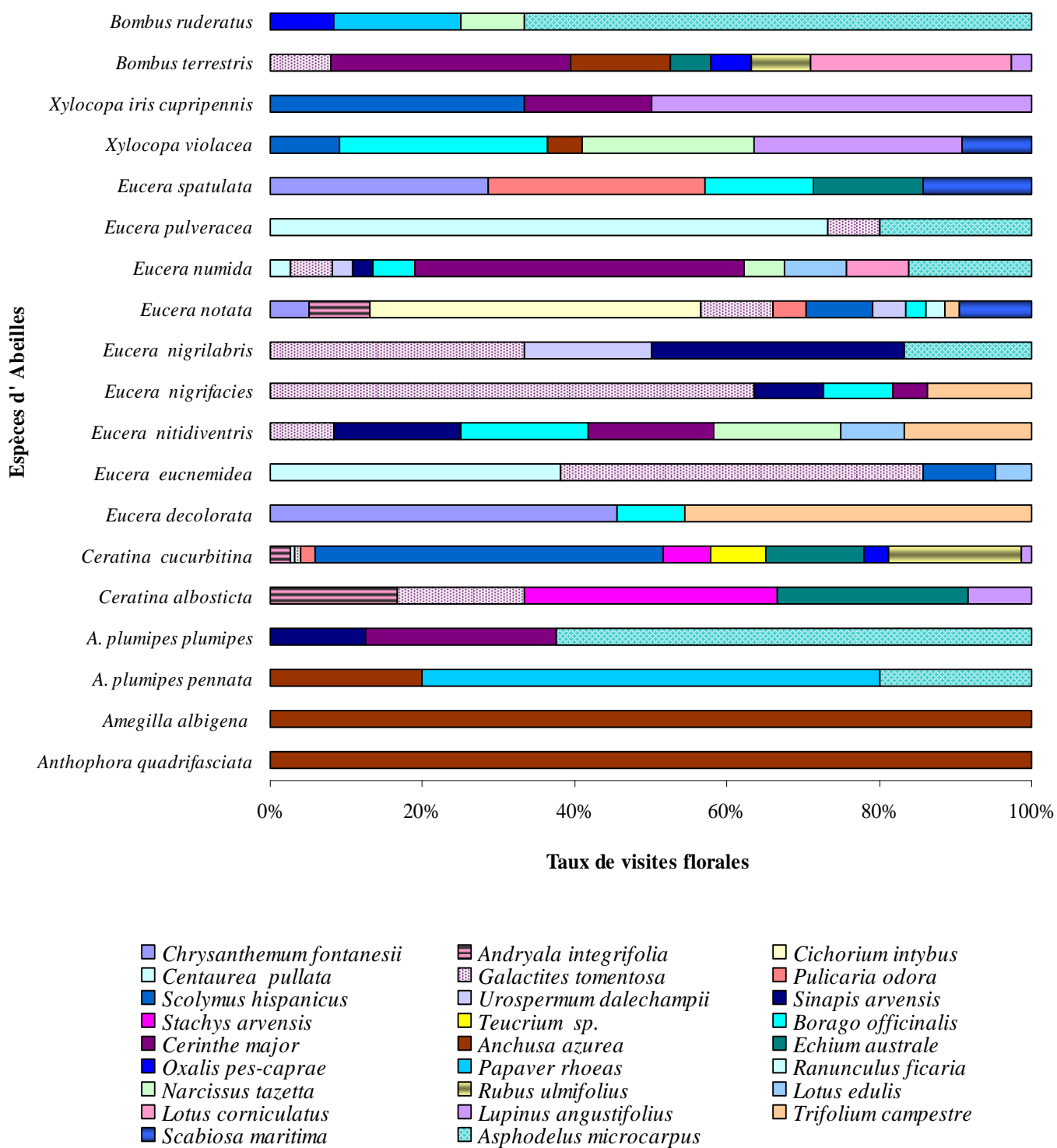


Fig. 49 : Répartition des visites florales effectuées par les espèces d'Apidae entre les principales espèces botaniques (Période de 1999 à 2002).

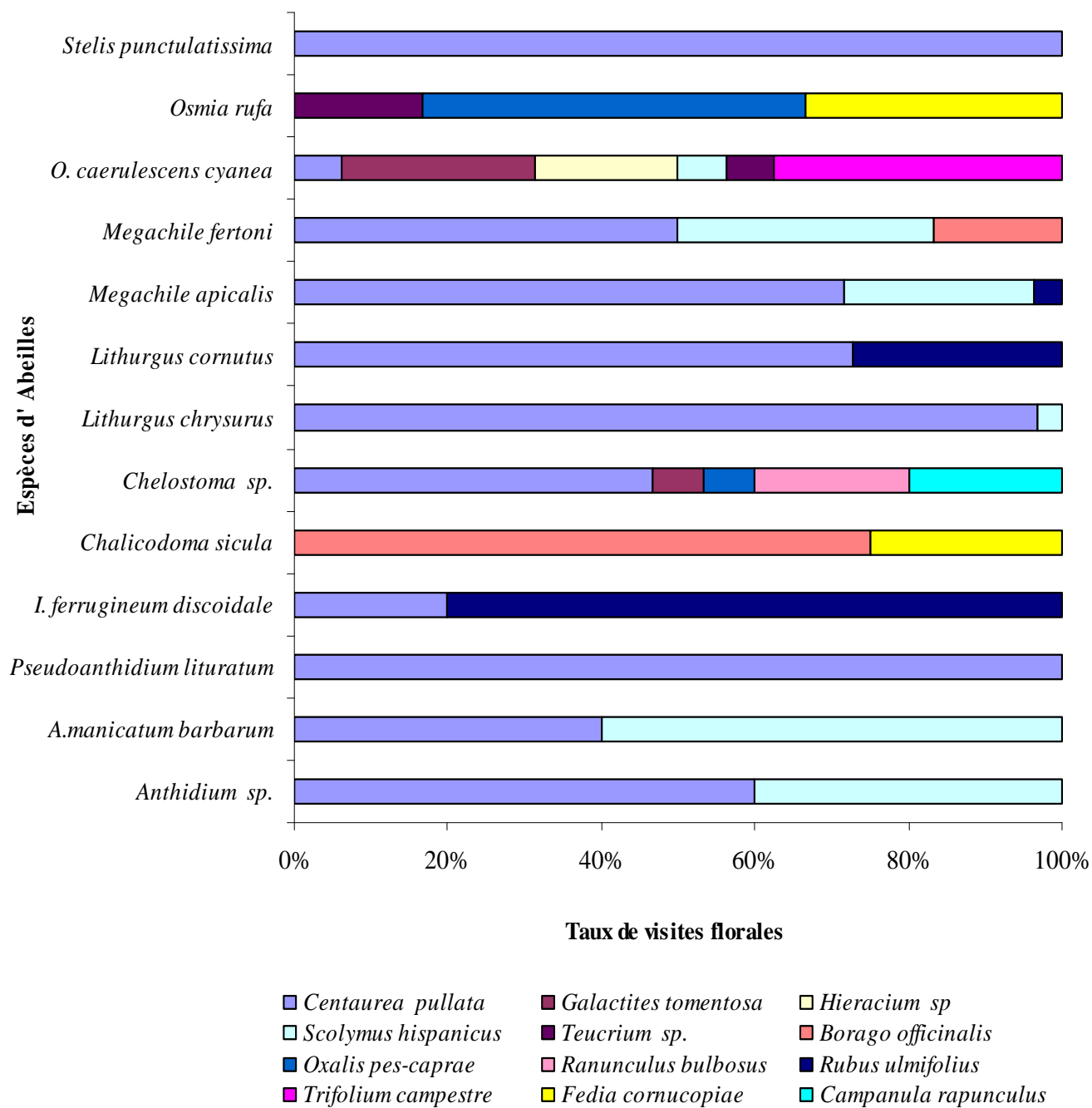


Fig. 50 : Répartition des visites florales effectuées par les Megachilidae entre les principales espèces botaniques (Période de 1999 à 2002).

4.2.5. Spécialisation alimentaire

Les Apoidea sont particulièrement remarquables par leurs choix floraux très ciblés. En effet, la majorité des espèces appartiennent à ce groupe sont oligolectiques ou abeilles oligolectes récoltant le pollen une seule famille ou genre de plante. Les espèces polytropiques ou polylectes butinent diverses familles de plantes. C'est Robertson qui introduit le premier la notion d'oligolectisme et de polylectisme. Le terme de monolectisme décrit pour lui un oligolectisme poussé à l'extrême, le monolectisme (une seule plante butinée) au sens strict n'existant pas (Pekkarinen, 1997). Cette particularité d'oligolectisme est essentielle des Melittidae chez lesquelles cette passionnante association a été confirmée. Ces abeilles présentent donc généralement des relations très étroites avec leurs plantes hôtes (Michez, 2002).

Par ailleurs, il faut remarquer que la dépendance des Apoidea envers un taxon végétal particulier est rarement réciproque. En effet, une abeille peut dépendre d'une seule famille, d'un seul genre ou d'une seule espèce végétale mais les plantes sont généralement pollinisées par plusieurs espèces d'apoïdes. La distribution des plantes est donc souvent plus large que celle de son pollinisateur spécialisé.

Les résultats de la partie précédente ont révélé que les différentes espèces d'abeilles ne fréquentent pas les mêmes espèces botaniques et le nombre de plantes butinées varie d'une espèce à l'autre. Suite à ces deux constatations, nous pensons qu'il y a certainement un choix floral, c'est à dire que chaque espèce d'apoïdes présente une sélection ou un choix de plantes à butiner. La quantification du degré de spécialisation alimentaire des abeilles les plus observées est effectuée à travers la concentration et la niche alimentaire.

Dans cette analyse, nous nous sommes restreints aux espèces d'abeilles les plus répandues. Ces espèces sont au nombre de 28 et sont en général des espèces à fort taux de visites florales.

4.2.5.1 Concentration

Nous avons utilisé l'indice de visite florale de Simpson I_{sf} pour les familles végétales et I_{sp} pour les plantes. Cet indice varie entre 0 et 1. Il indique la concentration des abeilles sur les

espèces végétales ou les familles végétales. Les valeurs de ces indices sont rapportées dans le tableau suivant (Tab.33)

Tableau 33 : Indices de visites florales (Is) et de la niche alimentaire (H') de 28 espèces d'abeilles.

Espèces	Ni	H' _p	H' _f	Is _p	Is _f	Is _f / Is _p	Nombre d'espèces de plantes visitées
<i>Eucera notata</i>	117	2,833	0,739	0,215	0,752	3,497	12
<i>Ceratina cucurbitina</i>	223	2,442	1,920	0,264	0,332	1,257	11
<i>Lasioglossum malachurum</i>	44	2,644	0,996	0,192	0,658	3,427	10
<i>Eucera numida</i>	43	2,641	1,977	0,216	0,282	1,305	10
<i>Halictus gemmeus</i>	36	2,693	1,653	0,166	0,397	3,422	9
<i>Panurgus pici</i>	182	1,763	0,320	0,353	0,913	2,586	9
<i>Bombus terrestris</i>	43	2,799	0,970	0,154	0,4	2,597	9
<i>Osmia caerulescens cyanea</i>	16	2,599	1,822	0,156	0,295	1,891	8
<i>Lasioglossum clavipes</i>	20	2,565	1,548	0,146	0,294	2,013	7
<i>Hylaeus (Patagita) sp.</i>	47	0,735	0,634	0,796	0,799	1,003	6
<i>Halictus fulvipes</i>	86	2,061	0,351	0,267	0,894	3,348	6
<i>Xylocopa violacea</i>	25	2,339	2,339	0,181	0,181	1	6
<i>Chelostoma sp.</i>	16	2,177	1,849	0,225	0,308	1,368	6
<i>Eucera eucnemidea</i>	23	1,861	0,258	0,296	0,913	3,084	5
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	31	1,350	1,163	0,528	0,574	1,087	5
<i>Eucera nigrifacies</i>	23	1,825	1,068	0,379	0,565	1,490	5
<i>Halictus scabiosae</i>	115	0,813	0,198	0,717	0,948	1,322	4
<i>Lasioglossum villosulum</i>	18	1,372	0,485	0,444	0,801	1,804	4
<i>Andrena flavipes</i>	13	0,992	0,749	0,197	0,637	3,233	4
<i>Megachile apicalis</i>	54	1,134	0,229	0,546	0,927	1,697	4
<i>Halictus simplex</i>	23	0,548	0,00	0,814	1	1,225	3
<i>Hylaeus meridionalis</i>	44	0,439	0,00	0,829	1	1,206	2
<i>Hylaeus (Dentigera) sp.</i>	54	0,133	0,00	0,962	1	1,039	2
<i>Lithurgus chrysurus</i>	154	0,206	0,00	0,936	1	1,068	2
<i>I. ferrugineum discoidale</i>	20	0,721	0,722	0,663	0,663	1	2
<i>Lithurgus cornutus</i>	22	0,845	0,845	0,584	0,584	1	2
<i>Colletes similis</i>	22	0,439	0,439	0,826	0,826	1	2
<i>Nomioides facilis</i>	25	0,00	0,00	1,00	1	1	1

Il apparaît dans nos résultats qu'il y a des espèces polytropiques et d'autres oligotropiques. Les abeilles qui présentent un indice Is_f le plus élevé sont *Hylaeus meridionalis*, *Hylaeus (Dentigera) sp.*, *Halictus simplex*, *Lithurgus chrysurus*, *Nomioides facilis*. Toutes ces espèces montrent un indice de concentration maximal égal à 1. Ceci signifie que ces espèces visitent une seule famille voire une seule espèce végétale. En fait, les deux premières espèces sont rencontrées uniquement sur les Umbelliferae, les deux autres sur les Astaraceae, quant à *Nomioides facilis*, elle n'est observée que sur l'unique plante *Mentha rotundifolia* (Lamiaceae). D'autres espèces affichant un indice très élevé par rapport aux autres Apoïdes, apparaissent aussi comme des espèces oligotropiques. Ce sont *Halictus*

scabiosae (0,948), *Megachile apicalis* (0,927), *Panurgus pici* (0,913), *Eucera eucnemidea* (0,913), *Halictus fulvipes* (0,894), *Colletes similis* (0,826), *Lasioglossum villosulum* (0,801), *Eucera notata* (0,752) et *Hylaeus (Patagita) sp.* (0,799) concentrent leurs visites sur une famille de plantes : les Umbelliferae pour la dernière espèce et les Asteraceae pour toutes les autres.

Les espèces qui présentent un indice moyen sont *Lasioglossum malachurum* (0,658), *Andrena flavipes* (0,637), *Icterantheidium ferrugineum discoidale* (0,663), *Lithurgus cornutus* (0,584). Ces espèces ont montré une préférence marquée pour une ou deux familles végétales, Asteraceae et Dipsacaceae pour la première, Asteraceae et Brassicaceae pour la deuxième, Asteraceae et Umbelliferae pour les deux dernières espèces. *Lasioglossum pauxillum* (0,574), *Eucera nigrifacies* (0,565) ont montré une préférence pour trois familles botaniques chacune, respectivement Brassicaceae, Rosaceae, Umbelliferae et Asteraceae, Fabaceae, Brassicaceae.

Les autres abeilles dont l'*Isf* est inférieur à 0,5 sont des espèces qui ont visité plusieurs familles de plantes. Elles apparaissent de ce fait comme polytropiques. On y compte *Bombus terrestris* (0,4), *Ceratina cucurbitina* (0,332), *Halictus gemmeus* (0,397), *Chelostoma sp.* (0,308), *Osmia caerulea cyanea* (0,295), *Lasioglossum clavipes* (0,294), *Eucera numida* (0,282) et *Xylocopa violacea* (0,181). Ces dernières espèces ont le plus faible indice (*Isf* < 0,3). Ceci signifie qu'elles ont visité le plus grand nombre d'espèces botaniques. En effet, *Xylocopa violacea* ayant le plus faible indice est rencontrée sur cinq familles végétales malgré son effectif ne dépassant pas 25 spécimens.

Pour ce qui concerne l'indice de visites des espèces végétales (*Is_p*), les espèces ayant les indices les plus élevés sont celles qui ont déjà un indice *Isf* élevé. C'est le cas par exemple d'*Hylaeus (Dentigera) sp.* (0,962) et *Lithurgus chrysurus* (0,936). Le critère oligotropique est par conséquent confirmé pour les espèces considérées. Par contre, les espèces ayant les plus faibles indices sont au contraire les moins éclectiques dans leur choix des plantes à butiner, nous pouvons citer *Lasioglossum clavipes* (0,146), *Bombus terrestris* (0,154), *Osmia caerulea cyanea* (0,156).

En ce qui concerne le rapport *Isf / Is_p*, il apparaît clairement que les espèces d'abeilles pour lesquelles ce rapport est le plus élevé en l'occurrence *Eucera notata* (3,497),

Lasioglossum malachurum (3,427), *Halictus gemmeus* (3,422), *Halictus fulvipes* (3,348), *Eucera eucnemidea* (3,084), *Andrena flavipes* (3,233) ont concentré leurs visites sur diverses plantes de leur famille préférée. La famille de prédilection de toutes ces espèces est celle des Asteraceae (Annexes 6 à 9). Le nombre d'espèces végétales butinées par *Eucera notata* au sein des Asteraceae est effectivement très important, il atteint 8 plantes (Tab.31), ce qui explique que le rapport I_{sf} / I_{sp} est le plus élevé pour cette abeille. Les cinq autres espèces visitent également beaucoup de plantes de cette même famille, cela varie de 3 à 6 plantes (Tab.29, 30, 31). A l'inverse, *Colletes similis*, *Nomioides facilis*, *Xylocopa violacea*, *Icteranthis ferrugineum discoideale*, *Lithurgus cornutus* qui présentent le rapport I_{sf} / I_{sp} le plus faible (1) limitent leurs visites à quelques espèces au sein de la famille ou des familles visitées préférentiellement. Le nombre d'espèces visitées se limite pour la plupart de ses abeilles à une ou deux plantes (Tab.28, 30, 32).

4.2.5.2. Niche alimentaire

La niche alimentaire des abeilles indique également leur degré de spécialisation alimentaire. Elle est exprimée par l'indice de Shannon-Weaver (H'). Par analogie avec les indices précédents, nous avons calculé H'_f pour les familles et H'_p pour les espèces végétales. Cet indice nous permet d'évaluer la niche alimentaire des Apoïdes pour savoir s'ils se répartissent équitablement sur les espèces et les familles botaniques et si le nombre de plantes visitées est élevé.

L'examen du tableau précédent, indique que les espèces qui présentent la largeur de niche H'_f la plus faible (0 bits) sont *Hylaeus meridionalis*, *Hylaeus (Dentigera) sp.*, *Halictus simplex*, *Lithurgus chrysurus*, *Nomioides facilis*. Ceci confirme que ce sont les mêmes espèces qui s'avèrent là aussi oligotropiques. Ces espèces sont inféodées à une seule famille voire même à une seule espèce végétale (Tab.28 à 32). Les espèces ayant la niche la plus large et qui sont considérées alors comme polytropiques sont *Xylocopa violacea* (2,34 bits), *Ceratina cucurbitina* (1,92 bits), *Eucera numida* (1,97 bits). Elles sont suivies de *Chelostoma sp.* et *Osmia caerulea cyanea* ont une niche légèrement plus étroite avec respectivement H'_f égal à 1,85 et 1,82 bits. Les autres Apoïdes possèdent une niche plus ou moins large, leurs indices sont compris entre les valeurs 0,198 et 1,849 bits.

Pour ce qui est des espèces végétales, c'est *Nomioides facilis* qui possède la niche la plus étroite ($H'p = 0$ bits). Ceci dénote le caractère oligotrope de cette espèce qui en effet, a limité ses visites à une seule espèce végétale *Mentha rotundifolia* (Lamiaceae). D'autres espèces ayant aussi une niche étroite sont *Hylaeus (Dentigera) sp.* (0,133), *Lithurgus chrysurus* (0,206), *Hylaeus meridionalis* (0,439), *Colletes similis* (0,439), *Halictus simplex* (0,548) ont concentré le plus grand nombre de leurs visites sur une espèce botanique. En effet, les deux espèces d'*Hylaeus* ont apporté chacune plus de 90% de leurs visites sur *Daucus carota* (Umbellifera), il est de même pour *Lithurgus chrysurus* dont 97% des visites sont enregistrées sur *Centaurea pullata*. Les autres espèces dont l'indice $H'p$ est inférieur à 2 peuvent également être considérées comme oligotropes étant donné qu'elles manifestent une préférence pour une espèce botanique. Ces espèces ont cependant visité d'autres plantes mais à un degré moindre.

Ce sont *Eucera notata*, *Bombus terrestris*, *Halictus gemmeus*, *Lasioglossum malachurum*, *Eucera numida* qui montrent la niche la plus large avec des indices respectifs de 2,833 bits, 2,799 bits, 2,693 bits, 2,644 bits et 2,641 bits. Ces espèces visitent diverses espèces végétales et sont donc polytropes. D'autres espèces ont une niche également large, il s'agit dans l'ordre décroissant de leurs indices d'*Osmia caerulescens cyanea*, *Lasioglossum clavipes*, *Ceratina cucurbitina*, *Chelostoma sp.*, *Xylocopa violacea*, *Halictus fulvipes*.

En résumé, le caractère oligotrope des espèces d'abeilles se remarque sur les indices de diversité (I_s) élevés avec des indices H' faibles. En effet, si nous utilisons l'indice de diversité de Greenberg ($D=1 - \text{concentration}$), nous remarquerons que plus I_s est élevé, moins la diversité de plantes butinées est grande.

Il est également visible dans le calcul des rapports I_{sf} / I_{sp} que les Apoïdes ayant un rapport très faible limitent leurs visites à quelques espèces végétales au sein de la famille ou des familles exploitées préférentiellement comme c'est déjà expliqué.

4.3. Etude de l'activité de butinage des abeilles en milieu cultivé

Il n'y a pas de doute que les abeilles influencent positivement la production agro-alimentaire. Il apparaît intéressant d'examiner cette question dans les conditions de cultures propres à la région de Tizi-Ouzou. C'est dans ce contexte que nous avons étudié les relations des apoïdes avec l'agrocénose.

4.3.1. Floraison de la fève et phénologie des apoïdes pollinisateurs

Pour mettre en évidence l'évolution temporelle du nombre d'abeilles en fonction de la période de floraison de la plante butinée *Vicia faba*, nous avons procédé au comptage simultané des abeilles et des fleurs.

Plusieurs espèces de plantes cultivées possèdent de courtes périodes de floraison printanières, dont la fève. Au cours de la floraison de *V. faba*, les fleurs se développent d'abord à la base des tiges, le développement se poursuit progressivement vers le sommet durant la semaine qui suit. Les résultats détaillés des comptages du nombre de fleurs épanouies sont consignés dans l'annexe 10. Les premières inflorescences ont fait leur apparition au début mars, nous avons observé 8,1 fleurs par pied en moyenne le 12 mars. Le début de la floraison est atteint le 15 mars avec un nombre moyen de 19,8 fleurs par plant. La pleine floraison est notée le 22 mars avec en moyenne 30,9 fleurs par pied. Cette période de pleine floraison s'étale du 17 au 24 mars durant laquelle plus de 50 % des plantes sont en fleurs. A partir du 26 mars le nombre moyen d'inflorescences diminue progressivement en raison de la formation des gousses. La fin de la floraison est observée à partir du 28 mars où plus de 50% de fleurs sont déjà transformées en gousses (Fig.51).

Les principales espèces d'abeilles fréquentant les fleurs de fève sont l'abeille domestique *Apis mellifera*, les abeilles sauvages *Eucera pulveracea*, *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea*. Les autres espèces moins fréquentes sont également observées, il s'agit de *Bombus terrestris*, *Eucera numida*, *Xylocopa valga*, *Lasioglossum villosulum*, *Lasioglossum clavipes*. Mises à part ces deux dernières espèces appartenant à la famille des Halictidae, toutes les autres sont des Apidae. Les résultats de la répartition temporelle des espèces les plus abondantes pendant la floraison de la fève ainsi que la densité des fleurs sont consignés

dans le tableau 34. La répartition des fleurs par pied de fève et par quadrat (1m²) au niveau de chaque bloc est détaillée dans le tableau 10 en annexe.

La colonisation de la parcelle par ces abeilles est notée dès l'apparition des premières fleurs de la fève vers le 15 mars. Leur nombre augmente graduellement au cours du temps et suit l'évolution du nombre de fleurs de *V. faba*. Les taux de visites les plus élevés sont enregistrés pendant la période de pleine floraison de cette plante entre le 19 et le 26 mars. Deux pics d'abondance sont remarqués soit le 19 mars et le 24 mars. Un déclin est cependant noté le 22 mars (Fig.51). Vers la fin de la floraison, la densité des abeilles baisse progressivement avec le déclin de la floraison.

Les deux pics d'abondance enregistrés les 19 et 24 mars sont probablement dus à une température adéquate favorisant l'activité des abeilles. Quant au déclin noté le 22 mars, il pourrait être dû à l'effet du vent qui aurait perturbé l'activité des butineuses. En effet, la vitesse du vent correspondant à cette date avait atteint une moyenne de 2,66 m/s, valeur qui dépasse la moyenne mensuelle enregistrée en mars (1,2 m/s).

Nous avons conclu à une importante influence du nombre de fleurs sur la densité d'abeilles butineuses. Le nombre de visites florales passe de 238 à 164 abeilles quand le nombre de fleurs décroît. L'âge de la fleur est aussi un élément à prendre en considération, puisque Jablonski (1978) cité par Tasei (1990) a montré qu'une fleur de pommier donnant 0,6 mg de sucres à son premier jour d'ouverture ne sécrétait plus rien le 6ème jour.

Tableau 34 : Nombre total d'abeilles (par bloc : 9m²) et nombre moyen de fleurs épanouies par quadrat : 1m²) et par plant (pied) au cours de la période de floraison de *Vicia faba* du 15 au 28 mars 2003.

Dates Espèces		15 /03	17 /03	19 /03	22 /03	24 /03	26 /03	28 /03
<i>Eucera pulveracea</i>	♂	23	29	61	40	74	37	36
	♀	32	27	73	46	78	67	37
<i>Apis mellifera</i>		60	88	96	81	82	88	64
<i>Anthophora dispar</i>		3	0	0	12	0	38	27
<i>Xylocopa violacea</i>		4	7	9	1	4	0	0
Nombre total d'abeilles		122	151	239	180	238	230	164
Nombre de fleurs/m ²		495	537	655	772	890	687	680
Nombre de fleurs/ plant		19,8	21,5	26,2	30,9	35,9	27,5	27,2

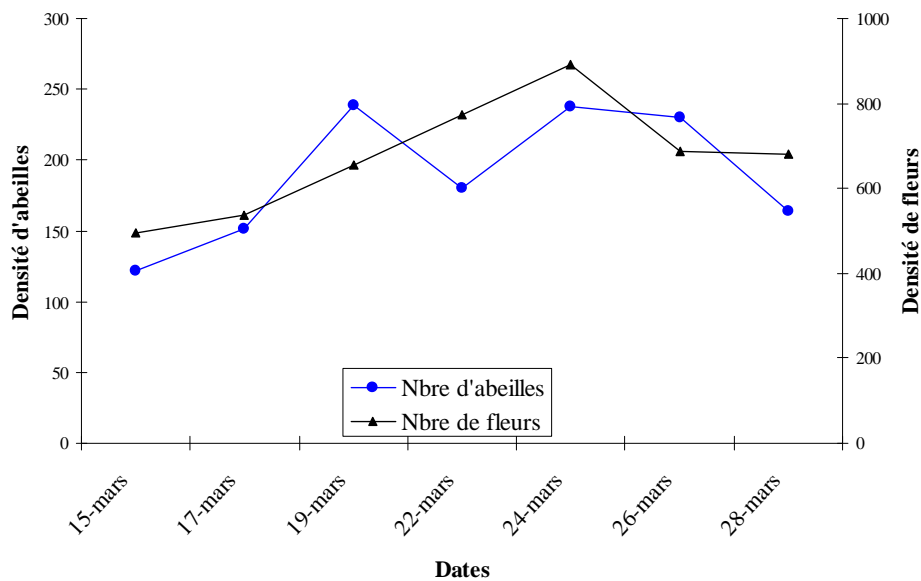


Fig. 51 : Cycle de floraison de *Vicia faba* et densité d'abeilles

Pour savoir si la densité des abeilles butineuses suit convenablement et d'une manière significative la densité de fleurs de la fève, une analyse de l'influence de la densité florale sur la densité d'abeilles est établie par l'utilisation du coefficient de corrélation linéaire (r). Les coefficients de corrélation linéaire valent respectivement pour *Apis mellifera* $r = 0,256$, $p > 5\%$, *Eucera pulveracea* mâle $r = 0,78$ et $p < 5\%$. *Eucera pulveracea* femelle $r = 0,698$, $p > 5\%$, *Anthophora dispar* $r = 0,107$, $p > 5\%$ et *Xylocopa violacea* $r = -0,31$, $p > 5\%$. Ceci signifie qu'il y a une corrélation positive entre la densité de fleurs et les trois premières espèces d'abeilles. Par contre cette corrélation est négative pour *Xylocopa violacea*. Par ailleurs, cette corrélation bien qu'elle soit positive, elle n'est significative que dans le cas de *Eucera pulveracea* mâles. Ce qui indique donc un effet plus important de la densité florale sur l'activité de cette espèce, la disponibilité des fleurs de fève agit à un degré moindre sur les autres espèces. La densité de *E. pulveracea* mâle étant positivement corrélée avec la densité de fleurs, ceci nous a amené à effectuer une analyse par la régression linéaire simple dont l'expression mathématique est de forme : $y = ax + b$ où (a) représente le coefficient de régression (= pente de la droite par rapport à l'axe des ordonnées y) et (b) le terme constant. Les variables indépendantes (explicatives) (x) représentent la densité ou le nombre de fleurs et les variables dépendantes (expliquées) (y) correspondent au nombre d'abeilles (fig.52).

Nous avons également effectué la même analyse pour voir si la densité de fleurs influe sur le nombre total d'abeilles toutes espèces confondues (fig.53).

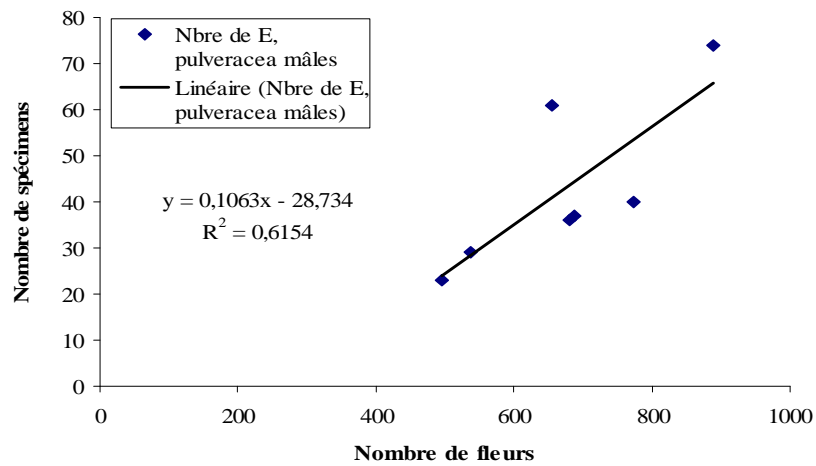


Fig. 52 : Droite de régression de *Eucera pulveracea* mâles en fonction de la floraison de *Vicia faba*

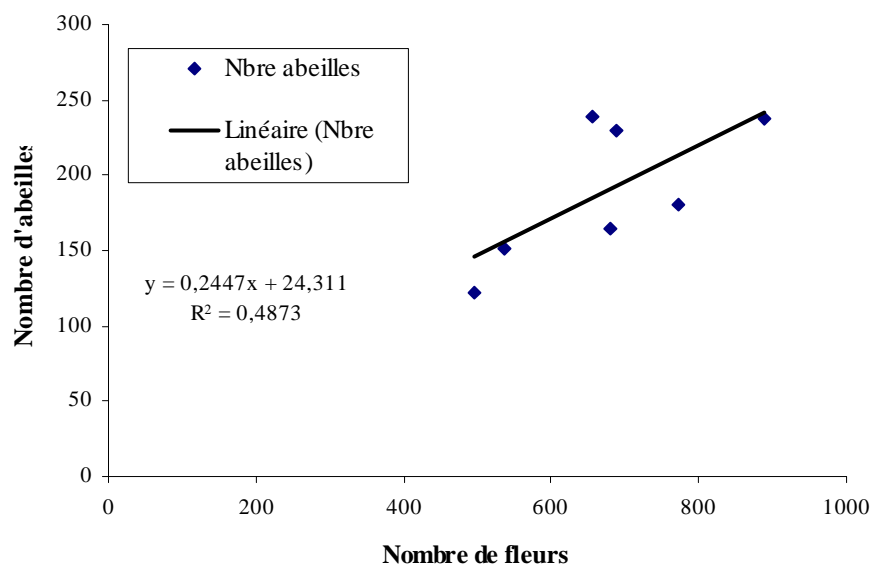


Fig. 53 : Droite de régression des abeilles en fonction de la floraison de *Vicia faba*

L'examen des figures 52 et 53 montre que les droites de régression sont linéaires, leurs coefficients de régression sont positifs, Celui de *E. pulveracea* mâle est cependant le plus fort, ce qui indique une pente de la droite plus accentuée chez cette espèce. La corrélation entre la

densité des abeilles et celle des fleurs est donc positive. Cette liaison est expliquée par le coefficient de détermination R^2 à 48% avec une probabilité $p < 5\%$. La pente ou coefficient de régression indique une pente positive pour cette espèce en fonction de ce facteur. Donc la densité de fleurs traduit un effet positif sur le nombre de butineuses notamment chez *E. pulveracea* mâle.

4.3.2. Diversité et densité des pollinisateurs

D'après nos observations, les insectes qui butinent les fleurs de la fève sont tous des Hyménoptères apoïdes appartenant à 9 espèces réparties sur 02 familles : Apidae et Halictidae. Les espèces rencontrées sont citées dans le tableau 35. Pour chaque espèce, nous avons reporté la fréquence absolue (Nind) qui représente le nombre de spécimens observés et la fréquence relative en pourcentage (% Nind) qui exprime l'abondance relative de chaque espèce par rapport à l'ensemble de la faune des apoïdes recensés. Quant aux résultats se rapportant à la densité des pollinisateurs, ils sont fournis au tableau 36. Il ressort des résultats que l'espèce la plus abondante sur les fleurs de fève est l'abeille solitaire *Eucera pulveracea* qui représente à elle seule la moitié de l'effectif total (49,9%) et une densité de 16,8 individus/m². Vient en deuxième position l'abeille domestique *Apis mellifera* (42%). *Anthophora dispar* ne représente plus qu'une fréquence de 6,5%, quant à *Xylocopa violacea*, elle n'est qu'épisodique avec une infime proportion.

Tableau 35 : Nombre de spécimens (Nind) et fréquences relatives (%Nind) des apoïdes comptabilisés lors des transects

Familles	Espèces	Nind	%Nind	
Apidae	<i>Apis mellifera</i> L.,1758	580	42	
	<i>Eucera pulveracea</i> Dours, 1873	♂	314	
		♀	376	
	<i>Anthophora dispar</i> Lepeletier, 1841	90	6,5	
	<i>Xylocopa violacea</i> L., 1758	23	1,6	
Total		1383	100	

Tableau 36 : Nombres moyens des pollinisateurs par 100 fleurs de *Vicia faba* et par m² pendant la floraison.

Espèces		Nombres /100 fleurs	Nombres / m ²
<i>Apis mellifera</i>		2	15,42
<i>Eucera</i>	♂	<1	6,71
<i>pulveracea</i>	♀	1	10,14
<i>Anthophora dispar</i>		<1	2
<i>Xylocopa violacea</i>		<1	0,6

4.3.3. Activité de butinage des abeilles solitaires et de l'abeille domestique

L'objectif de cette étude est d'évaluer le temps que passent les abeilles à butiner les fleurs de la fève, et de suivre l'évolution de leur nombre au cours des différentes heures de la journée et durant la saison. Nous avons alors observé l'activité des butineurs les plus abondants en l'occurrence l'abeille domestique *Apis mellifera* et les abeilles sauvages *Eucera pulveracea*, *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea*.

4.3.3.1. Activité quotidienne

Au cours de la floraison de *V. faba*, l'apparition des Apoïdes commence généralement à partir de 8 h lorsque les premiers rayons de soleil apparaissent et que la température atteint une moyenne de 12,5°C. et que l'humidité relative de l'air approche 80%. Pendant les heures qui suivent, on assiste progressivement à une augmentation du nombre d'abeilles butineuses et à la colonisation de l'espace floral. L'évolution du nombre moyen d'abeilles toutes espèces confondues, au cours des différentes heures de la journée (8-16h) est représentée par la figure 54. Cette évolution est également étudiée pour chacune des espèces suivies. Les résultats détaillés se rapportant à l'activité quotidienne sont présentés dans l'annexe 11. Nos résultats montrent que l'activité des abeilles change d'heure en heure (Fig.54). Elles semblent concentrer leurs visites florales entre 12h et 15h, période qui correspond à l'ouverture optimale d'un grand nombre de fleurs de fève susceptibles d'être butinées. Les résultats enregistrent un nombre maximal de butineuses à 15h, l'activité de nos abeilles diminue à partir de 16h avec la baisse de l'intensité lumineuse et des radiations solaires.

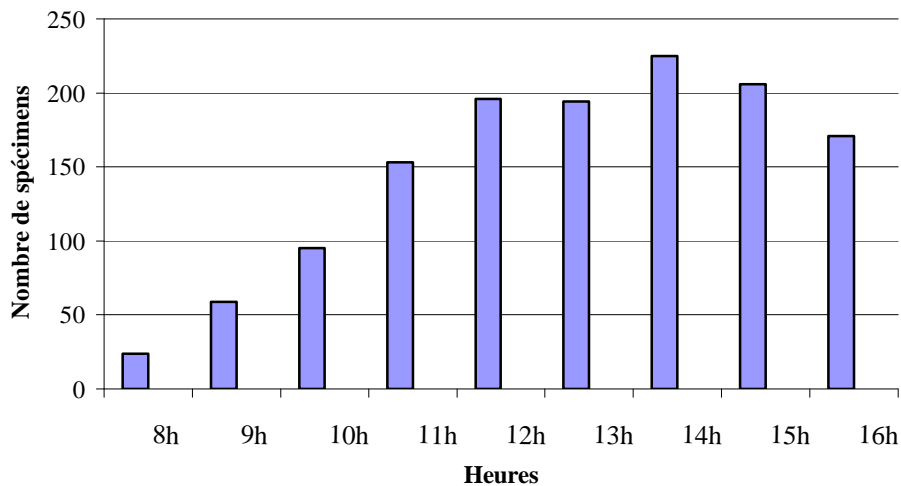


Fig. 54 : Nombre total d'apioïdes enregistrés à différentes heures des journées de mars 2003

Par ailleurs, l'activité journalière diffère d'une espèce à l'autre. *Apis mellifera* est très active durant toute la journée (Fig.55). Sa densité augmente progressivement de 8 à 15h avec un nombre maximale de butineuses enregistré à 14h. Son activité baisse brusquement à 16h. Par contre *Eucera pulveracea* contrairement aux autres espèces, reste encore active à cette heure tardive (Fig.56). Les femelles de cette espèce montrent une forte fluctuation entre 12 et 16h, alors que le nombre moyen des mâles se stabilise pratiquement tout au long de l'après-midi. Quant à l'activité de *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea*, elle est très irrégulière avec des pics d'abondance atteints respectivement à 11h et 14h pour la première espèce et à 9h et 14h pour la deuxième (Fig.57, 58). D'une manière générale, les abeilles restent actives toute la journée. Nous remarquons que l'activité maximale est enregistrée les après-midi pour baisser progressivement à la fin de la journée vers 16h. A travers nos résultats, nous constatons donc que la majorité des espèces étudiées sont plus actives les après-midi lorsque la température varie entre 17 et 18°C. L'aspect concernant l'influence des facteurs climatiques sur l'activité des abeilles sera abordé ultérieurement.

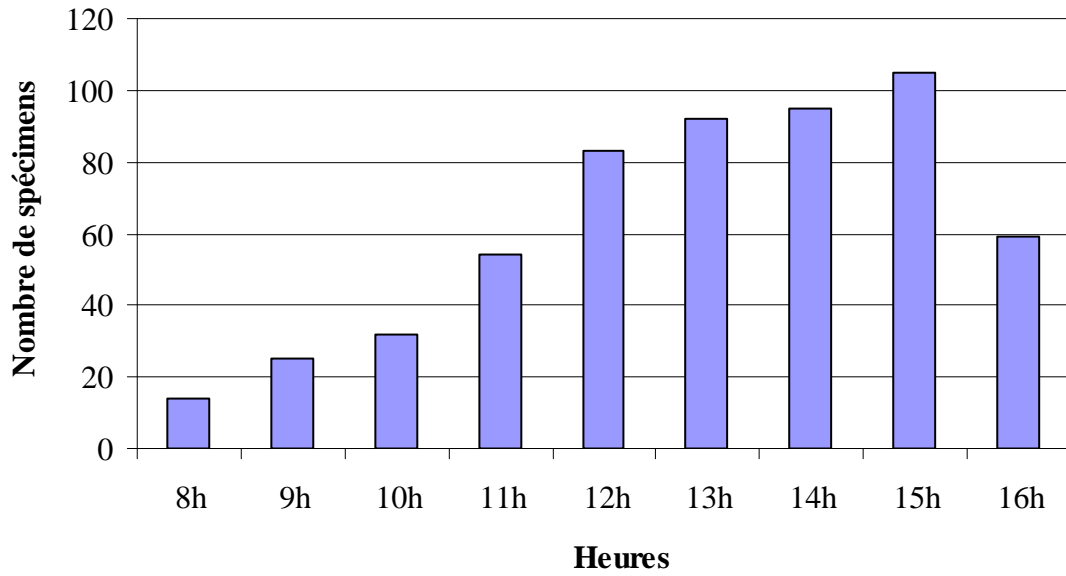


Fig. 55 : Nombre de spécimens de *Apis mellifera* enregistrés à différentes heures des journées du mois de mars

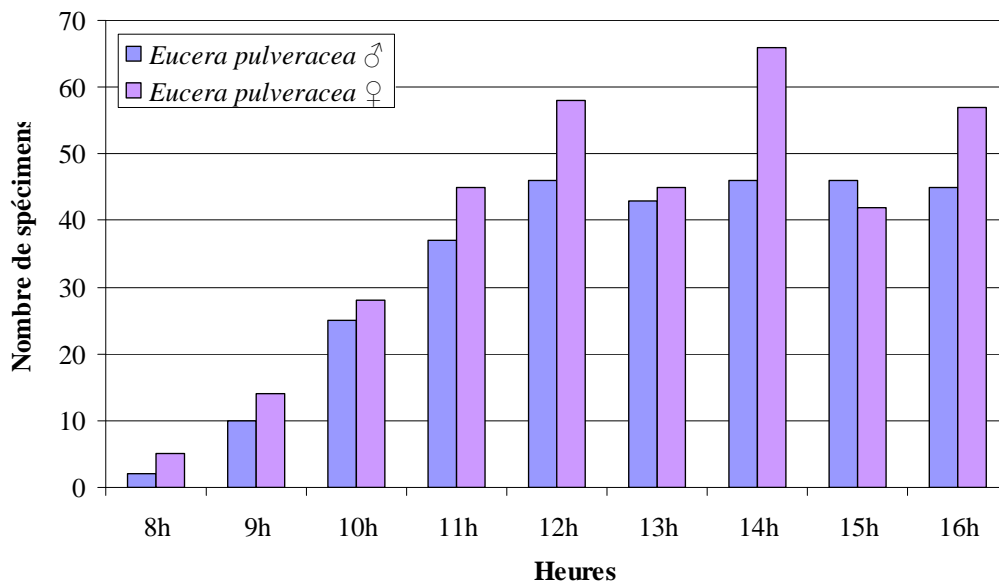


Fig.56 : Nombres de spécimens de *Eucera pulveracea* enregistrés à différentes heures des journées du mois de mars 2003

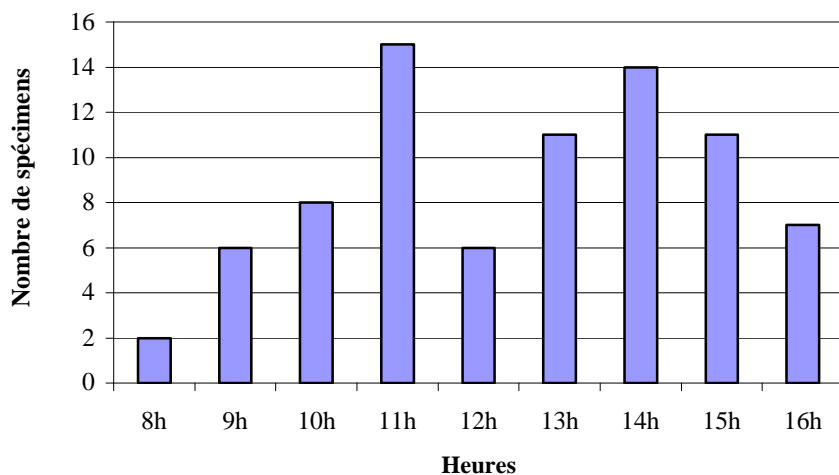


Fig. 57 : Nombre de spécimens de *Anthophora dispar* enregistrés à différentes heures des journées du mois de mars 2003

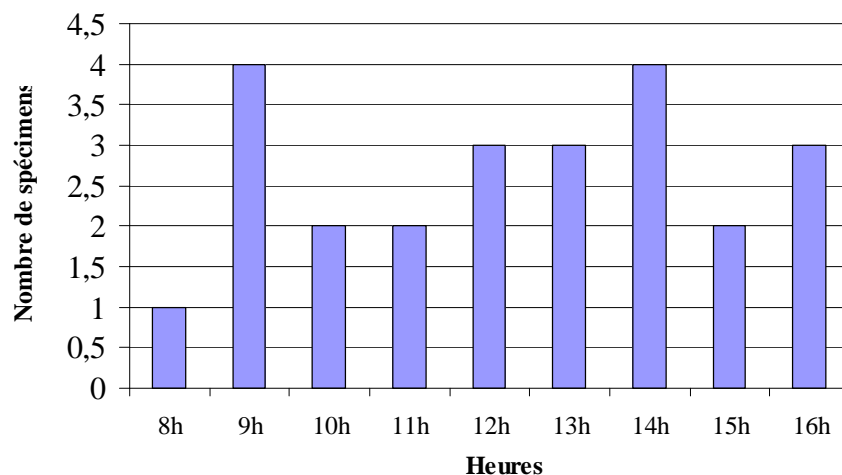


Fig. 58 : Nombre de spécimens de *Xylocopa violacea* enregistrés à différentes heures des journées du mois de mars 2003

4.3.3.2. Activité saisonnière

Les résultats cumulés de 9 comptages d'abeilles par jour durant toute la période de floraison de la fève sont consignés dans l'annexe 12.

La représentation graphique de l'activité saisonnière observée durant la période de floraison de la fève, montre pour toutes les espèces confondues une fluctuation des populations durant cette période (Fig.59).

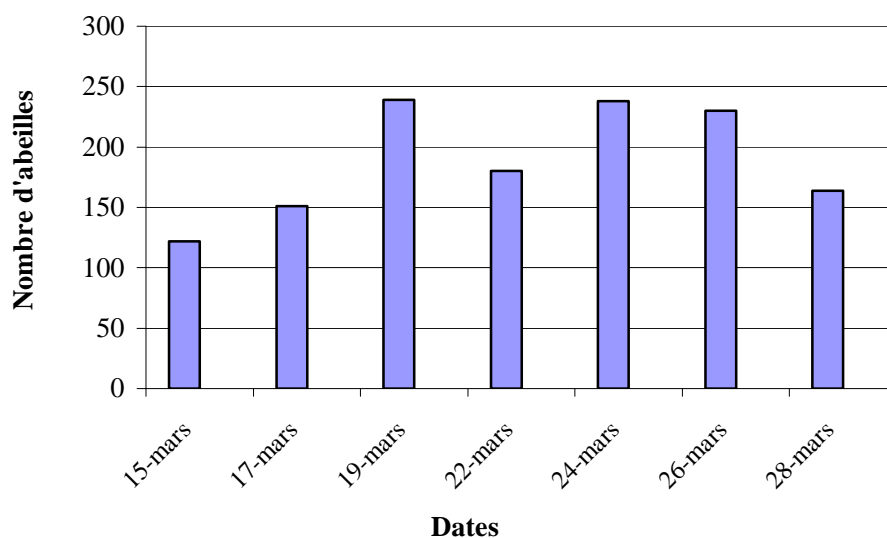


Fig. 59 : Evolution du nombre d'abeilles au cours des journées du mois de mars 2003

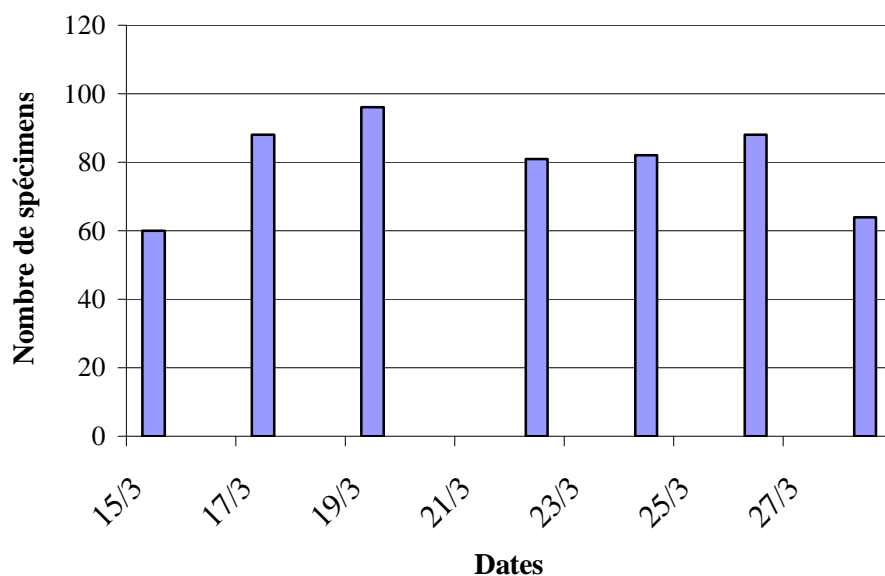


Fig. 60 : Evolution du nombre de *Apis mellifera* au cours du mois de mars 2003

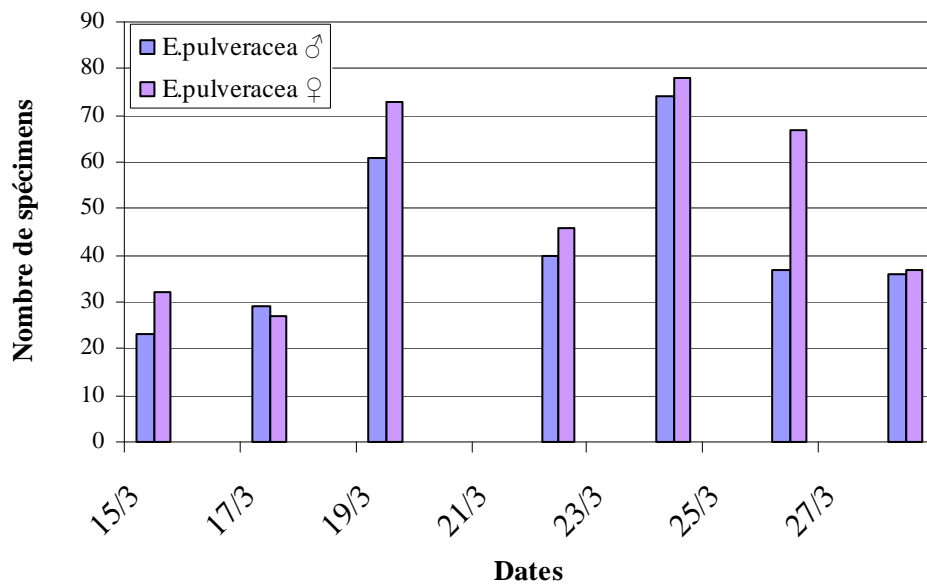


Fig. 61 : Evolution du nombre de *Eucera pulveracea* au cours du mois de mars 2003

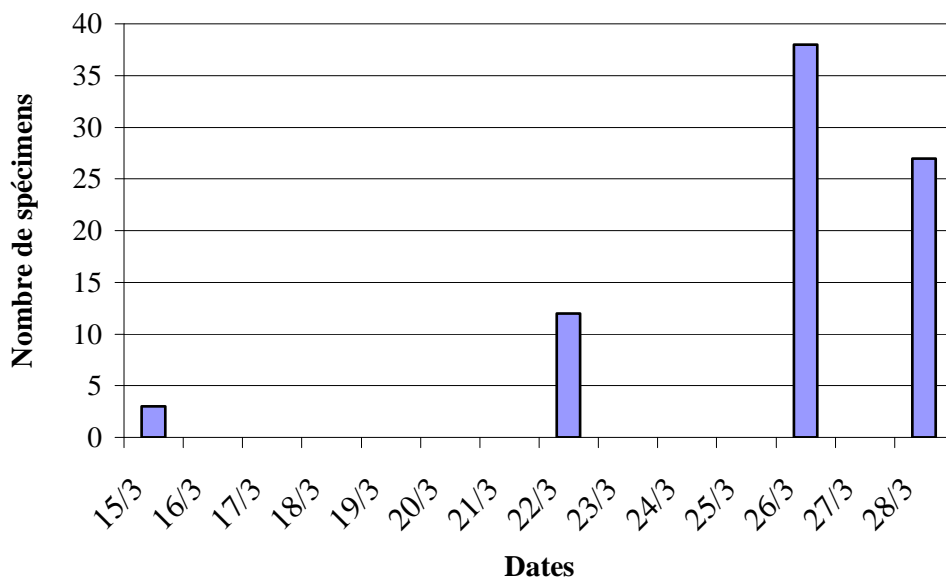


Fig. 62 : Evolution du nombre de *Anthophora dispar* au cours du mois de mars 2003

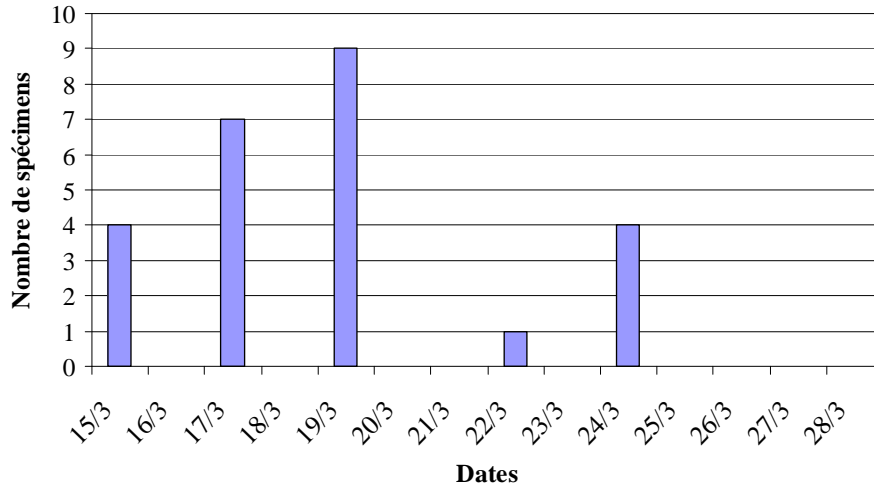


Fig. 63 : Evolution du nombre de *Xylocopa violacea* au cours du mois de mars 2003

Cette fluctuation est d'autant plus marquée si nous considérons chacune des espèces à part. L'activité de *Apis mellifera* est très intense et se maintient durant toute la phase de floraison. Pour cette espèce ainsi que pour *Eucera pulveracea*, on assiste à une légère fluctuation des populations (Fig.60, 61). Il en est de même pour les autres espèces pour lesquelles cette fluctuation est encore plus marquée. L'activité de *Xylocopa violacea* est réduite à partir du 22 mars, cette espèce n'est plus observée vers la fin de la floraison (fig.63) contrairement à *Anthophora dispar* qui fait une timide apparition au début de la floraison pour disparaître juste après et ne réapparaître que le 22 mars. Elle atteint son apogée le 26 mars (fig.62).

L'intense activité de certaines espèces notamment *Apis mellifera* et *Eucera pulveracea* durant toute la journée et durant la période de floraison de *Vicia faba* se traduit par leur omniprésence sur les lieux de butinage.

4.3.4. Tendance alimentaire des abeilles

La présence des abeilles sur les lieux de butinage traduit l'activité de ces dernières. Nous avons observé antérieurement que l'activité des Apoïdes (reflétée par leur densité) varie d'une heure à l'autre dans la journée et d'un jour à l'autre durant la saison. Ceci montre une tendance alimentaire quotidienne et saisonnière variable reflétée par le nombre d'abeilles butineuses. Pour savoir si cette tendance alimentaire est significative, nous l'avons expliquée

par l'analyse de la variance (Anova). Les résultats de l'analyse sont présentés dans le tableau 37.

4.3.4.1. Tendances alimentaires quotidiennes

Le nombre total d'abeilles enregistré à chaque heure de la journée ainsi que le nombre moyen calculé durant la période allant du 15 au 28 mars sont portés dans le tableau 11 en annexe.

4.3.4.2. Tendances alimentaires saisonnières

Le nombre total d'abeilles enregistré chaque jour ainsi que le nombre moyen calculé à l'issue de 9 comptages par jour sont rassemblés dans l'annexe 12.

Tableau 37 : Tendances alimentaires quotidiennes et saisonnières des abeilles solitaires et de l'abeille domestique *Apis mellifera*.

Espèces	Tendance alimentaire quotidienne			Tendance alimentaire saisonnière		
	Test F	Proba	Signifi.	F	P	Signification
<i>Apis mellifera</i>	7,563	0,0000	S	0,472	0,8276	N.S
<i>Eucera pulveracea</i> ♂	2,898	0,0093	S	2,317	0,0452	S
<i>Eucera pulveracea</i> ♀	4,057	0,0008	S	2,753	0,0204	S
<i>Anthophora dispar</i>	0,7	0,6913	N.S	15,173	0,000	S
<i>Xylocopa violacea</i>	0,672	0,7151	N.S	11,097	0,000	S

Test F = Statistique de Fisher ; Proba = Probabilité ;

S = Significatif ; N S = Non significatif.

Tendance alimentaire quotidienne : ddl (degré de liberté) = [8 - 54]

Tendance alimentaire saisonnière : ddl (degré de liberté) = [6 - 56]

La seule espèce qui a une tendance alimentaire quotidienne et saisonnière est *Eucera pulveracea*. Le nombre d'individus mâles et femelles de cette espèce change significativement au cours de la journée et durant la saison. Le test de Fisher donne respectivement $F_{54}^8 = 2,898$ ($p = 0,0093$) et $F_{54}^8 = 4,057$ ($p = 0,0008$) pour la tendance alimentaire quotidienne et $F_{56}^8 = 2,317$ ($p = 0,0452$) et $F_{56}^8 = 2,753$ ($p = 0,0204$) pour la tendance alimentaire saisonnière. La tendance alimentaire quotidienne est très significative

pour l'abeille domestique *Apis mellifera*, la statistique de Fisher vaut $F_{54}^8 = 7,563$ et la probabilité attachée à cette valeur est très faible ($p = 0,0000$). En revanche, la tendance alimentaire saisonnière de cette même espèce n'est pas significative ($F_{56}^8 = 0,4720$ et $p = 0,8276$). L'abeille domestique est la seule espèce ayant la tendance alimentaire saisonnière non significative. Cette abeille continue à butiner les fleurs de fève même vers la fin de la floraison. Les deux espèces *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea* montrent seulement une tendance alimentaire saisonnière hautement significative. La statistique de Fisher vaut respectivement $F_{56}^8 = 15,173$ avec une probabilité $p = 0,000$ et $F_{56}^8 = 11,097$ avec $p = 0,000$. En effet, l'irrégularité dans l'activité saisonnière de ces deux espèces apparaît d'ailleurs très nettement sur les figures illustrant l'évolution des effectifs (Fig.62, 63).

4.3.5. Comportement de butinage et efficacité pollinisatrice

Plusieurs critères sont à considérer pour évaluer le potentiel d'une espèce d'abeille comme insecte pollinisateur d'une culture d'importance économique.

En vue d'estimer la qualité ou l'efficacité du butinage des différentes espèces d'abeilles que nous avons observées sur les fleurs de fève, nous avons déterminé la nature de leurs visites florales et nous avons mesuré leur vitesse de butinage.

L'efficacité de pollinisation s'exprime également par le résultat de la pollinisation, autrement dit par le pourcentage ou le nombre de production de graines par fruit. C'est ce que nous le verrons par la suite.

4.3.5.1. Nature des visites

En ce qui concerne ce premier aspect, nous avons noté que parmi les espèces d'abeilles observées, certaines pratiquent toujours un butinage positif en pénétrant à l'intérieur de la fleur, c'est le cas d'*Eucera pulveracea*, d'autres un butinage négatif en empruntant les trous percés à la base de la corolle par les bourdons, c'est le cas de *Xylocopa violacea* qui puise le nectar sans polliniser. Les visites de l'abeille domestique *Apis mellifera*, sont positives dans 94% des cas et négatives dans 6% des cas seulement. Nous pouvons alors déduire que l'espèce la plus performante est *Eucera pulveracea* suivie de *Apis mellifera*. Quant à *Xylocopa violacea*, son rôle est considéré comme nul en ce qui concerne la pollinisation car

son butinage ne permet pas de féconder la fleur. On constate que toutes espèces confondues, la fève est pollinisée par les Apoïdes dans 91% des cas (Tab.38).

Tableau 38 : Nombre de visites florales observées et de visites pollinisantes des espèces les plus abondantes sur les fleurs de *Vicia faba* (une seule visite est comptabilisée par insecte).

Espèces	Nombre de spécimens observés	Nombre de visites pollinisantes	Proportions de visites Pollinisantes (%)
<i>Apis mellifera</i>	437	412	94
<i>Eucera pulveracea</i> ♂	416	416	100
<i>Eucera pulveracea</i> ♀	514	514	100
<i>Xylocopa violacea</i>	147	0	0
Total	1912	1740	91

4.3.5.2. Vitesse de butinage

La vitesse de butinage semble être le principal facteur de l'efficacité pollinisatrice. La répartition des espèces d'abeilles selon le nombre de fleurs visitées en fonction du temps (nombre de fleurs par minute) (Tab.39) montre que les visites les plus fréquentes sont celles d'*Eucera pulveracea* mâle qui butine les fleurs à une cadence moyenne de 11,4 fleurs par minute (fls/mn). C'est une abeille relativement rapide pouvant butiner jusqu'à 19 fleurs/mn. Viennent en deuxième position *Apis mellifera* qui visite 2 à 16 fleurs/mn. Les femelles de *Eucera pulveracea* semblent plus lentes que les mâles et presque aussi rapides que l'abeille domestique, leur vitesse de butinage varie entre 3 et 18 fleurs/mn. *Anthophora dispar* est un peu moins rapide que les espèces précédentes (8,9 fls/mn), quant à *Xylocopa violacea*, sa rapidité de visite est relativement faible, sa cadence moyenne n'est que de 3,3 fls/mn.

Tableau 39 : Nombre moyen de fleurs de *Vicia faba* visitées par minute par les principales espèces d'abeilles.

Paramètres Espèces	Nombre de spécimens observés	Nombre moyen de fleurs visitées par minute
<i>Eucera pulveracea</i> ♂	45	11,4 ± 5,1
<i>Apis mellifera</i>	45	9,7 ± 4,3
<i>Eucera pulveracea</i> ♀	45	9,3 ± 5,8
<i>Anthophora dispar</i>	45	8,9 ± 6,8
<i>Xylocopa violacea</i>	45	3,3 ± 6,4

4.3.6. Influence des facteurs climatiques

A travers l'étude de l'activité quotidienne et de l'activité saisonnière des abeilles, nous avons remarqué que cette activité change au cours de la journée et à travers la saison. L'activité des Apoïdes dépend sans doute de la conjugaison de plusieurs facteurs. Nous supposons à priori que le climat et les ressources alimentaires sont les principaux facteurs pouvant influencer l'activité de ces insectes. A ce propos, nous avons essayé d'examiner deux aspects. Nous avons considéré en premier lieu l'influence de la température, de l'humidité de l'air et de la vitesse du vent, principaux facteurs climatiques sur l'activité quotidienne des abeilles butineuses, autrement dit, leur densité à chaque heure de la journée. Ensuite, nous avons examiné le deuxième aspect, à savoir l'influence de ces mêmes facteurs sur la vitesse de butinage ou de pollinisation. Pour ce faire, nous avons observé quatre espèces d'abeilles, en l'occurrence, l'abeille domestique (*Apis mellifera*) et les abeilles solitaires (*Eucera pulveracea*, *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea*) sur les fleurs de la fève (*Vicia faba*).

Pour analyser une telle étude, nous avons jugé utile de présenter avant tout les fluctuations journalières des paramètres climatiques auxquels nous avons eu recours (Fig.64). De toute évidence, ces données climatiques sont celles relevées durant la période d'observation, c'est-à-dire au mois de mars 2003 pendant la période de floraison de la fève. Nous avons essayé de savoir s'il y a une action des facteurs climatiques sur l'activité des abeilles et si c'est le cas, de comprendre comment ces facteurs agissent sur cette activité.

En observant les courbes évolutives des trois facteurs climatiques (Fig. 64) pendant le mois de mars, nous remarquons que les températures subissent des variations croissantes pendant que l'humidité de l'air décroît paradoxalement. La température augmente progressivement entre 08h et 11h, puis elle est plus stable entre 12h et 15h et commence à décliner à partir de 16h. Cette température reste comprise entre 15°C le matin et 17,3°C l'après midi. L'humidité est élevée à 08h (80,7% H.R.), elle diminue lentement pendant la journée de façon régulière sans fluctuer jusqu'à 12h pour atteindre 51,1% H.R. Entre 13h et 14h elle commence à augmenter en même temps que la température diminue. Pour ce qui est du vent, il demeure calme de 08h à 10h où sa vitesse commence à augmenter et à osciller le long de la journée. Il est relativement assez fort vers 14h et 16h où sa vitesse atteint 3,7 et 4m/s.

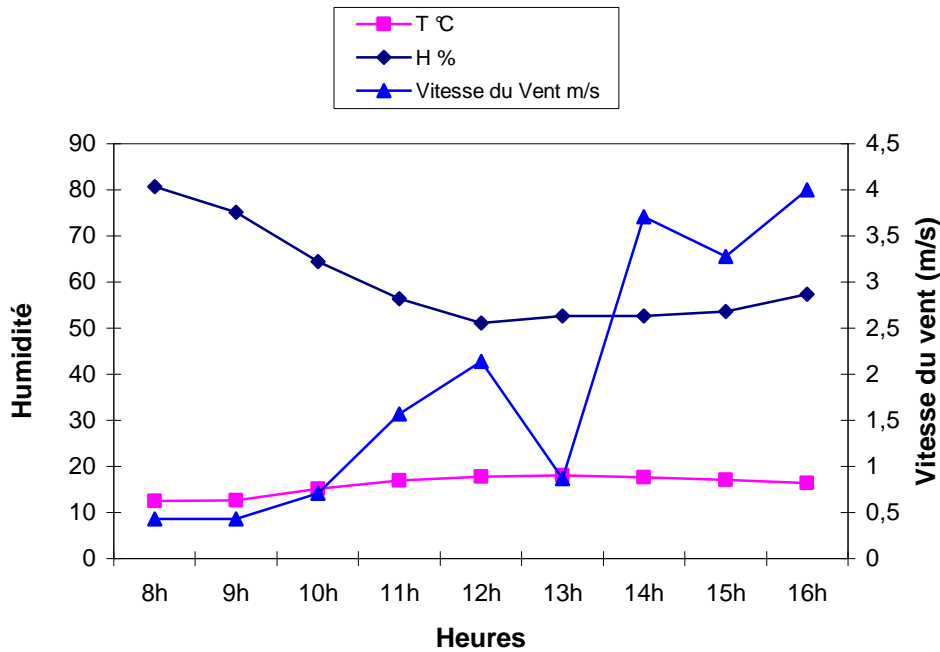


Fig. 64 : Evolution des facteurs climatiques durant la période de floraison de la fève

T°C. : Températures ; H% : Humidité relative de l'air.

Si maintenant, nous représentons les figures exprimant l'évolution du nombre d'abeilles butineuses et l'évolution des différents paramètres climatiques, (température, humidité et vitesse du vent), nous observons une nette synchronisation entre le nombre d'abeilles et la température (Fig.65). A l'inverse, le nombre d'abeilles augmente quand l'humidité diminue (Fig.66). Nous précisons qu' à partir du moment de la journée (vers 14h) où la température commence à baisser et l'humidité à augmenter, le nombre d'individus commence à décliner simultanément à la variation de ces deux facteurs.

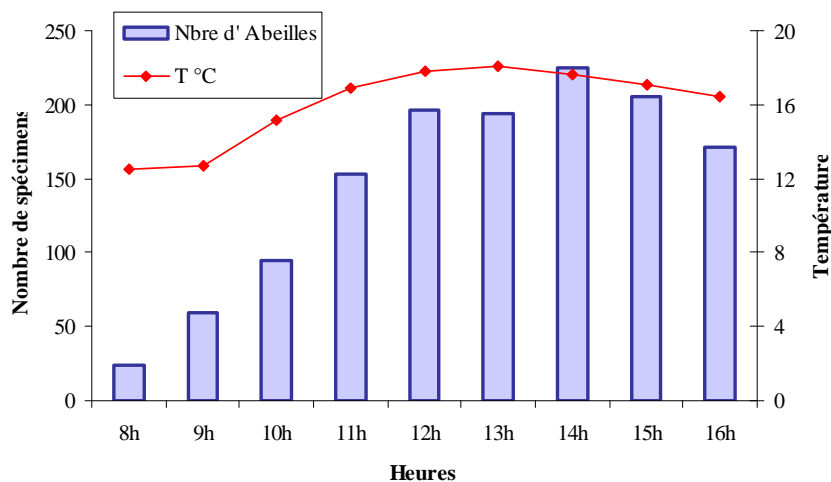


Fig. 65 : Evolution du nombre total d'abeilles en fonction de la température

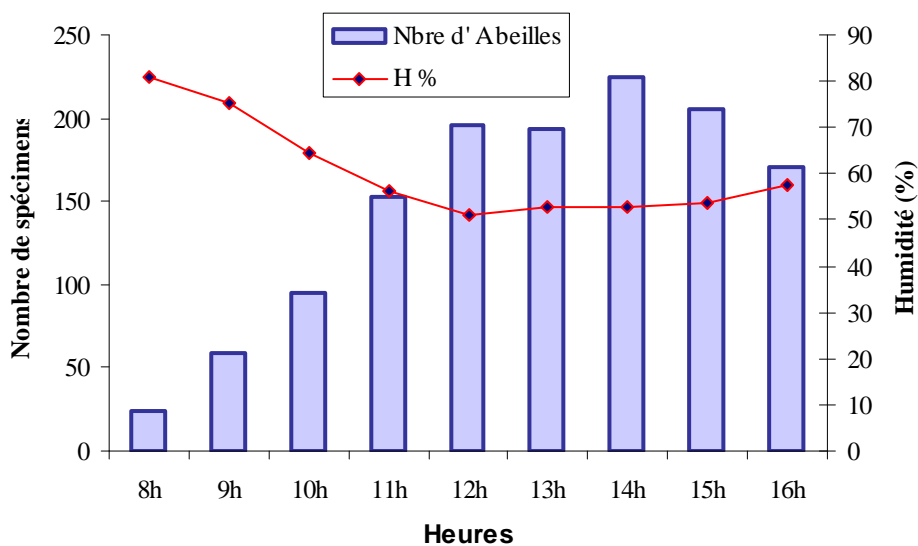


Fig. 66 : Evolution du nombre d'abeilles en fonction de l' humidité

Quant au troisième facteur climatique pris en compte, en l'occurrence la vitesse du vent, nous avons également représenté graphiquement la relation entre ce facteur et l'activité des abeilles (Fig.67). Nous pouvons déduire que cette relation n'est pas aussi nette que la précédente. En effet, le facteur vitesse du vent jusqu'à une certaine limite n'affecte pas beaucoup l'activité des abeilles. Notons tout de même qu'à partir d'un certain seuil (3,5 à 4m/s), le vent commence à avoir un effet négatif sur l'activité de butinage. Nous observons un premier déclin du nombre d'abeilles correspondant à une vitesse de 3,5m/s. Quand cette vitesse atteint 4m/s, la densité d'abeille baisse d'avantage et brusquement. A partir de ce seuil, cette activité semble être très perturbée, elle a de ce fait tendance à baisser.

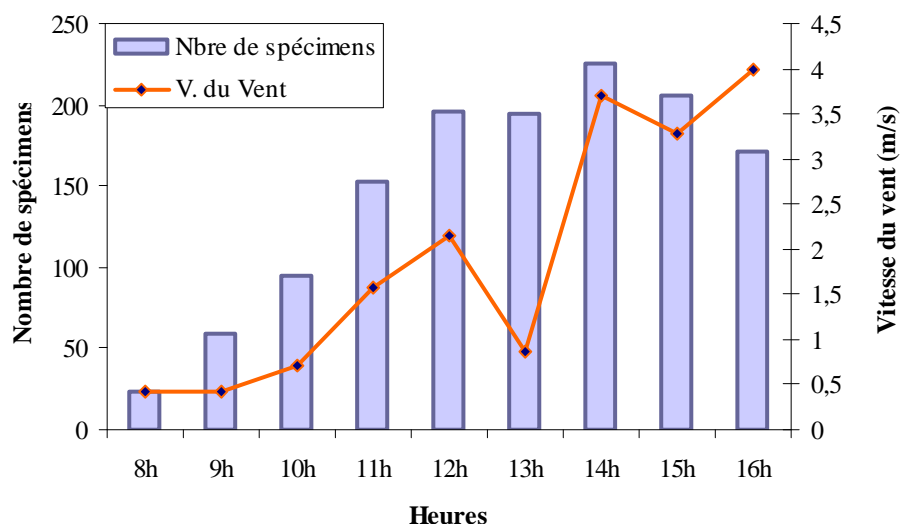


Fig. 67 : Evolution du nombre d'abeilles en fonction de la vitesse du vent

Si par ailleurs, nous considérons chaque espèce à part et que nous arrivons à superposer les figures 65 et 66 représentant l'évolution de la température et celle de l'humidité sur les graphes présentés antérieurement concernant l'activité journalière des différentes espèces suivies, nous remarquons alors que l'évolution du nombre de certaines espèces notamment d'*Apis mellifera* (Fig.55) et d'*Eucera pulveracea* femelles (Fig.56) suit les variations climatiques.

Suite à ces observations, nous avons établi une analyse de l'influence des facteurs climatiques pris en considération sur l'activité quotidienne des abeilles par l'utilisation du coefficient de corrélation linéaire (r) (Tab.41), ceci pour savoir si cette influence est significative ou pas. Si la corrélation est positive (r positif) entre une espèce d'abeille et un facteur climatique, cela signifie que pour les grandes valeurs de ce facteur correspondent des effectifs élevés d'abeilles. Au contraire, une corrélation négative signifie que pour les faibles valeurs de ce facteur correspondent de grands effectifs d'abeilles.

4.3.6.1. Influence des facteurs climatiques sur l'activité quotidienne des abeilles

Les effectifs des différentes espèces d'abeilles pollinisatrices ainsi que les relevés de températures, de l'humidité et de la vitesse du vent sont enregistrés dans le tableau 40.

Tableau 40 : Nombre d'abeilles observées durant la floraison de la fève en fonction des facteurs climatiques.

Heures	<i>Apis mellifera</i>	<i>Eucera pulveracea</i> ♂	<i>Eucera pulveracea</i> ♀	<i>Anthophora dispar</i>	<i>Xylocopa violacea</i>	Nombre total de spécimens	T °C	H %	Vitesse du Vent m/s
8h	14	2	5	2	1	24	12,5	80,7	0,43
9h	25	10	14	6	4	59	12,7	75,1	0,43
10h	32	25	28	8	2	95	15,2	64,4	0,71
11h	54	37	45	15	2	153	16,9	56,4	1,57
12h	83	46	58	6	3	196	17,8	51,1	2,14
13h	92	43	45	11	3	194	18,1	52,7	0,87
14h	95	46	66	14	4	225	17,6	52,6	3,71
15h	105	46	42	11	2	206	17,1	53,6	3,28
16h	59	45	57	7	3	171	16,4	57,4	4

Les résultats de l'analyse de l'impact de la température, de l'humidité et de la vitesse du vent sur la densité des abeilles sont portés dans le tableau suivant (Tab.41).

Tableau 41 : Coefficient de corrélation linéaire entre les facteurs climatiques et les espèces d'abeilles (P = probabilité ; ddl = 8).

	Température	P	Humidité	P	Vitesse du vent	P
<i>Apis mellifera</i>	0,887 **	0,001	-0,898 **	0,001	0,651	0,058
<i>Eucera pulveracea</i> ♂	0,958***	0,000	-0,984***	0,000	0,750*	0,020
<i>Eucera pulveracea</i> ♀	0,901**	0,001	-0,924***	0,000	0,789*	0,011
<i>Anthophora dispar</i>	0,690*	0,040	-0,689*	0,040	0,388	0,302
<i>Xylocopa violacea</i>	0,242	0,531	-0,311	0,414	0,298	0,436
L'ensemble des espèces	0,952***	0,000	-0,971***	0,000	0,742*	0,022
T°C	1		-0,99			
H %	-0,99		1			

Corrélation de Pearson (similarité dans l'intervalle [-1,+1]) au seuil alpha = 0,05
Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$

* : significatif, ** : hautement significatif, *** : très hautement significatif

Parmi les espèces qui présentent le coefficient de corrélation le plus significatif pour une probabilité $P < 5\%$, nous trouvons une corrélation positive entre *Apis mellifera* et la température ($r = 0,887$; $p = 0,001$) et négative entre cette espèce et l'humidité de l'air ($r = -0,898$; $p = 0,001$). Ceci signifie que la température favorise son activité mais l'humidité semble au contraire l'affecter. *Eucera pulveracea* ♂ et *Eucera pulveracea* ♀ présentent aussi des

corrélations positives hautement significatives avec la température. La température agit donc très positivement sur les individus mâles de cette Eucère ($r = 0,958$; $p = 0,000$) et à un degré moindre sur les femelles ($r = 0,901$; $p = 0,001$) mais on observe une très forte corrélation négative entre cette espèce et l'humidité ($r = -0,984$; $p = 0,000$ pour les mâles et $r = -0,924$; $p = 0,000$ pour les femelles). *Anthophora dispar* présente une faible corrélation positive inférieure à 0,5 avec la température et une corrélation négative avec l'humidité mais également faible. Quant à *Xylocopa violacea*, elle est la seule espèce à apparaître indifférente aux variations des facteurs climatiques. Ses coefficients de corrélations sont très faibles et ne sont en aucun cas significatifs. Si maintenant nous considérons l'ensemble des abeilles de toutes les espèces confondues, nous pouvons noter que l'impact de la température et celui de l'humidité sur l'activité des abeilles est aussi important l'un que l'autre. Le coefficient de corrélation entre elles et la température et entre elles et l'humidité sont presque identiques mais diamétralement opposés. L'activité des abeilles en général est corrélée positivement avec la température ($r = 0,952$) et négativement avec l'humidité ($r = -0,971$). Ces corrélations sont très hautement significatives avec des probabilités d'occurrence très faibles ($p = 0,000$). Pour ce qui concerne la vitesse du vent, la seule espèce qui montre une corrélation positive mais une probabilité élevée ($p = 0,020$ et $p = 0,011$) est *Eucera pulveracea*.

Pour expliquer davantage l'influence du climat sur l'activité des abeilles, nous avons effectué une analyse par la régression linéaire simple. En effet, une corrélation faible n'implique pas automatiquement que les variables ne soient pas liées entre elles. La liaison n'est pas seulement linéaire. Il est possible alors de tester leur signification statistique par leur carré ou leur coefficient de détermination (R^2) qui explique en pourcentage les variations des effectifs d'abeilles ou les variations de leurs vitesses de butinage en fonction des variations des facteurs climatiques.

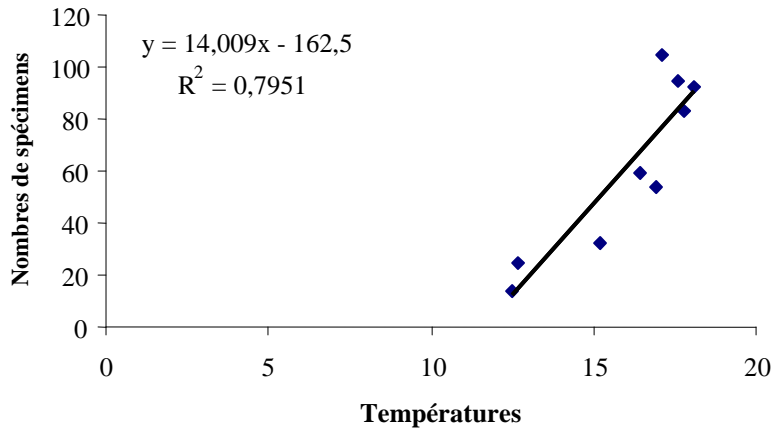


Fig. 68 : Droite de régression d'*Apis mellifera* en fonction de la température

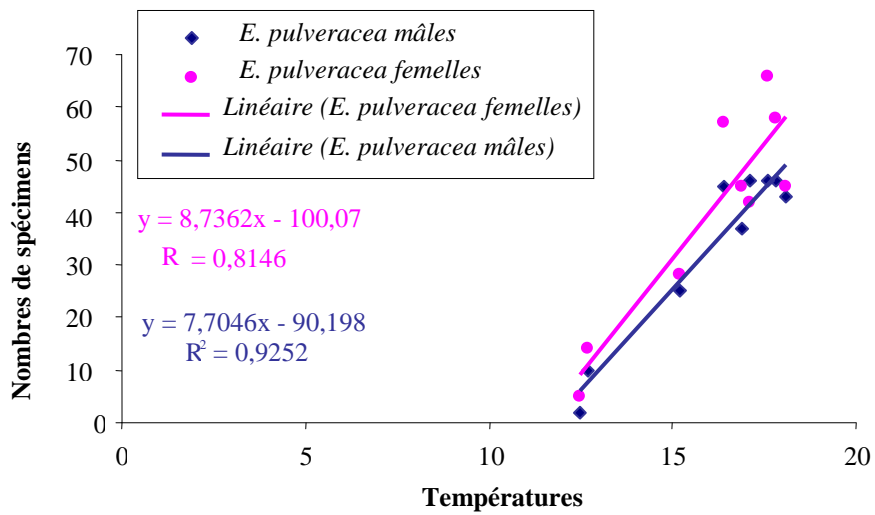


Fig. 69 : Droite de régression d'*Eucera pulveracea* en fonction de la température

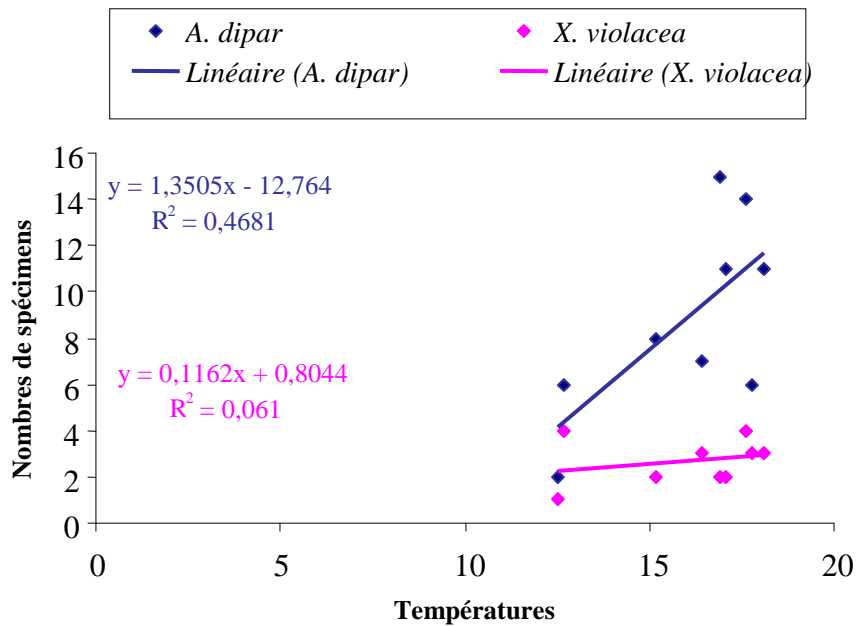


Fig. 70 : Droite de régression d'*Anthophora dispar* et de *Xylocopa violacea* en fonction de la température

Dans la figure 68, l'activité de *Apis mellifera* est représentée par la droite de régression qui s'explique par un coefficient de détermination R^2 très élevé de l'ordre de 79% avec une probabilité très inférieure à 5% ($p = 0,001$). Ceci traduit donc un effet positif de la température sur son activité d'autant plus que le coefficient de régression (pente) indique une croissance positive de l'abeille en fonction du facteur pris en considération.

En observant la figure 69 où sont représentées les droites de régression d'*Eucera pulveracea* mâles et femelles en fonction de la température, nous relevons que le coefficient de régression de cette espèce est positif. Celui des femelles est cependant le plus faible, ce qui indique une pente de la droite plus accentuée chez les individus mâles. Néanmoins les deux droites croissent en fonction de la température. La liaison entre *E. pulveracea* mâles et la température est expliquée à 92% avec une probabilité $p = 0,000$, celle d'*E. pulveracea* femelle est expliquée à 81%. Ces liaisons paraissent donc très significatives.

En revanche, la liaison entre *Anthophora dispar* et la température (Fig.70) est expliquée seulement à 46% avec une probabilité légèrement supérieure à 5% ($p = 0,040$). Cette liaison paraît donc très peu significative. Celle de *Xylocopa violacea* est expliquée à

0,60% avec une probabilité très supérieure à 5%. La liaison entre cette dernière et la température n'est guère significative.

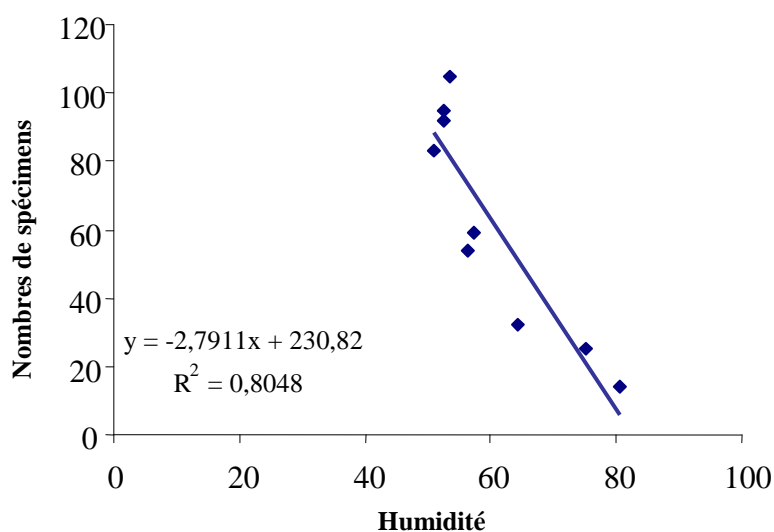


Fig. 71 : Droite de régression d'*Apis mellifera* en fonction de l'humidité de l'air

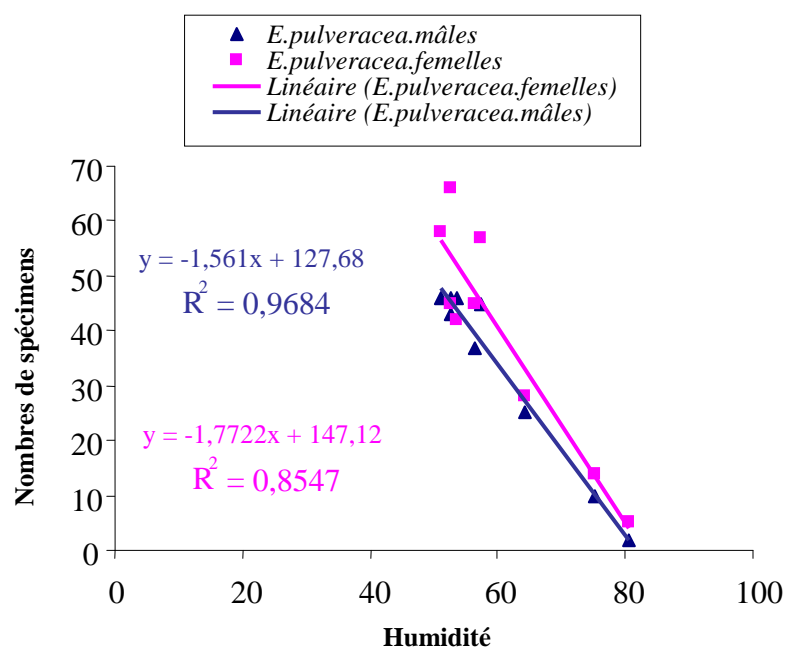


Fig. 72 : Droite de régression de *Eucera pulveracea* en fonction de l'humidité de l'air

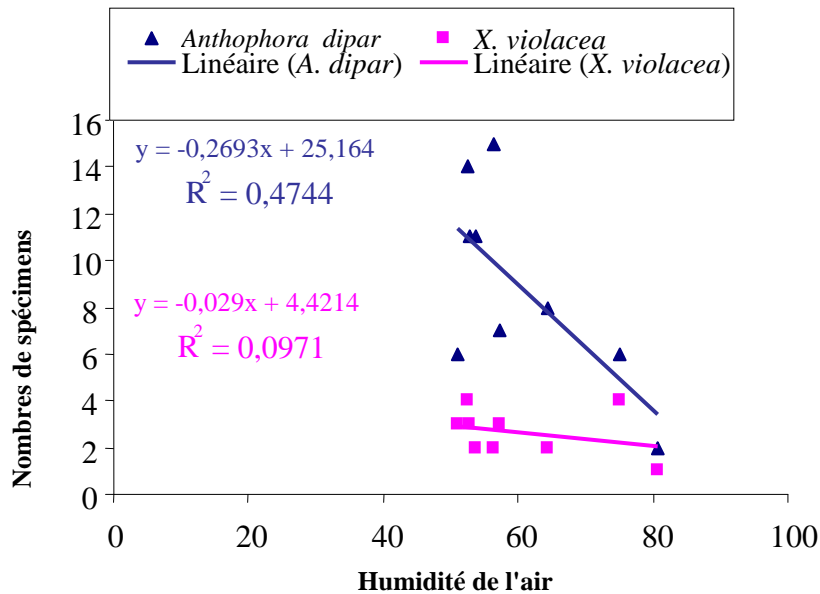


Fig.73 : Droite de régression de *Anthophora dispar* et de *Xylocopa violacea* en fonction de l'humidité

L'humidité agit négativement sur l'activité de l'abeille domestique *Apis mellifera* (Fig.71). Le coefficient de régression de la droite est négatif. Autrement dit, l'activité baisse significativement lorsque l'humidité augmente. Ceci est traduit par un coefficient de détermination R^2 très élevé ($R^2 = 80\%$) pour une probabilité également très inférieure à 5% soit $p = 0.001$. Cette espèce est donc sensible aux variations des deux facteurs climatiques étudiés.

En observant la figure 72 où sont représentées les droites de régression d'*Eucera pulveracea* mâles et *Eucera pulveracea* femelles en fonction de l'humidité, nous notons que ces droites présentent des coefficients de régression négatifs. Ces droites montrent en fait une décroissance en fonction de l'humidité avec des coefficients de déterminations très élevés ($R^2 = 80\%$, $R^2 = 96\%$, $R^2 = 85\%$) et des probabilités très inférieures à 5%. Néanmoins, pour ce qui concerne les deux autres espèces, *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea*, les coefficients de détermination demeurent faibles et valent respectivement $R^2 = 47\%$ et $R^2 = 09\%$, ce qui indique une liaison non significative entre ces espèces et l'humidité (Fig.73).

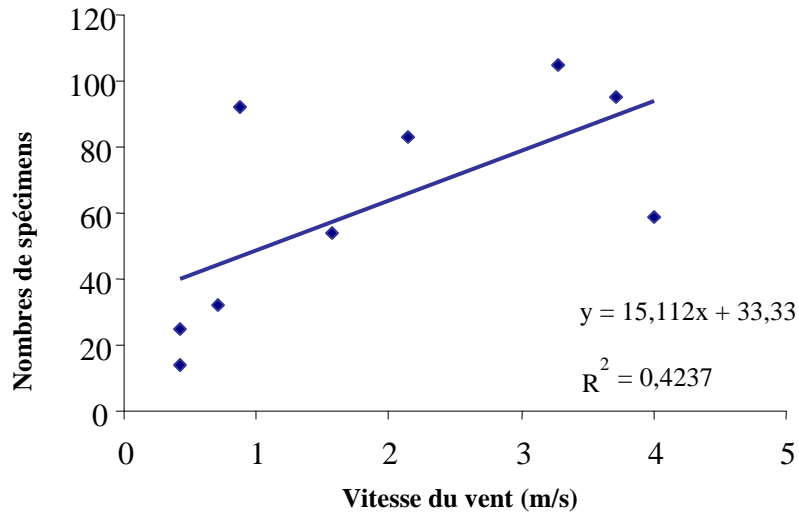


Fig. 74 : Droite de régression de *Apis mellifera* en fonction de la vitesse du vent

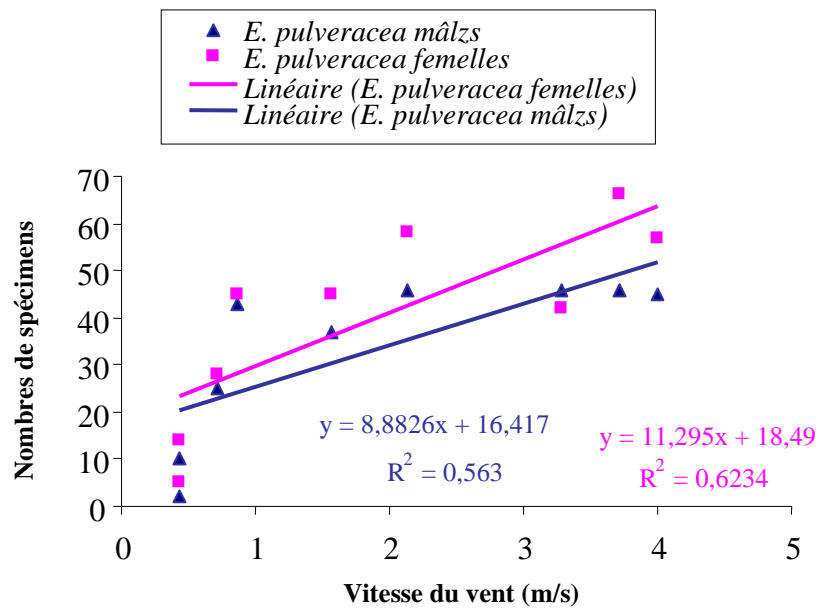


Fig. 75 : Droite de régression d' *Eucera pulveracea* en fonction de la vitesse du vent

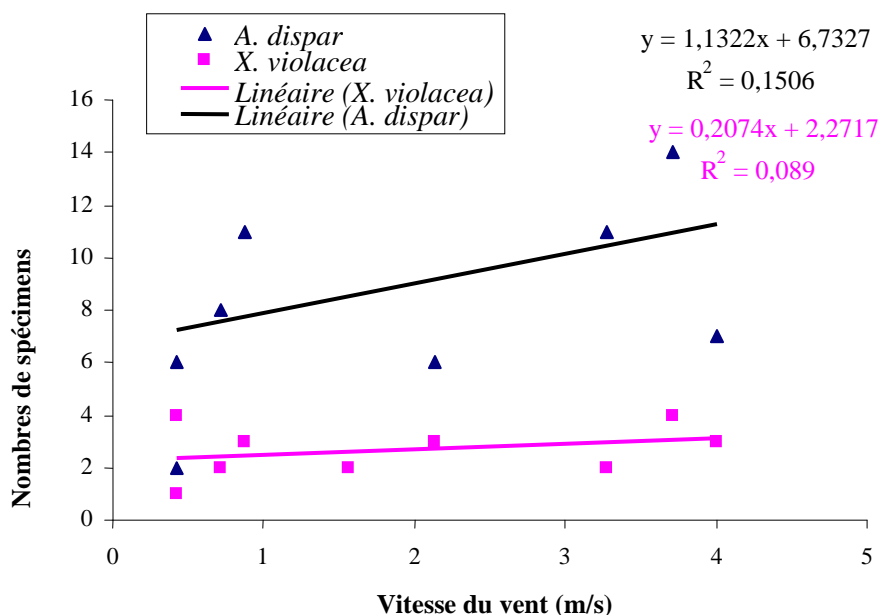


Fig. 76 : Droite de régression de *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea* en fonction de la vitesse du vent

Pour ce qui est de la troisième variable climatique à savoir la vitesse du vent, nos résultats confirment que la vitesse du vent ne dépassant pas 3m/s n'a pas d'effet sur l'activité des abeilles. En effet, les droites de régression linéaire (Fig.74, 75, 76) présentent des coefficients de détermination faibles et inférieurs à 50% pour la plupart des espèces avec des probabilités supérieures à 5%.

4.3.6.2. Influence des facteurs climatiques sur la vitesse de butinage des abeilles

Durant la période de floraison de la fève (du 15 au 28 mars), nous avons calculé pour chaque heure de la journée la vitesse moyenne de butinage en observant 45 individus de chaque espèce d'abeilles. Les résultats sont consignés dans le tableau 42.

Tableau 42 : Nombre moyen de fleurs visitées par minute par les abeilles durant la floraison de la fève en fonction des facteurs climatiques.

Heures	<i>Apis mellifera</i>	<i>Eucera pulveracea</i> ♂	<i>Eucera pulveracea</i> ♀	<i>Anthophora dispar</i>	<i>Xylocopa violacea</i>	Nombres totaux de spécimens	Températures (°C)	Humidité (%)	Vitesse du Vent m/s
8h	3,6	3,5	1	-	-	24	12,5	80,7	0,43
9h	8,8	4,8	11	5,2	13,5	59	12,7	75,1	0,43
10h	10,6	13	13,5	13,2	14	95	15,2	64,4	0,71
11h	13	15,6	12	13,2	15	153	16,9	56,4	1,57
12h	11,5	13,4	13,4	15,5	19	196	17,8	51,1	2,14
13h	10,2	13,4	11	14	16	194	18,1	52,7	0,87
14h	12	14,2	10,5	13	14	225	17,6	52,6	3,71
15h	9,2	14,2	11,2	12	13	206	17,1	53,6	3,28
16h	9,6	12,8	12,2	13,5	15	171	16,4	57,4	4

Les résultats de l'analyse de l'impact des trois facteurs climatiques étudiés sur la vitesse de butinage des abeilles sont présentés dans le tableau ci après.

Tableau 43 : Coefficient de corrélation linéaire entre les facteurs climatiques et les espèces d'abeilles (P = probabilité ; ddl = 8).

	Température	P	Humidité	P	Vitesse du vent	P
<i>Apis mellifera</i>	,739*	p=,023	-,780*	p=,013	,362	p=,337
<i>Eucera pulveracea</i> ♂	,917***	p=,000	-,929***	p=,000	,565	p=,112
<i>Eucera pulveracea</i> ♀	,592	p=,093	-,679*	p=,044	,320	p=,401
<i>Anthophora dispar</i>	,872**	p=,005	-,860	p=,006	,365	p=,374
<i>Xylocopa violacea</i>	,486	p=,221	-,468	p=,241	-,061	p=,886
<i>L'ensemble des espèces</i>	,921**	0,001	-,952***	=,000	,701	=,053
T°C	1		-0,99			
H %	-0,99		1			

*** Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$.

D'après nos résultats (Tab.43), la vitesse de butinage de la quasi-totalité des abeilles étudiées est influencée positivement avec la température et négativement avec l'humidité de l'air.

Quant à la vitesse du vent, nous remarquons qu'elle n'influe guère la vitesse de butinage étant donné que sa force était dans les limites du tolérable.

4.3.7. Evaluation de l'incidence de la pollinisation entomophile sur le rendement de la fève

Notre étude a révélé que les abeilles étudiées ont un impact positif sur la production, leur présence améliore nettement le rendement de la culture de fève.

4.3.7.1. Incidence de la pollinisation entomophile sur le rendement en gousses

La longueur moyenne des gousses vertes issues des quadrats libres est supérieure à celle des gousses issues des quadrats couverts. Ces gousses sont classées selon leurs longueurs moyennes (calculées à partir de 85 gousses) en deux groupes (A,B), la différence entre ces deux moyennes est significative au seuil 5% (Tab.44). En revanche, les plantes des parcelles encagées présentent un nombre moyen de gousses par plant supérieur à celui des plantes des parcelles accessibles aux abeilles (Tab.47).

Tableau 44 : Longueurs moyennes des gousses vertes durant la phase de fructification de *Vicia faba*

Quadrats	Longueur moyenne	Groupes homogènes	Ecart types
Quadrats libres	24,80	A	5,94
Quadrats encagés	21,16	B	7,00

4.3.7.2. Incidence de la pollinisation entomophile sur le rendement en graines

Le poids moyen des graines calculé à partir de 30 échantillons de 5 graines chacun tirées aléatoirement de la récolte est aussi significativement plus grand au seuil 5% dans les quadrats libres que dans ceux encagés. Ces graines sont classées selon leurs poids moyens en deux groupes (A,B) (Tab.45).

Tableau 45 : Poids moyens des graines (05 graines) de *Vicia faba*

Quadrats	Poids moyen	Groupes homogènes	Ecart types
Quadrats libres	19,63	A	3,45
Quadrats encagés	17,63	B	1,54

Le poids moyen de la récolte en graines ainsi que le poids moyen des graines par plant sont plus élevés dans le cas des plantes soumises à la pollinisation croisée et en présence d'abeilles par rapport aux plantes soumises à l'autopollinisation seule (Tab.46).

Tableau 46 : Rendement grainier moyen de *Vicia faba* pendant la floraison

Quadrats	Quadrats libres	Quadrats encagés
Poids des graines (grammes)		
Poids moyen de la récolte par quadrat	664,47	575,5
Poids moyen en graines par plant	36,24	30,29

Le nombre moyen de graines par gousse et par plant sont également plus élevés sur les plants libres que sur les plants encagés (Tab.47). Quant au pourcentage d'avortement, il est nettement supérieur dans le cas des plantes mises sous cage et en absence d'abeilles (37%) que dans le cas des plantes butinées (19%).

Tableau 47 : Indices moyens de fertilité de *Vicia faba* pendant la floraison.

Indices calculés	Quadrats libres	Quadrats encagés
Nombres moyens de gousses par plant	3,60	5,28
Nombres moyens de graines par gousse	5,52	3,27
Nombres moyens de graines développées par plant	19,87	17,27

CHAPITRE V

DISCUSSION DES RESULTATS

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

5.1.1. Analyse globale de la faune

5.1.1.1. Analyse du peuplement

Nous considérons cet inventaire comme incomplet puisqu'il a été établi à partir de prélèvements concernant juste la période printanière et le début de la période estivale. En outre, il convient de signaler la sous-estimation inévitable qui découle des observations.

Dans la région d'étude, les groupes d'apoïdes les mieux représentés sont les Apidae, les Megachilidae et les Halictidae. En revanche, les bourdons ne sont représentés que deux espèces appartenant au même genre. En effet, les Bourdons (*Bombus* et *Psithyrus*), bien que sociaux, figurent parmi les genres les moins abondants en Algérie. On décompte seulement 5 espèces dans notre région alors qu'en Europe ce nombre est largement dépassé et varie entre 12 et 38 espèces. Ce sont en effet plutôt des espèces de pays froids. Mais au sein de la guildes des abeilles à langue longue, les Bombinae dominants au nord, à l'exception de la Grèce, sont remplacés au sud de la Méditerranée par les Anthophorini, Eucerini et Megachilidae. C'est ainsi qu'on observe en Algérie une très forte proportion en faveur des Apidae (111 espèces) et des Megachilidae (100 espèces). Ceci est une particularité du Maghreb en général et de l'Algérie en particulier où l'on note cinq gradients climatiques qui se succèdent du littoral au Sahara.

5.1.1.2. Synthèse des espèces inventoriées en Algérie

En établissant une compilation des données issues de la bibliographie traitant la faune d'apoïdes en Algérie, il est révélé que les plus récentes investigations marquent une augmentation de 27 taxons d'apoïdes, soit un supplément de 3,8% par rapport aux anciens travaux qui compte environ 758 espèces. En effet, Louadi (1999a, 2007b), Tazerouti (2002) et la présente étude ont mis en évidence respectivement 9 taxons (6 espèces et 3 sous

espèces), 4 taxons (2 espèces et 2 sous espèces) et 14 taxons (10 espèces et 4 sous espèces) signalés pour la première fois en Algérie.

Les faibles similitudes faunistiques relevées dans le nombre d'espèces recensées par les différents travaux se rapportant à la faune d'apoïdes en Algérie sont vraisemblablement dues aux différences de milieux prospectés et à la fréquence variable dont ces milieux ont été prospectés. En effet, les régions dans lesquelles nous avons mené nos observations sont beaucoup plus restreintes comparées à celles exploitées par les anciens chercheurs. Rappelons que certaines de ces études englobent plusieurs régions d'Algérie voire même tout le pays, ce qui permet d'avoir un effectif beaucoup plus important, c'est le cas de Lucas (1849) Saunders (1901,1908) et Friese (1969). Alfken (1914) par exemple a exploré le nord algérien de l'est à l'ouest. Beaucoup d'autres espèces d'Algérie ont été citées par d'autres auteurs tels que Morice (1916), Schulthess (1924), Benoist (1924, 1961) et Cockerell (1931). Ceci peu en outre s'explique par l'absence de collecte en fin d'été et par la localisation géographique de la région de Tizi-Ouzou, région située en dehors de la zone de climat thermoméditerranéen et de son cortège d'espèces.

Si maintenant nous considérons uniquement les études les plus récentes, l'analyse de la composition faunistique révèle que le nombre d'espèces inventoriées diffère d'une région à une autre. En effet, Tizi-Ouzou renferme le plus grand nombre d'espèces (103 espèces) contre 56 espèces recensées à Constantine (Louadi, 1999a) et 33 espèces dans la Mitidja (Tazerouti, 2002). La faune de la région de Tizi-Ouzou apparaît donc nettement plus riche comparée à celles observées dans les régions de Constantine et de la Mitidja ces dernières années. Précisons que pour ces deux derniers travaux et la présente étude, l'étendue des régions prospectées et la régularité des observations sont pourtant sensiblement les mêmes. La Kabylie, par son relief et sa topographie, offre une grande diversité de biotopes, une hétérogénéité des habitats et par conséquent une diversité faunistique. Néanmoins, les investigations menées par Louadi et al. (2008) dans le Nord-Est algérien et l'utilisation de données d'autres auteurs ont permis d'établir la présence de 382 espèces d'apoïdes pour cette seule région

D'une manière générale, l'analyse comparative entre les trois régions d'Algérie montre d'importantes différences qui peuvent s'illustrer par le faible nombre d'espèces communes. En effet, sur un total de 145 espèces recensées, seules 26 (17,93%) sont communes entre Tizi-Ouzou et Constantine, 22 (15,17%) entre Constantine et la Mitidja, 18 (12,41%) entre Tizi-

Ouzou et la Mitidja. Quant au nombre d'espèces communes aux trois régions, il demeure faible : 14 espèces, soit 9,65%. Les faibles similitudes faunistiques et la rareté en espèces communes entre ces différentes régions témoignent de l'ample diversité en caractéristiques écologiques, géographiques et climatiques.

5.1.2. Liste des espèces recensées et taxonomie

La faune des abeilles sauvages recensées durant la période s'étalant de 1999 à 2002 dans la région de Tizi-Ouzou compte 103 espèces. Les familles mentionnées dans le cadre de ce travail sont les mêmes que celles signalées par Louadi (1999a, 2008). Il s'agit des Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Apidae et Megachilidae.

Notons également l'absence d'une seule famille en l'occurrence les Melittidae. Selon Michez (2002), la famille des Melittidae est très mal connue et un faible nombre d'espèces appartient à cette famille. Les Melittidae sont des insectes assez rares très peu de recherches fondamentales leur ont été consacrées. Il se pourrait aussi que les espèces de cette famille volent plus tardivement. D'ailleurs, cette dernière famille ainsi que la famille des Colletidae sont absentes aussi bien de la Mitidja (Tazerouti, 2002) que de la Tunisie, pays limitrophe à l'Algérie (Jacob-Remacle, 1987). Ces familles semblent relativement rares en Algérie. Néanmoins, la présente étude a révélé cinq taxons appartenant à la famille des Colletidae avec une espèce nouvellement citée pour l'Algérie et Louadi (2008) a mentionné la présence des Melittidae dans le Constantinois.

Certaines espèces ne sont pas énumérées dans la littérature concernant l'Algérie. Notre étude a révélé 10 espèces et 4 sous espèces nouvelles pour la faune d'Algérie. Ces nouveautés concernent toutes les familles rencontrées mais surtout celle des Megachilidae (5 taxons nouveaux). Les Colletidae comptent une espèce nouvelle, les Andrenidae une espèce et deux sous espèces, les Halictidae deux espèces et les Apidae deux espèces et une sous espèce. Toutefois, le nombre de spécimens observés pour chacun de ces taxons nouveaux pour l'Algérie est relativement faible. Le fait que certains de ces taxons soient très discrets vu leur petite taille, pourrait expliquer qu'ils ont échappés aux précédents inventaires.

Par ailleurs, l'Algérie, par ses caractéristiques géophysiques et climatiques différents qui se succèdent du nord au sud, possède plusieurs espèces endémiques de l'Afrique du Nord.

En effet, en se basant sur les listes de récoltes de divers entomologistes ayant travaillé dans les localités Algériennes et ailleurs, nous pouvons avancer qu'à travers notre inventaire une espèce *Nomia algeriensis* et une sous espèce *Osmia caerulea cyanea* sont endémiques de l'Algérie. Quant à *Xylocopa iris cupripennis*, *Eucera spathulata*, *Panurgus calceatus*, *Panurgus pici*, *Eucera decolorata*, *Osmia tunensis*, *Anthidium manicatum barbarum* sont à notre connaissance des espèces endémiques de l'Afrique du Nord. Cependant, hormis *Xylocopa iris cupripennis*, il peut encore subsister un doute sur l'endémicité de ces taxons.

5.1.3. Aires de répartition des abeilles sauvages

Du point de vue biogéographique, si on se refait au tableau 1, nous remarquons que la faune des apoïdes d'Algérie est fondamentalement d'origine paléarctique. Toutefois, la richesse spécifique est apparemment plus forte aux deux extrémités de la chaîne magrébine qu'en son centre. Cette richesse peut s'expliquer par la proximité du Maroc avec l'Espagne et par la proximité de la Tunisie avec la péninsule italienne et la Sicile. Ces positions de carrefour ont permis un enrichissement en espèces.

Nous remarquons que sur la totalité des espèces d'apoïdes signalées, la plus part sont nettement méditerranéennes. Les autres espèces ont des aires de répartition plus vastes. Nous retenons également que les apoïdes sauvages recensés dans la région d Tizi-Ouzou sont pour la plupart ubiquistes.

La distribution et la diversité des espèces d'apoïdes dépend de plusieurs facteurs dont les disponibilités alimentaires, les facteurs climatiques et la compétition trophique et spatiale. De nombreux travaux ont montré l'importance de ces paramètres conditionnant l'occupation spatiale et temporelle des différents habitats. Certains d'entre eux, comme les facteurs climatiques, sont habituellement considérés comme facteurs écologiques majeurs susceptibles d'influencer directement ou indirectement la répartition de la faune. Les bourdons par exemple, sont plus localisés en montagne (Bernard 1951, Batra, 1977a). Ils préfèrent vivre dans les régions à climat froid ou situés en altitude (Pesson et Louveaux, 1984). Ce qui est confirmé par les résultats de la présente étude, ceux de Louadi (1999a) à Constantine et ceux de Tazerouti dans la région de la Mitidja. En effet, l'abondance des deux espèces *Bombus terrestris* et *Bombus ruderatus* augmente avec l'altitude. Ils sont plus nombreux à Constantine (130 spécimens), un peu moins à Tizi-Ouzou (56 spécimens) et encore moins dans la Mitidja

(30 spécimens) où les conditions climatiques semblent leur être défavorables. D'autant plus que parmi les 43 spécimens de *Bombus terrestris* recensés dans le cadre de notre étude, 40 (soit 93%) sont rencontrés à Beni-Douala, station à plus haute altitude. Cette dernière explication peut être également plausible dans le cas de *Ceratina cucurbitina* dont 77% sont observés dans cette même station d'étude. Selon Daly (1983) Cette Cératine s'adapte mieux aux plus fortes altitudes en zones humides et subhumides. En Turquie, cette espèce domine avec 56,2% au-delà de 900m d'altitude (Terzo et al.,1999). Un autre exemple qui mérite d'être évoqué dans ce contexte est celui des espèces du genre *Ceratina* nettement plus diversifiées à Tizi-Ouzou qu'à Constantine: respectivement 6 espèces à Tizi-Ouzou contre une seule à Constantine. Le genre *Ceratina* est connu pour être thermophile (Terzo et al., 1999), ce qui pourrait expliquer le plus grand nombre d'espèces observées à Tizi-Ouzou, alors que Constantine est situé en région montagnarde et est trois fois plus distante de la côte méditerranéenne que Tizi-Ouzou.

5.1.3.1. Répartition des apoïdes dans les stations d'études

L'étude spatio-temporelle des espèces recensées montre que certaines d'entre elles ont une aire de dispersion limitée et que d'autres au contraire ont une aire plus large. Plusieurs espèces d'apoïdes sont omniprésentes. Nous les retrouvons dans les quatre localités prospectées. Ce sont des espèces à large valence écologique puisqu'elles colonisent toutes les stations. Ces espèces sont *Halictus fulvipes*, *Lasioglossum pauxillum*, *Lasioglossum villosulum*, *Halictus gemmeus*, *Ceratina albosticta*, *Ceratina cucurbitina*, *Eucera numida*, *Eucera notata*, *Osmia rufa*, *Osmia caerulea*, *Osmia cyanea*, *Hylaeus (Patagiata) sp.*, *Panurgus pici*. Sur ces douze espèces, quatre appartiennent à la famille des Halictidae, quatre autre à la famille des Apidae. Ces deux familles semblent renfermer donc plus d'espèces cosmopolites.

Anthophora plumipes pennata, *Anthophora plumipes plumipes*, *Ceratina saundersi*, *Eucera decolorata*, *Eucera nitidiventris*, *Eucera nigrifacies*, *Eucera parvula*, *Xylocopa violacea*, *Bombus terrestris*, *Hylaeus meridionalis*, *Hylaeus (Dentigera) sp.* se retrouvent dans trois localités sur les quatre prospectées. Mises à part les trois dernières espèces, toutes les autres sont des Apidae, ceci confirme le fait que les espèces de cette famille soient bien réparties.

Plusieurs espèces d'Andrenidae semblent avoir une aire de répartition très limitée. En effet, *Andrena albopunctata*, *Andrena assimilis barnei*, *Andrena lagopus*, *Andrena nigroaenea*, *Andrena rhyssonota flava*, *Panurgus calceatus* sont capturées au niveau d'une seule localité. Certaines espèces d'Apidae ont également une aire de répartition restreinte et sont notées dans une seule station, c'est le cas de *Ceratina callosa algeriensis*, *Ceratina parvula*, *Hylaeus pictus*, *Xylocopa valga*, *Nomada basalis*.

Parmi les Apidae, cinq espèces présentent la particularité de se trouver bien localisées. Il s'agit de *Amegilla albigena talaris*, *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata*, *Anthophora quadricolor*, *Anthophora dispar*, *Anthophora subterranea*. Ces espèces occupent une seule station

5.1.3.2. Variation des abondances relatives des espèces dans les quatre localités

La plupart des espèces recensées en grand nombre proviennent des localités de Boukhalfa (*Lithurgus chrysurus* *Hylaeus meridionalis* *Eucera notata*) et de Fréha (*Halictus scabiosae* *Lithurgus chrysurus* *Halictus fulvipes*). Toutefois, quelques espèces, par exemple *Panurgus pici* et *Ceratina cucurbitina* sont plus abondantes dans les deux autres stations.

Le genre *Lithurgus* est surtout bien représenté à Fréha et Boukhalfa. Les Mégachiles sont rares à Beni-Douala, nous n'avons recensé que 15 spécimens répartis sur 5 espèces et 3 genres. Les Megachilidae ont des exigences en température très élevées et que les femelles ne sont très actives que lorsque la température se maintient au dessus de 25°C (Pesson et Louveaux, 1984), ceci explique donc pourquoi ce groupe d'apoïdes n'est pas très répandu dans cette station à température plus basse comparée aux autres stations. Le genre *Nomiodes* se trouve seulement à Fréha. Parmi les Halictidae, le genre *Lasioglossum* est le plus riche en espèces alors que genre *Halictus* renferme les espèces présentant les plus grands effectifs.

Amegilla albigena talaris, *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata*, *Anthophora quadricolor*, *Anthophora dispar*, *Anthophora subterranea*. Toutes ces espèces se localisent exclusivement à Beni-Douala. Les trois premières espèces semblent en effet préférer la haute altitude du moment qu'elles ne sont pas rencontrées en basse altitude malgré la disponibilité de leur plante préférée dans la localité de Boukhalfa. Nous pensons alors que les conditions écologiques particulières de Beni-Douala (800m d'altitude et températures plus basses)

permettent l'existence de ces espèces, et que les Apidae des genres *Anthophora* et *Amegilla* sont mieux représentés en altitude qu'en plaine.

Cette répartition dépend probablement du microclimat local, de la nature du sol et du type de végétation caractérisant chacune des stations d'étude.

5.1.3.3. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) appliquée aux variations des abondances relatives des espèces dans les quatre localités

L'analyse factorielle des correspondances a permis d'établir un diagramme de dispersion des différents attributs. La saturation dans les deux axes (1 et 2) a permis donc de projeter les espèces retenues sur les deux plans. Ces espèces forment apparemment quatre groupes ou biocénoses individualisées. Les quatre stations d'étude ne semblent pas être rapprochées par les espèces qu'elles renferment du moment qu'elles ne se trouvent pas dans les mêmes quadrants.

Autour de Makouda on retrouve les espèces *Ceratina cucurbitina*, *Ceratina saundersi*, *Halictus fulvipes*, *Halictus simplex*.

La station de Beni-Douala est entourée par les espèces *Andrena ocreata*, *Andrena orbitalis*, *Lasioglossum callizonium*, *Anthophora plumipes pennata*, *Lasioglossum malachurum*.

Autour de Fréha on retrouve *Halictus scabiosae*, *Andrena bicolor*, *Eucera graeca*, *Eucera decolorata*, *Eucera parvula*.

Enfin Boukhalfa est entouré de *Ceratina albosticta*, *Eucera notata*, *Lasioglossum pauxillum*, *Icterantheidium ferrugineum discoidale*.

5.1.4. Analyse de la diversité des apoïdes

5.1.4.1. Analyse quantitative

D'après Michener (1979), les abeilles atteignent leur maximum en abondance et en nombre d'espèces dans les régions chaudes du monde telle que l'Afrique du Nord. La très forte diversité des apoïdes dans les régions méditerranéennes s'explique par une adaptation dès l'origine de la majorité des espèces à des sols dénudés, chauds et bien ressuyés (Michener,

1979). La richesse faunistique de l'Algérie est relativement élevée comparativement à celle observée dans d'autres régions méditerranéennes. Selon Rasmont et *al.*(1995b), le Maghreb en général et l'Algérie en particulier présentent une diversité spécifique proche de celle de la Californie. En effet, il ressort de ce travail que la faune des apoïdes est largement représentée par 103 taxons dans la région de Tizi-Ouzou.

5.1.4.1.1. Composition de la faune

Il ressort des résultats cumulés depuis 1999 à 2002 que les abeilles sauvages recensées dans la région de Tizi-Ouzou se répartissent sur cinq familles renfermant 33 genres et 103 espèces. L'effectif total de cette faune est de 1893 individus. Toutefois, le nombre d'espèces recensées ne reflète que les espèces printanières. Le nombre d'espèces énumérée semble donc sous estimé car il ne tient pas compte des espèces estivales pour établir un recensement exhaustif. Il apparaît donc que à l'issue de cet inventaire taxonomique que les espèces énumérées ne représentent probablement qu'une partie de la faune des apoïdes de Tizi-Ouzou. En fait, selon Rasmont et *al.* (1995b), cette diversité serait encore plus grande si on englobe l'ensemble de l'Algérie et les quatre saisons.

Du point de vue nombre d'espèces, la famille des Megachilidae et celle des Apidae sont de loin les plus diversifiées. Elles comptent 30 taxons chacune répartis respectivement sur 15 genres et 8 genres. Viennent en 3^{ème} et 4^{ème} les Halictidae avec 22 taxons répartis sur 6 genres et les Andrenidae avec 16 taxons répartis sur 2 genres seulement. Quant aux Colletidae, elles ne renferment 5 espèces appartenant à 2 genres.

Si l'on considère le nombre de spécimens, les Apidae sont les mieux représentés et donnent le plus fort pourcentage (34,2%) suivis les Halictidae (24%). La famille des Megachilidae est reléguée à la troisième position et représente 19,8%, celle des Andrenidae 12,8%. Les Colletidae ne couvre plus que 9,1% de la faune totale.

Le recensement montre une dominance de deux espèces d'abeilles solitaires qui sont *Ceratina cucurbitina* (Apidae) et *Panurgus pici* (Andrenidae). La première espèce est la plus abondante (11,7%) et la deuxième la plus fréquente (7,2%). Elles sont suivies de *Lithurgus chrysurus* (Megachilidae) (8,13%), *Eucera notata* (Apidae) (6,18%), *Halictus scabiosae* (Halictidae) (6,07%) et *Halictus fulvipes* (Halictidae) (4,54%). Ces six espèces représentent à elles seules presque la moitié (46,31%) du peuplement d'abeilles. Parmi les Apidae *Bombus terrestris* est largement représenté avec 2,27% comparé à *Bombus ruderatus* qui ne couvre

que 0,68%. *Hylaeus (Dentigera)* sp est la plus représentée (2,85%) parmi les Colletidae. Les espèces les plus faiblement représentées sont celles avec un effectif égal à 1.

Pour ce qui concerne le nombre de données ou occurrence (Occ.), les pourcentages calculés montrent que 7,23% des données concernent *Panurgus pici*. Ce pourcentage est plus élevé que celui de *Ceratina cucurbitina* (5,29%) bien que l'effectif de celle-ci (223) soit supérieur à celui de la première espèce (182). De même, *Halictus fulvipes* présente un pourcentage d'occurrence supérieur (4,58%) à celui de *Eucera notata* (3,70%) malgré son effectif (86) largement inférieur à celui de cette dernière espèce (117). *Lasioglossum malachurum* représente 3,70%, *Eucera numida* et *Halictus scabiosae* représentent 2,47% chacun de l'ensemble des données. Ces résultats indiquent qu'on a plus de chance de rencontrer ces espèces que les autres dont le pourcentage de données ou de relevés est parfois négligeable.

Il est donc démontré que certaines espèces sont très abondantes, d'autres le sont moyennement et d'autres encore sont plus rares. Les espèces les plus fréquentes dans le cas de la présente étude sont *Ceratina cucurbitina*, *Eucera notata*, *Lithurgus chrysurus* et *Panurgus pici*. Par contre dans la région de Constantine, les espèces dominantes sont *Eucera notata* et *Osmia signata*. Dans la région de Mitidja, les abeilles sauvages les plus abondantes sont surtout *Halictus scabiosae* et *Andrena flavipes*. *Eucera notata* est bien représentée dans les trois régions, ceci est probablement dû au fait que cette espèce a un fort taux de visites florales, en effet, elle visite différentes espèces botaniques au niveau des trois régions, elle est de ce fait cosmopolite. En revanche, nous constatons que l'espèce la plus abondante dans la région de Tizi-Ouzou, en l'occurrence *Ceratina cucurbitina* (11,68%), s'avère relativement rare dans la région de Constantine (Louadi 1999) où elle ne représente qu'une faible fréquence (0,1 %) parmi les Apidae. Il est de même pour la région de la Mitidja où cette espèce est encore plus rare, en effet, un seul individu y a été capturé (Tazerouti, 2002). Notons que *Rubus ulmifolius*, plante dans laquelle les cératines nichent très fréquemment, ne figure pas sur les listes des plantes établies par ces deux auteurs dans leurs stations d'étude. Cette espèce végétale est par contre bien présente et bien butinée par *C. cucurbitina* dans notre région d'étude. Il est de même pour *Panurgus pici* qui semble être totalement absent à Constantine, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que la plante la plus recherchée par cette abeille en l'occurrence *Andryala integrifolia* (Asteraceae) n'est également pas recensée dans cette région. A l'inverse, l'espèce *Osmia signata* très fréquente dans la région de Constantine

est carrément absente dans les deux autres régions (Tizi-Ouzou et la Mitidja). Louadi (1999) a observé près de 80% de l'effectif total de cette espèce d'abeille sur *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae). Cette espèce botanique qui semble être la plante de prédilection de cette cératine est en revanche absente dans notre inventaire floristique ainsi que de celui de Tazerouti 2002). Par ailleurs, parmi les quatre espèces du genre *Xylocopa* connues pour l'Algérie, seule *Xylocopa amedaei* Lepelletier 1841 n'a pas été observée. Cette espèce n'est connue que de la région de Constantine et son nid n'a été observé que dans des bois de Cèdre (Lucas 1849; Louadi 1999a). L'absence de cette espèce dans la présente étude peut peut-être s'expliquer par l'absence du Cèdre à moins de trente kilomètres des stations d'études.

5.1.4.1.2. Abondances et occurrences des espèces

Ce sont les espèces très abondantes et très fréquentes. Leur présence est à la fois fréquente et dense. C'est le cas de *Ceratina cucurbitina*, *Panurgus pici*, *Lithurgus chrysurus*, *Eucera notata*, *Halictus scabiosae*, *Halictus fulvipes* et *Megachile apicalis* sont les espèces dominantes de la communauté. Les espèces citées sont à large répartition, elles sont particulièrement abondantes dans les stations de Beni-Douala pour les deux premières espèces, celle de Boukhalfa pour la troisième et la quatrième et celle de Makouda pour les deux dernières, quant à *Halictus scabiosae*, elle est plus abondante au niveau de la station de Fréha.

Dans une deuxième catégorie, celle des **espèces assez abondantes mais peu fréquentes**, on peut citer *Hylaeus (Patagita) sp.*, *Hylaeus (Dentigera) sp.* et *Hylaeus meridionalis*. En effet, le nombre de fois où ces Colletidae sont rencontrées ne dépasse guère 9 fois malgré leurs effectifs élevés (entre 44 et 54 individus). D'autres espèces peuvent aussi rentrer dans cette catégorie, C'est le cas de *Lasioglossum pauxillum*, *Nomioides facilis*, *Eucera nigrifacies*, *Eucera eucnemidea*. Ces différentes espèces présentent une répartition plus ou moins étendue.

Quant aux **espèces assez fréquentes mais peu abondantes** sont par exemple *Lasioglossum malachurum*, *Eucera numida*, *Bombus ruderatus*, *Halictus gemmeus*. Ces espèces sont d'ailleurs rencontrées dans plusieurs stations. Deux autres espèces de la communauté se révèlent fréquentes, mais leur représentativité par rapport aux précédentes est relativement moindre, il s'agit de *Xylocopa violacea*, *Halictus simplex*.

Enfin, les **espèces rares** dont certaines sont très localisées, se cantonnent dans une seule station. Nous estimons que ces espèces sont surtout celles dont l'effectif est compris entre 2 et 5 individus. Ces espèces à faible abondance sont relativement nombreuses dans le cas de la présente étude. Elles représentent plus de 20% de l'ensemble de la faune recensée. Plus de la moitié des espèces de la famille des Andrenidae sont des espèces rares et très localisées. Nous pouvons citer entre autres *Andrena lagopus*, *Andrena nigroaenea*, *Andrena albopunctata* cantonnées dans la station de Fréha.

D'autres taxa ont été récoltés sporadiquement avec des effectifs très faibles de l'ordre d'un seul individu (plus de 18% du nombre total d'espèces). Vu leur effectif, ces espèces ont forcément une répartition limitée à une station.

5.1.4.1.3. Richesse spécifique stationnelle

La comparaison de la biodiversité entre les stations d'étude permet de constater une richesse taxonomique différente d'un site à l'autre. La richesse spécifique est comprise entre 42 et 60 espèces.

- le peuplement le plus diversifié s'observe dans la station de Fréha et celle de Makouda avec respectivement 60 et 57 espèces. Il est à rappeler qu'il existe une relation étroite entre le nombre d'espèces d'abeilles dans une région donnée et le nombre d'espèces d'Angiospermes (Michener, 1979). Les deux stations citées constituent en effet les zones les plus hétérogènes du point de vue flore. Ces stations qui sont de grandes étendues où poussent une grande multitude de plantes spontanées sont bien exposées à la lumière. En outre, elles sont caractérisées par une température moyenne douce de l'ordre de 19,7°C (Fréha) et un sol en partie sablonneux ou calcaire semblent constituer les habitats privilégiés des apoïdes.

- La station hébergeant une faune moins diversifiée est Beni-Douala (42 espèces). Cet appauvrissement a vraisemblablement plusieurs causes : la flore est moins diversifiée, le sol de nature Limono-argileux. La dureté relative de ce type de sol peut expliquer l'absence d'un certain nombre d'espèces fouisseuses qui préfèrent nidifier dans un sol sablonneux, calcaire ou schisteux. De plus, les espèces d'apoïdes susceptibles de supporter les conditions thermiques d'altitude de ce site sont peu nombreuses. En effet, les sites d'altitude ne constituent pas des lieux préférentiels pour les apoïdes. Ceci semble lié à la constance relative des paramètres écologiques : basse température (la température moyenne annuelle ne dépasse pas 13,9°C, enneigement,

disponibilité trophique réduite. Par exemple quelques espèces végétales de prédilection telle que *Oxalis pes-caprae*, *Echium australe*, *Borago officinalis* manquent ou sont peu fréquentes à Beni-Douala. Tous ces caractères contraignants du milieu limitent le développement d'un grand nombre d'espèces.

Il ressort également de ce travail que les stations la plus riches en nouveauté c'est à dire les plus originales sont celle de Fréha et celle de Boukhalfa où l'on a rencontré respectivement 10 et 8 taxons nouveaux pour l'Algérie et parmi lesquels certains sont communs aux deux localités. La probabilité de rencontrer un apoïde nouveau dépendrait des particularités des stations prospectées (associations végétales, altitude, nature du sol...). En effet, ces espèces sont probablement inféodées à ces biocénoses.

5.1.4.2. Analyse qualitative

5.2.4.2.1. Diversité spécifique des abeilles sauvages

L'analyse de la diversité fait ressortir l'existence d'un peuplement d'apoïdes très diversifié dans la région de Tizi-Ouzou. Cette faune est largement représentée par 103 taxons. L'indice de Shannon-Weaver (H') basé sur le nombre de spécimens (N_{ind}) est de 5,28 bits. Cet indice indique que le peuplement d'abeilles sauvages est diversifié et que la richesse spécifique est importante. En effet, l'indice de Shannon-Weaver se rapproche beaucoup de la diversité maximale (H'_{max} ou $\log_2 N$) où N représente le nombre d'espèces, soit 103, donc $0 < H' < 6,68$ bits. D'autre part, l'équitabilité ou l'équirépartition, définie par le rapport entre la diversité H' et la diversité maximale ($E = H'/H'_{max}$) vaut 0,79. On en déduit que les populations en présence sont en équilibre entre elles. Les résultats obtenus par Louadi (1999a) indiquent que cet indice qui est de 3,31 bits se rapproche moins de la diversité maximale égale 5,80 bits. D'autre part, l'équitabilité proche de 0,60 demeure inférieure à celle trouvée dans la présente étude (0,79). Ceci confirme que la faune de la région de Tizi-Ouzou est plus diversifiée que celle de Constantine et que son peuplement d'apoïde est plus équilibré.

Concernant les indices basés sur les données (occurrences), l'indice de Shannon-Weaver est de 6,02 bits. Cet indice est très proche de la diversité maximale (diversité maximale : $H'_{max} = 6,68$), ce qui implique que la diversité spécifique du peuplement d'abeilles est très grande. Par ailleurs, le nombre de données a une équitabilité élevée (E) vaut 0,90. Cela signifie que le nombre de données, soit 567, est significatif.

5.1.4.2.2. Concentration et uniformité

L'indice de Simpson est de 4 dans notre cas %. La probabilité selon laquelle deux individus du peuplement appartiennent à une même espèce est donc très faible. Cette probabilité se traduit par une diversité très grande. De cet indice découle l'indice de diversité de Greenberg lequel est très élevé est proche de 1. En effet, il vaut 0,96 ($D = 1 - \text{concentration}$). On conclut donc que deux spécimens ne sont pas conspécifiques.

Concernant les indices basés sur les données (occurrences), l'indice de concentration est également très faible. Il est égal à 0,02, ceci signifie que dans deux données on a une probabilité de 2% de rencontrer la même espèce. Cette probabilité semble négligeable. Ce qui se traduit par une diversité très importante de l'ordre de 0,98 (≈ 1).

En conclusion, il ressort de cette analyse à travers divers indices que le peuplement d'abeilles dans la région de Tizi-Ouzou est très diversifié et que les populations en présence sont en équilibre entre elles. Par ailleurs, l'indice de diversité spécifique de Schannon-Weaver indique qu'au moins cinq espèces sont abondantes dans la région d'étude, ce qui contribue plus efficacement à leur grande probabilité de capture.

5.1.5. Phénologie des apoïdes

Dans le temps, l'étude de la phénologie des apoïdes révèle que c'est aux mois de mai, juin et juillet que le plus grand nombre d'espèces en activité est noté. Cette période semble donc réunir les paramètres climatiques favorables à leur développement ainsi que la disponibilité d'une couverture végétale importante pour leur activité de butinage. De ce fait, le mois de mai correspond à la période où le taux d'abeille précoces atteint son apogée, le mois de juin marque le début d'activité des espèces estivales. Nos observations montrent également que le nombre de spécimens augmente fortement en juillet, ce qui est essentiellement dû à une forte pullulation de *Ceratina cucurbitina* qui représente à elle seule près de 12% des observations. Ces grands effectifs s'expliquent d'un autre côté par l'apparition de trois nouvelles espèces qui semblent relativement tardives, *Anthophora quadricolor*, *Amegilla albigena talaris* et *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata*. Ces espèces ont été observées exclusivement sur *Anchusa azurea* (Boragineae), une plante très appréciée par ces Anthophores et dont les fleurs n'apparaissent qu'à partir du mois de mai et persistent jusqu'à fin juillet. En outre, l'apparition en masse d'*Eucera notata* en mai suite à la floraison de sa

plante de prédilection *Scolymus hispanicus* contribue à l'augmentation de ces effectifs. Toutes ces raisons font que nos résultats ne sont pas comparables à ceux obtenus par Louadi (1999a) ni à ceux de Tazeroutti (2002) qui ont noté respectivement qu'à Constantine et dans la Mitidja les pics d'abondance des apoïdes sont atteints en avril à Constantine et en mars dans la Mitidja. D'un autre côté, l'apparition de la plupart des espèces d'abeilles coïncide avec la floraison de leurs plantes préférées. Ce fait renforce sans aucun doute la différence dans la période de vol des abeilles dans les trois régions considérées sachant que leurs espèces botaniques de prédilection ne sont pas les mêmes partout. En fait, les plantes qui sont les plus recherchées à Constantine sont *Rosmarinus officinalis* et *Malva sylvestris* dont la floraison atteint son apogée justement en avril. Dans la Mitidja, ce sont plutôt *Galactites tomentosa*, *Anchusa azurea* et *Sinapis arvensis* qui sont les plantes préférées des apoïdes. Ces plantes fleurissent en mars et avril, période de pleine activité des abeilles dans cette région. Enfin, dans la région de Tizi-Ouzou, les espèces végétales les plus butinées sont par contre celles qui fleurissent entre mai et juillet telles que *Centaurea pullata*, *Scolymus hispanicus* et *Rubus ulmifolius*. En plus de ces relations abeilles-plantes, il faut préciser que nous avons compté 30 espèces de Megachilidae effectuant 374 visites florales contre seulement 61 visites dans la Mitidja et 16 espèces recensées à Constantine. Sachant que les Megachilidae ont des exigences en lumière et en température très élevées et que les femelles ne sont très actives que lorsque la température se maintient au dessus de 25°C (Pesson et Louveaux, 1984), ceci explique donc pourquoi ce groupe d'apoïdes très répandu dans la région de Tizi-Ouzou contribue fortement à l'augmentation des effectifs en juin et juillet. Toutes ces raisons expliquent alors le décalage observé dans la phénologie des abeilles dans les trois régions comparées. Ce décalage ne serait donc pas dû à la différence de leur climat. Si c'était le cas, on aurait observé le contraire, l'activité maximale des apoïdes serait atteinte plus tard à Constantine par rapport à Tizi-Ouzou du moment que les températures moyennes annuelles sont un peu plus élevées à Tizi-Ouzou qu'à Constantine: respectivement 17,6 et 15,5°C. Autrement dit, le climat printanier et les conditions clémentes favorables à l'activité des abeilles s'installent plutôt dans la première région. Il ressort également de nos résultats que malgré que le nombre de spécimens d'abeilles demeure important même en juillet, ce mois marque tout de même la fin de la période de vol de la plupart des espèces d'apoïdes parallèlement à l'achèvement de la floraison de nombreuses plantes printanières.

5.1.5.1. Phénologie des familles d'abeilles

D'après notre étude, les Apidae sont les premiers à atteindre une activité maximale, dès le mois d'avril, ils sont déjà très abondants. Par la suite, ce sont les Andrenidae qui sont bien représentées et enfin, les Megachilidae, Halictidae et Colletidae abondent en juin. Nos observations sont comparables à celles obtenues en Belgique où des études similaires sont faites par Jacob-Remacle (1989b) et en France par Rasmont (1995). En effet, cet ordre chronologique d'abondance des apoïdes est exactement le même, ces deux auteurs ont noté que les Halictidae et Colletidae pullulent effectivement en dernier, ils sont abondants en juillet et août, un à deux mois plus tard par rapport à Tizi-Ouzou. Ce décalage dans le temps relève probablement du climat et de la floraison. En effet, le climat estival en ces régions d'Europe correspond au climat printanier à Tizi-Ouzou. En revanche la phénologie des Halictidae n'est pas similaire à celle observée à Constantine par Louadi (1999a) et dans la Mitidja par Tazeroutti (2002) qui ont relevé que cette famille est au contraire représentée beaucoup plus tôt que les autres familles.

5.1.5.2. Phénologie des espèces d'abeilles recensées

Pour ce qui concerne les espèces, beaucoup d'entre elles ont une période de vol ne dépassant pas une semaine. Ceci est probablement dû à la faible disponibilité des plantes recherchées. Parmi ces espèces, celles ayant un effectif relativement important et se limitant malgré tout à une très courte période de vol sont pour chacune des familles observées : *Hylaeus meridionalis* (Colletidae), *Nomioides facilis* (Halictidae), *Andrena lagopus* (Andrenidae), *Anthophora plumipes plumipes* (Apidae) et *Megachile lagopoda* (Megachilidae). Au contraire, d'autres espèces ont une période de vol très étalée. *Osmia caerulescens cyanea* (Megachilidae), *Lasioglossum malachuum*, *Halictus fulvipes* (Halictidae) volent pendant 5 mois. *Eucera numida* et *Ceratina cucurbitina* (Apidae) ont une période de vol qui dure plus de 4 mois. *Hylaeus (Patagiata) sp.* (Colletidae) vole pendant 3 mois et *Panurgus pici* (Andrenidae) a une période de vol un peu plus longue. Plusieurs espèces de mégachiles apparaissent comme des espèces estivales, on peut citer 9 espèces rencontrées aux mois de juin et juillet sans compter celles observées en mai. C'est le cas d'*Anthidium manicatum barbarum*, *Creightonella albisecta*, *Icteranidium ferrugineum discoidale*, *Lithurgus chrysurus*, *Pseudoanthidium lituratum*, *Megachile centuncularis*, *Megachile fertoni*, *Megachile pilidens*, *Megachile apicalis*. Quelques espèces d'Apidae en début d'été comme *Amegilla albigena talaris* et *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata*, il est de même

pour les Halictidae *Halictus smaragdulus*, *Nomioides facilis* et *Lasioglossum aegyptiellum*. Les périodes de vol des apoïdes sont à peu près synchronisées avec la floraison des plantes sur lesquelles elles se nourrissent. Ainsi, d'après Taséi (1984), l'apparition dans la nature est brève pour certaines espèces 4 à 5 semaines. Par contre en raison de son bivoltinisme, *Osmia caerulescens* vole 4 à 5 mois dans l'année, ce qui correspond exactement à nos résultats. Les autres facteurs d'activité sont les conditions climatiques. Certaines espèces ne sont actives qu'à partir d'un certain seuil de température et de luminosité (Taséi (1984).

Ne perdons pas de vue que l'activité des apoïdes dépend de certains facteurs biotiques et abiotiques et des facteurs interspécifiques ou intraspécifiques. Les changements qui interviennent dans l'écosystème entraînent alors le plus souvent des perturbations de cette activité. La phénologie des familles et des espèces d'apoïdes est probablement à mettre en parallèle avec la phénologie des plantes. L'action conjuguée ou simultanée des diverses variables écologiques, principalement les ressources florales et les variables climatiques sur les populations d'abeilles se traduit souvent par leur apparition précoce ou tardive sur les lieux de butinage.

5.1.6. Répartition des espèces d'abeilles inventoriées

Du point de vue biogéographique, la faune des apoïdes d'Algérie est fondamentalement d'origine paléarctique. Toutefois, la richesse spécifique est apparemment plus forte aux deux extrémités de la chaîne magrébine qu'en son centre. Cette richesse peut s'expliquer par la proximité du Maroc avec l'Espagne et par la proximité de la Tunisie avec la péninsule italienne et la Sicile. Ces positions de carrefour ont permis un enrichissement en espèces.

Nous remarquons que beaucoup d'espèces d'apoïdes signalées sont nettement méditerranéennes. Les autres espèces ont des aires de répartition plus vastes.

Les apoïdes sauvages recensés dans la région de Tizi-Ouzou sont pour la plupart ubiquistes.

5.2. Choix floraux

5.2.1. Composition de la flore naturelle

La collecte des espèces végétales butinées par les apoïdes dans la région d'étude permet de remarquer une grande diversité de plantes spontanées. Elles sont au nombre de 46 appartenant à 17 familles botaniques sans compter les plantes non visitées par les abeilles. Cette diversité s'explique par une importante pluviométrie annuelle de 757 mm et un climat doux 19°C. en moyenne dans la région de Tizi-Ouzou durant les années d'étude.

D'après la phénologie établie pour les familles et les espèces de plantes spontanées, la floraison d'un grand nombre d'espèces et de familles botaniques intervient en avril pour atteindre un maximum en mai.

5.2.2. Flore visitée par l'ensemble des apoïdes

Il ressort des résultats obtenus dans l'étude des choix floraux des apoïdes, que les préférences florales sont très variées et que chaque abeille a ses propres exigences. Parmi les familles botaniques visitées, trois concentrent plus de $\frac{3}{4}$ des visites. Ce sont les Asteraceae avec 63,7% des visites et 75 espèces d'abeilles visiteuse, les Boraginaceae avec 6,8% et 21 espèces visiteuses et les Rosaceae avec 6,6% des visites et 11 espèces butineuses. Nos résultats corroborent ceux de Jacob-Remacle (1989a, 1989b) qui constate que parmi 49 familles botaniques visitées par les apoïdes solitaires, celle des Asteraceae est la plus exploitée avec un taux de 34,1% en Belgique. Selon Tazerouti (2002) qui a travaillé dans la région de la Mitidja, ce sont aussi comme dans notre cas, les Astaraceae et les Boraginaceae qui occupent la première et la deuxième positions avec respectivement 44% et 15,3% des visites, 27 et 20 espèces d'abeilles visiteuses. En revanche, les résultats de Louadi (1999a) dans la région de Constantine font ressortir plutôt les Lamiaceae avec 73% des visites, les Astaraceae sont reléguées à la 2^{ème} position avec 13,5% des visites. Néanmoins, toujours d'après cet auteur, la famille des Asrteraceae occupe la 1^{ère} position sur la base du nombre d'abeilles visiteuses (38 espèces), les Lamiaceae ne dépassent pas 23 espèces visiteuses. Pour ce qui concerne les Lamiaceae, il est vrai qu'elles sont également bien visitées par les apoïdes particulièrement par les Halictidae et Apidae dans la région de Tizi-Ouzou, mais leurs visites sont de moindre importance comparées aux Fabaceae et Umbelliferae. A propos de cette dernière famille végétale, d'après Louadi (1999a), elle semble ne présenter aucun intérêt pour les abeilles. Nos observations nous permettent de noter que cette famille est au contraire

relativement bien visitée (4,2%), sauf que la majorité des abeilles qui l'ont butinée telles que *Ceratina parvula* (Anthophoridae) et les espèces du genre *Hylaeus* (Colletidae) sont des abeilles de très petite taille (moins de 3mm pour *C. parvula*) qui passent le plus souvent inaperçues. Ces espèces ne sont d'ailleurs pas énumérées à Constantine ni dans la Mitidja. Néanmoins, à la lumière de tous ces résultats, nous pouvons déduire que les Asteraceae sont sans aucun doute très appréciées par les apoïdes voire même les plus ciblées.

5.2.3. Flore visitée par les familles d'apoïdes

Dans la présente étude, les Asteraceae sont visitées par toutes les familles d'apoïdes. Les Andrenidae qui leur consacrent 87,6% de leurs visites, les Megachilidae 80%, les Halictidae 75,6%, les Apidae 46,8%. Quant aux Colletidae, leurs taux de visites est de moindre importance (14,6%). Des résultats similaires sont obtenus par Tazrouti (2002) qui a également noté que les Asteraceae sont les plus recherchées notamment par les Halictidae avec 72,7 % des visites et par les Megachilidae avec 68,9%. Il en est de même pour Louadi (1999a) qui a souligné que 86% des Andrenidae et 47,4% des Halictidae recherchent particulièrement les Asteraceae. Nous avons remarqué que les Boraginaceae sont par contre visitées principalement par les Apidae. En effet, sur l'ensemble des visites reçues par cette famille botanique, 91,6% sont effectuées par les Apidae. D'après Pesson et Louveaux (1984), ces deux familles d'apoïdes apprécient effectivement les Boraginacea, en particulier *Anchusa azurea*. Ceci confirme davantage nos résultats du moment que la totalité des visites reçues par cette plante, sont effectuées par les Apidae.

Il ressort de nos observations que la famille botanique prédominante pour les abeilles primitives à langue courte telles que les Halictidae et les Andrenidae est celle des Asteraceae. En effet, 47,6% d'Asteraceae sont visitées par ces deux familles d'abeilles. Les Colletidae qui sont également des abeilles à glosse courte concentrent leurs visites sur les Rosaceae, les Asteraceae mais encore plus sur les Umbelliferae dont près de 84% de visites revient aux Colletidae. Les plantes de ces familles recherchées par les abeilles primitives se caractérisent par les fleurs ouvertes au nectar et pollen très accessibles.

Les autres familles d'apoïdes sont à langue longue, c'est pourquoi elles visitent surtout les plantes à corolle profonde. Elles ne cherchent pas forcément les fleurs facilement accessibles du moment qu'elles sont tout à fait aptes à accéder au nectar des fleurs à corolle

profonde. La morphologie de leur appareil buccal très adapté explique pourquoi les Apidae et les Megachilidae ont montré le plus grand nombre de familles et d'espèces végétales visitées par rapport aux autres apoïdes (Tab.25). En effet, nos résultats montrent que près de 92% des visites reçues par les Boraginaceae sont effectuées par les Apidae. Il est de même pour les Fabaceae dont 71% de leurs visites sont apportées par cette même famille d'apoïdes. Les autres familles botaniques telles que les Liliaceae et Laminiaceae sont le plus fréquemment visitées par les Apidae avec respectivement 92,3% et 53% du nombre total des visites reçues.

5.2.4. Flore visitée par les espèces d'apoïdes

Parmi les plantes les plus visitées par les abeilles à glosse longue, nous pouvons citer entre autres, *Cerinth major* butiné par *Eucera numida* (43,2%) et *Bombus terrestris* (28%), *Centaurea palluta* a montré un taux de visites élevé de la part de trois Megachilidae : *Lithurgus chrysurus* (96,7%), *Lithurgus cornutus* (72,7%) et *Megachile apicalis* (70%). *Lotus corniculatus* attire 23,2% des *Bombus terrestris*. *Echium australe* est bien visité par *Ceratina cucurbitina* (13% des visites). Nos résultats corroborent ceux de Louadi (1999) sauf que dans la région de Constantine c'est plutôt *Rosmarinus officinalis* qui constituent une ressource non négligeable pour les abeilles à langue longue. Cet auteur et nous même avons noté que le peu de visites observées sur *Hedysarum coronarum* ne sont effectuées que par les Apidae, particulièrement par les Eucères. A l'inverse dans la majorité des cas, les abeilles à langue courte préfèrent les fleurs ouvertes dont les produits floraux sont plus accessibles. Ce fait est reflété par nos observations faites sur *Hylaeus (Dentigera) sp.* et *Hylaeus meridionalis* chez lesquelles plus de 90% d'individus sont rencontrés sur *Daucus carota*. C'est aussi le cas de *Panurgus pici* dont 53,6% sont trouvés sur *Andryala integrifolia*, 19,2% sur *Hieracium sp.* et 17,5% et sur *Urospermum dalechampii*. Tous les spécimens de *Lasioglossum pauxillum* et ceux de *Nomioides facilis* sont observés sur les petites fleurs de *Mentha rotundifolia* pour la première espèce et de *Sinapis arvensis* pour la deuxième. Il est ressorti de ces toutes ces observations qu'il y a effectivement une spécificité des abeilles par rapport aux plantes butinées.

A travers ces exemples et toutes ces observations nous déduisons que nos résultats concordent avec ceux des autres auteurs ayant travaillé en Algérie ou ailleurs sur le fait que les plantes à corolle simple sont plus recherchées par les abeilles à langue courte et celles à corolle profonde sont les préférées des abeilles à langue longue.

La colonisation des fleurs des plantes spontanées et leur exploitation par les abeilles dépendent de plusieurs autres facteurs. Si certaines plantes attirent plus d'espèces d'abeilles que d'autres, ceci pourrait être dû non seulement à la morphologie des fleurs (Jaco-Remacle, 1989b) mais aussi à la nature de leurs essences et à la composition du nectar ou sa concentration en sucre (Hagler et al., 1990). La composition des sucres est au moins aussi importante pour l'attractivité des abeilles, que la quantité sécrétée. Selon Wykes (1952a) cité par Tasei (1990), les solutions de saccharose sont toujours préférées à celles de glucose et surtout de fructose, quelle que soit la concentration. Les plantes spontanées qui sont peu visitées par les abeilles telles que les Fumariaceae *Fumaria capreolata* dont les pétales sont soudés et fermés au sommet rendent difficile l'accès au nectar et pollen. La morphologie florale influence donc l'activité et le mouvement directionnel des abeilles (Kipp et al. 1989 in Louadi, 1999a). Les Euphorbiaceae sont toxique pour les abeilles (Maurizio in Chauvin, 1968). En effet, Louadi (1999a) a pu observé un petit Halictidae mourir 2 minutes après le butinage sur *Euphorbia helioscopia*. Signalons également qu'il existe une compétition entre les abeilles concernant la sélection alimentaire vis-à-vis des plantes spontanées. Ce fait est prouvé par Horvitz et Schemske (1988).

Pour ce qui concerne les plantes les plus recherchées par les apoïdes, elles ne sont pas les mêmes dans les différentes régions étudiées. A Tizi-Ouzou, il y a lieu de citer quatre principales espèces dont trois font partie de la famille des Asteraceae et une des Rosaceae. La plante la plus visitée est *Centaurea palluta* avec 19,15% du total des visites de toutes espèces d'abeilles confondues et parmi 36 espèces végétales. Les trois autres espèces ayant aussi des taux de visites importants sont *Scolymus hispanicus* (16,5% des visites), *Andryala integrifolia* (11,1%) et *Rubus ulmifolius* (6,7%). Dans la région de Constantine, Louadi (1999a) a rapporté que *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) est de loin l'espèce la plus visitée, elle couvre à elle seule 73,1% des visites. Selon Tazerouti, ce sont plutôt *Anchusa azurea* (Boraginaceae) et *Galactites tomentosa* avec des taux de visites respectifs de 15,2% et 12,1% qui sont les plantes préférées des apoïdes. Les fleurs de *Centaurea palluta* sont les plus sollicitées par les Megachilidae dans la région de Tizi-Ouzou et celle de la Mitidja avec respectivement 66,6% et 57,4% des visites. Par contre à Constantine, cette plante n'étant pas énumérée, 43,9% des Megachilidae sont rencontrées sur *Rosmarinus officinalis*.

Toutefois *Sinapis arvensis* (Boraginaceae) semble être très appréciée par les abeilles du genre *Lasioglossum* (Halictidae) et ce dans les trois régions évoquées. Elle est davantage recherchée par *L. pauxillum* dans la région de Tizi-Ouzou (72% de ses visites). A Constantine, *L. malachurum* est le seul Halictidae attiré par cette espèce végétal. Dans la Mitidja, les quelques spécimens de *L. mediterraneum* rencontrés sont aussi trouvés sur cette plante. Les différences enregistrées entre les résultats émanant des études menées dans différentes régions relèvent certainement du fait que ce ne sont pas les mêmes espèces d'Apoïdes qui sont rencontrées, ni d'ailleurs, les mêmes espèces botaniques qui sont énumérées. Rappelons qu'en effet, il n'y a que 9,65% d'espèces communes aux trois régions d'études menées ces dernières années. Et même pour ces espèces communes, on peut déceler des différences dans leur comportement. En effet, parmi les espèces dont l'effectif est représentatif dans les trois régions, permettant alors une comparaison, nous pouvons évoquer par exemple *Halictus scabiosae* qui effectuent 84% de ses visites sur *Scolymus hispanicus* et 10,6 sur *Centaurea palluta* à Tizi-Ouzou. Par contre dans la Mitidja, cet Halicte concentre 35% de ses visites sur *Centaurea palluta*, sachant que *Scolymus hispanicus* est également disponible au niveau de cette région. Il est de même pour *Anthophora quadrifasciata* que nous avons rencontré exclusivement sur *Anchusa azurea*. La quasi-totalité des spécimens de cette espèce recensés dans la région de Constantine sont observés sur une autre plante, il s'agit de *Silybum marianum*. Cette différence de comportement pour une même espèce d'abeille vis-à-vis d'une même espèce botanique est déjà mentionnée par Louveaux (1980). En effet, certaines plantes sont plus mellifères en altitude qu'en plaine.

4.2.5. Spécialisation alimentaire

L'étude de la spécialisation alimentaire a montré que les espèces d'abeille ne visitent pas de manière homogène l'ensemble des plantes disponibles sur les stations d'études. En se penchant sur cet aspect, nous avons pu mettre en évidence les caractères oligotrope et polytrope de certaines espèces. Ainsi, nos résultats étayés par les indices de diversité florale ont montré que chaque espèce a son propre préférendum.

Suite à ces résultats, nous notons que la moitié des abeilles observées (14 espèces sur 28) s'avèrent nettement oligotropes. Parmi celles-ci cinq espèces sont rencontrées sur une seule plante. Les espèces d'abeilles ayant un indice de concentration supérieur à l'indice moyen couvrent 71,4%, par contre celles pour lesquelles cet indice est inférieur à la moyenne

ne représentent que 28,5%. Ce qui confirme donc que les Apoïdes en général ont des choix floraux très ciblés et que la majorité des espèces sont oligolectiques.

Les espèces les moins éclectiques dans leur choix des plantes à butiner sont entre autres *Lasioglossum clavipes*, *Bombus terrestris*, *Osmia caerulescens cyanea*, *Ceratina cucurbitina*, *Eucera numida*, *Eucera notata* et *Xylocopa violacea*. Les espèces qui visitent le plus grand nombre de plantes sont *Eucera notata* (12 plantes) et *Ceratina cucurbitina* (11 plantes). Ce sont des espèces polylectiques, caractère déjà noté Alfken (1914) qui les observe sur près d'une dizaine d'espèces botaniques. D'après Louadi (1999a), *Eucera notata* est également l'espèce qui fréquente le plus grand nombre d'espèces végétales (15 plantes). Parmi d'autres espèces qui apparaissent polytropiques, nos résultats concernant par exemple *Bombus terrestris* concordent avec ceux de Louadi(1999a), Plateaux-Quenu (1972), Jacob-Remacle (1989b). En effet, ce bourdon est reconnu par tous ces auteurs comme une espèce polytropique. Dans le cadre de notre étude, cette espèce est nettement polytropique visitant une gamme de plantes. Son indice de visites des espèces Isp est très bas (0,154) d'où la diversité de plantes butinées est élevée ($D = 1 - 0,154 = 0,84$), d'autant plus que sa fréquence relative ne dépasse pas 2,27% et son effectif se limite à 43 spécimens qui sont pourtant répartis sur 5 familles et 9 espèces végétales. Parmi d'autres espèces communes à la région de Tizi-Ouzou et celle de Constantine, *Lasioglossum clavipes* s'est avéré également polytropique dans les deux régions avec des indices des familles Isf respectifs de 0,294 et 0,460. Par contre *Xylocopa* apparaît polytropique à Tizi-Ouzou mais pas à Constantine.

Pour ce qui est des espèces oligotropiques, il découle de nos observations que ce sont surtout les Colletidae *Hylaeus meridionalis* et *Hylaeus (Dentigera) sp.*, les Halictidae *Halictus simplex* et *Nomioides facilis* ainsi qu'une espèce de Megachilidae *Lithurgus chrysurus*. Toutes ces espèces ont l'indice le plus élevé égal à 1. Les deux espèces de Colletidae ont concentré un grand nombre de leurs visites sur les Umbelliferae, les autres espèces sur les Asteraceae hormis *Nomioides facilis* dont la totalité des visites sont observées exclusivement sur une seule plante de la famille des Lamiaceae en l'occurrence *Mentha rotundifolia*. Ceci dénote clairement le caractère oligotropique de cette abeille voire peut être monolectique ayant la niche trophique la plus étroite. A Constantine, c'est plutôt *Andrena flavipes* qui est oligotropique avec Isf = 0,846, à Tizi-Ouzou cette espèce montre un indice moyen de 0,637 alors que dans la région de la Mitidja, l'indice Isf de cette espèce ne dépasse pas 0,38. Ce qui

semble indiquer que ce caractère d'oligotropisme n'est pas mis en évidence aussi clairement dans la présente étude et encore moins dans l'étude menée dans la Mitidja.

D'après nos résultats, la grande majorité des espèces (5 espèces sur 7) considérées comme polytropiques appartiennent aux familles des Apidae et Megachilidae. La morphologie de leur appareil buccal très adapté explique pourquoi les Anthophoridae et les Megachilidae ont montré le plus grand nombre de familles et d'espèces végétales visitées par rapport aux autres Apoïdes. Etant donné que ces abeilles ont un appareil buccal long, elles n'ont aucune difficulté à butiner divers types de plantes y compris celles à fleurs très profondes ou tubulaires. Nous avons observé par exemple les fleurs de *Cerithe major* butinées régulièrement par *Eucera numida* et celles d'*Echium australe* très visitées par *Ceratina cucurbitina*. Cette abeille s'enfonce entièrement dans la profondeur de la fleur vu sa petite taille par rapport à cette fleur. D'un autre côté la quasi-totalité des Boraginaceae par exemple sont butinées par les Apidae comme nous l'avons déjà signalé.

Au contraire, les abeilles qui apparaissent oligotropiques sont pour la plupart des espèces de Colletidae ou d'Halictidae. Nos observations montrent donc que ces abeilles sont en effet limitées dans leur choix et sont contraintes à ne butiner que les fleurs à corolle simple telles que les Asteraceae. En effet, Tasei (1984) et Steffan-Dewenter et Tscharntk (2000) rapportent que les bourdons sont polylectiques. Quant aux abeilles solitaires, elles sont oligolectiques (Batra, 1977a). Par ailleurs, les abeilles à langue courte sont affectées par la présence de l'abeille domestique *Apis mellifera* qu'elles ne peuvent pas concurrencer (Westrich, 1989 cité par Steffan-Dewenter et Tscharntke, 2000).

Par ailleurs, nos observations ont mis en évidence certaines particularités écologiques des apoïdes. En fait, les mœurs oligotropes de certaines formes expliquent leur présence uniquement au niveau des stations où pousse leur espèce végétale de prédilection. C'est le cas de trois taxons d'Apidae, il s'agit d'*Anthophora quadricolor*, d'*Amegilla albigena talaris* et d'*Amegilla quadrifasciata quadrifasciata*. Ces Anthophores trouvent dans *Anchusa azurea* (Boragineae) croissant dans la station de Beni-Douala la raison de leur abondance en cette localité, contrastant avec leur absence totale dans les autres sites. L'attraction de ces abeilles par les plantes de la famille des Boragineae est déjà remarquée par Saunders (1908) et Alfken (1914). Le caractère oligotrope paraît donc évident pour ces abeilles dont le degré de la spécialisation alimentaire n'a pas été évalué vu leurs faibles fréquences relatives. Nous

pourrions peut être même parler de monolectisme, du moins pour ce qui concerne deux espèces à savoir *Nomioides facilis* (Halictidae) et *Amegilla quadrifasciata quadrifasciata* (Apidae) du moment que l'effectif de ces espèce n'est pas très restreint (25 et 15 spécimens) et que chacune d'elles a été observée exclusivement sur une seule plante.

A l'issue de la présente étude, nous constatons la colonisation des fleurs des plantes spontanées et leur exploitation par les abeilles dépend beaucoup de la morphologie florale ainsi que du type de l'appareil buccal des abeilles butineuses. Les abeilles à langue courte comme les Andrenidae, les Halictidae et Colletidae ont surtout butiné les Asteraceae, les Umbelliferae et les Rosaceae. Elles ciblent les fleurs dont l'accès aux produits floraux est facile. Par contre, les abeilles à longue telles que les Apidae ont principalement visité Boraginaceae et les Fabaceae. Ces choix floraux pourraient dépendre également de la nature des essences des fleurs, de la composition du nectar ou sa concentration en sucre. Sans oublier que certaines plantes sont plus mellifères en altitude qu'en plaine, ce qui explique la différence de comportement pour une même espèce d'abeille vis-à-vis d'une même espèce botanique.

5.3. Etude de l'activité de butinage des abeilles en milieu cultivé

5.3.1. Floraison de la fève et phénologie des apoïdes pollinisateurs

En général, les abeilles butinent la fève tout au long de la floraison. Mais leurs visites sont plus nombreuses pendant la période de forte floraison. L'activité des espèces d'abeilles étudiées dépendent assez de la floraison de la fève du moment que leurs effectifs au début et à la fin de la floraison ne sont pas aussi importants que ceux enregistrés en pleine floraison (entre le 19 et le 26 mars). En effet, à partir du 26 mars, le nombre de pollinisateurs diminue avec le déclin de la floraison. Nos résultats corroborent ceux de Louadi (1999a) qui a noté que le nombre d'abeilles pollinisatrices diminue avec le déclin de la floraison des différentes espèces végétales. Dans l'ensemble, la densité des abeilles butineuses et la phénologie de la fève se sont déroulées de façon synchrone. Leur activité ne devient intense que pendant la période de pleine floraison durant laquelle les ressources sont concentrées et denses. Des observations faites par Koptur et Lawton (1988) sur une espèce voisine *Vicia sativa* montrent que la fin de la floraison provoque un arrêt de la production de nectar par les nectaires extra-

floraux. Il nous paraît vraisemblable que le phénomène se retrouve chez *Vicia faba*. De ce fait, la fin de la floraison provoquant une réduction des ressources trophiques (fleurs, pollen et nectar) dans notre culture, entraîne la diminution de la densité des populations d'abeilles. En effet, le nombre de butineuses dans la culture se réduit au fur et à mesure que l'on se rapproche de la récolte. Ceci démontre qu'il existe une relation alimentaire étroite entre cette plante et les Apoïdes recensés. Nous avons conclu à une importante influence du nombre de fleurs sur la densité d'abeilles butineuses, le nombre de visites florales passe de 238 à 164 abeilles quand le nombre de fleurs décroît. L'âge la fleur est aussi un élément à considérer, puisque Jablonski (1978) cité par Tasei (1990) a montré qu'une fleur de pommier donnant 0,6 mg de sucres à son premier jour d'ouverture ne sécrétait plus rien le 6^{ème} jour. Dans le cadre de notre étude, cette relation entre la densité florale et la densité d'abeilles apparaît plus évidente pour le cas des individus mâles d'*Eucera pulveracea*. L'analyse de cette relation par l'utilisation du coefficient de corrélation linéaire montre que leur densité est positivement corrélée d'une façon significative avec celle des fleurs. La densité de fleurs traduit donc un effet positif en favorisant l'apparition de butineuses au niveau de la culture notamment chez *E. pulveracea* mâle.

5.3.2. Diversité et densité des pollinisateurs

L'étude menée sur *Vicia faba* L. au cours de la floraison 2003 révèle que cette légumineuse attire une entomofaune pollinisatrice composée presque exclusivement par des Hyménoptères apoïdes. Les principales espèces d'abeilles rencontrées sur les fleurs de fève sont : l'abeille domestique *Apis mellifera*, les abeilles sauvages *Eucera pulveracea*, *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea*. D'autres espèces sont également observées, il s'agit d'*Eucera numida*, *Bombus terrestris*, *Xylocopa valga*, *Lasioglossum villosulum*, *Lasioglossum clavipes*. Nos observations sont comparables à celles de divers auteurs (Philippe, 1991 ; Pierre et al., 1997 ; Duc, 1997) qui ont noté que cette légumineuse est en général visitée par 80% d'abeilles domestiques, 50 % d'abeilles solitaires et 15% de bourdons. Nos résultats sont également proches de ceux de Pierre et al. (1999) qui ont noté que l'entomofaune pollinisatrice de la féverole en Espagne et en France est très majoritairement composée d'Hyménoptères Apidae. En Espagne les Anthophoridae sont très fortement représentés principalement sous la forme d'une espèce *Eucera numida*. Comme dans notre région, les Xylocopes *Xylocopa violacea* et *Xylocopa valga* n'apparaissent que très épisodiquement. Dans la présente étude, l'espèce la plus abondante sur les fleurs de fève est

Eucera pulveracea qui compte à elle seule 49,9 % des visites observées. Les fleurs de *Vicia faba* semblent être bien appréciées par les abeilles solitaires du genre *Eucera* qui montre une bonne attirance vis-à-vis de ces fleurs. Benachour et al. (2007) à Constantine et Pierre et al. (1997) dans le sud de l'Espagne ont noté des fréquences relatives des visites d'*Eucera numida* sur les fleurs de fève qui sont respectivement de l'ordre de 70 % et 89,4 %. L'abeille domestique vient en deuxième position en terme d'abondance dans la région de Tizi-Ouzou et la région de Constantine. De même que *Xylocopa violacea* et *Bombus terrestris* sont très peu représentés.

Par ailleurs, il est à noter que mises à part les deux espèces d'Halictidae, toutes les abeilles recensées sont des abeilles à langue longue. En effet, les Apidae tels que les bourdons et l'abeille domestique et les Eucères sont dotés d'un appareil buccal considérablement développé leur conférant une aptitude accrue pour la récolte du nectar (Pesson et Louveaux, 1984). Cette récolte est d'autant plus difficile que la base de la fleur est profonde comme c'est le cas justement des fleurs de fève.

5.3.3. Activité de butinage des abeilles solitaires et de l'abeille domestique

L'étude de l'activité de butinage durant la période de floraison de la fève montre une fluctuation des populations durant cette période. Ces variations temporelles sont dues à l'action des facteurs climatiques d'une part et à l'offre rythmique de nectar et / ou de pollen d'autre part.

5.3.3.1. Activité quotidienne et activité saisonnière

Nos résultats montrent que l'activité des abeilles change d'heure en heure. Elles semblent concentrer leurs visites florales entre 12 et 15h, période qui correspond à l'ouverture optimale d'un grand nombre de fleurs de fève susceptibles d'être butinées, ce qui s'explique par le fait que les quantités de pollen et/ou de nectar sécrétés par les fleurs de la fève varient au fil de la journée (Pierre et al. 1996). Les trois quarts des boutons floraux s'ouvrent entre 12 et 14h et les anthères libèrent du pollen entre 12 et 15h en quantité abondante. Celle-ci varie entre 16,6 et 24,4% (Percival, 1955). D'autre part, Pierre et al. (1999) notent que les après midi correspondent à l'ouverture optimale de la fleur des fèves. Les présents résultats enregistrent un nombre maximal de butineuses à 15h. L'activité des abeilles diminue à partir

de 16h avec la baisse de l'intensité lumineuse et des radiations solaires. Les résultats obtenus dans le cadre du présent travail diffèrent de ceux de Louadi (1999a). En effet, cet auteur a signalé qu'aux mois d'avril et mai, la plupart des espèces semblent concentrer leurs visites sur les fleurs des plantes spontanées durant la matinée de 8h jusqu' à 12h. Cette différence pourrait s'expliquer d'une part, par le fait que les températures d'avril et de mai sont plus élevées comparées à celles du mois de mars. De ce fait, les abeilles préfèrent intensifier leur activité sous la douceur matinale et échapper ainsi à la chaleur des après-midi. D'une autre part, selon Wright (1988 in Louadi, 1999a), les fleurs des plantes spontanées produisent une quantité importante de nectar et de pollen surtout le matin, cette quantité décroît au cours de la journée déterminant l'activité des abeilles. En revanche, c'est en début d'après midi que les fleurs de fève libèrent du pollen en quantité (Percival, 1955). Cette période de la journée correspond à l'ouverture optimale de la fleur de cette plante (Pierre et al., 1999).

D'une manière générale, les abeilles restent actives toute la journée. Nous remarquons que l'activité maximale est enregistrée les après-midi pour baisser progressivement à la fin de la journée vers 16h. A travers nos résultats, nous constatons donc que la majorité des espèces étudiées sont plus actives les après-midi lorsque la température varie entre 17 et 18°C. Ceci indique qu'il y a effectivement une influence des facteurs climatiques sur les populations d'abeilles. En effet, en mars, les températures sont encore douces avoisinant les 14°C. et permettent l'omniprésence des butineuses sur le terrain. D'une autre part, ces températures semblent être encore plus propices les après-midi, avec une moyenne de 17,6°C entre 12 et 15h. D'après Tasei (1990), la sécrétion notable du nectar favorisée par la température, la densité d'abeilles observée à 14h serait donc liée à ce facteur climatique déterminant.

Cette fluctuation est d'autant plus marquée si nous considérons chacune des espèces à part. L'activité de *Apis mellifera* est très intense et se maintient durant toute la phase de floraison. Pour cette espèce ainsi que pour *Eucera pulveracea*, on assiste à une légère fluctuation des populations. L'intense activité de ces deux espèces durant toute la période de floraison de *Vicia faba* se traduit par leur omniprésence sur les lieux de butinage.

La fluctuation des populations d'abeilles comme nous l'avons déjà signalé, dépend manifestement de l'évolution du nombre de fleurs épanouies, autrement dit, de la floraison de la plante hôte. Les ressources alimentaires sont d'autant plus disponibles que le nombre de fleurs est important. Nos résultats corroborent ceux de Louadi (1999a) qui a noté

qu'effectivement le nombre d'abeilles diminue avec le déclin de la floraison de différentes espèces végétales. D'autre part, la densité des butineuses peut également dépendre de l'action des facteurs climatiques. En effet, à travers nos résultats, nous constatons que la majorité des espèces étudiées sont plus actives les après-midi lorsque la température varie entre 17 et 18°C.

5.3.4. Tendance alimentaire des abeilles

A l'issue de nos observations sur la tendance alimentaire des Apoïdes expliquée par l'analyse de la variance, nous avons noté que les abeilles manifestent toutes une tendance à s'alimenter qui diffère d'une façon significative selon les heures de la journée ou durant la saison. La seule espèce qui a une tendance alimentaire quotidienne et saisonnière est *Eucera pulveracea*. Le nombre d'individus mâles et femelles de cette espèce change significativement au cours de la journée et durant la saison. La tendance alimentaire quotidienne est très significative pour l'abeille domestique *Apis mellifera*, le nombre de visites florales de ces espèces ne varie par contre pas beaucoup au cours de la journée. L'abeille domestique est la seule espèce ayant la tendance alimentaire saisonnière non significative. Les deux espèces *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea* montrent seulement une tendance alimentaire saisonnière hautement significative.

Cette étude démontre donc que la tendance alimentaire quotidienne et saisonnière varie d'une espèce à l'autre. Ceci peut être interprété de plusieurs manières. Si nous prenons le cas de l'abeille domestique, elle est omniprésente durant toute la période de floraison de la fève. Cette abeille sociale qui doit nourrir les larves de sa colonie s'alimente de façon régulière et très intense comparée aux autres espèces d'abeilles solitaires qui ont surtout besoin du nectar pour leur propre alimentation. En effet, nous avons observé que cette abeille s'attelle de façon ardue et persévérante au butinage. Elle continue à butiner les fleurs de fève même vers la fin de la floraison où ces fleurs offrent une quantité insignifiante de nectar. Elle le fait probablement afin d'amasser une grande quantité de pollen pour approvisionner sa colonie, ce qui n'est sans doute pas le cas des abeilles solitaires qui ont surtout besoin du nectar pour leur propre alimentation. Néanmoins, sa tendance alimentaire quotidienne s'avère significative. Cette abeille manifeste une activité moins régulière au cours de la journée qu'au cours de la saison. Ce qui pourrait s'expliquer par l'impact des facteurs climatiques auxquels cette espèce semble être sensible et préférant butiner les après-midi sous une température et une humidité

de l'air plus adéquates. Ces facteurs climatiques semblent exercer la même influence sur l'abeille solitaire *Eucera pulveracea* qui, comme l'abeille domestique est plus active les après-midi. Au contraire, d'autres espèces comme *Anthophora dispar* et *Xylocopa violacea* s'alimentent d'une façon régulière au cours de la journée mais pas durant toute la période de floraison de la fève. Leurs effectifs sont significativement différents durant la saison. Nous pouvons supposer aussi que les abeilles à faible tendance alimentaire prennent tout le temps nécessaire en raison de leur longévité assez grande comme il a été noté par Louadi (1999a) pour *Anthophora plumipes* et *Lasioglossum clavipes* ayant une période de vol longue (4 mois). Quant aux espèces à forte tendance alimentaire, elles s'activent afin d'amasser la quantité d'aliments nécessaires à leur progéniture en raison de leur période de vol courte.

Nous pouvons donc en conclure qu'il y a plusieurs raisons majeures à la tendance alimentaire chez les abeilles. Au fait, la tendance alimentaire dépend de l'abeille elle-même et de son mode de vie, sans oublier que bon nombre d'espèces possèdent un rythme interne et des horaires de butinage non liés à l'état des fleurs (Tasei, 1984). Cette tendance alimentaire n'est pas sans rapport avec le climat et la flore, un aspect qui représente un grand intérêt pour notre étude et que nous avons examiné en détail. Nous avons en effet pu montrer que les variations notées dans la tendance alimentaire des espèces d'abeilles que nous avons observées s'expliquent surtout par la disponibilité des ressources alimentaires et par les conditions climatiques. Nos résultats obtenus par les analyses de la variance, la matrice du coefficient de corrélation et les droites de régression ne font que conforter les observations des auteurs comme Abrol (1988), Willis et al (1995) et Louadi (1999a). D'autres facteurs biotiques et abiotiques qui ne sont pas analysés dans ce travail, telles que la pluviosité, l'insolation agissent aussi sur les populations d'abeilles mais à un degré moindre (Louadi, 1999a). La concentration du nectar en sucre dans les fleurs, l'intensité de la lumière (luminosité) sont autant de facteurs susceptibles d'affecter l'abondance et l'activité des populations (Abrol, 1988).

5.3.5. Comportement de butinage et efficacité pollinisatrice

Le comportement de butinage des principales espèces montre que la fève est pollinisée par les Apoïdes dans 91 % des cas, autrement dit, la quasi-totalité de leurs visites pour cette plante sont positives. Nos résultats sont similaires à ceux de Pierre et al., (1999) qui ont comptabilisé en Espagne 99,6 % des insectes pratiquant un butinage positif à l'exception de quelques abeilles domestiques qui vraisemblablement exploitent les trous pratiqués par de rares *Xylocopes*. En revanche, en France le taux de butinage positif enregistré par ces mêmes auteurs est plus faible, il est d'environ 40%. Nous avons constaté que les visites de l'abeille domestique peuvent être fécondantes dans 94% des cas. Cette espèce semble être moins efficace à Constantine où la proportion du butinage positif est en moyenne de 59% (Benachour et al., 2007). Les visites d'*Eucera pulveracea* s'avèrent positives dans les 100% des cas à Tizi-Ouzou, elle apparaît donc plus efficace que l'abeille domestique. Les mêmes constatations ont été faites par Benachour et al. (2007) à Constantine pour *Eucera numida* qui effectue toujours un butinage positif. Nos résultats corroborent aussi ceux de (Payette, 2004). D'après cet auteur, des travaux effectués sur différentes cultures mettent en évidence la supériorité pollinisatrice de certaines espèces d'abeilles sauvages (*Bombus* spp., *Megachile* spp., et *Osmia* spp.) comparativement à l'abeille domestique. A l'inverse, nous avons remarqué que *Xylocopa violacea* effectue toujours un butinage négatif sur les fleurs de fève en profitant des trous percés à la base de la corolle par *Bombus terrestris* (Newton et Hill, 1983).

Pour ce qui est de la vitesse de butinage, il semble que les Eucères ont les plus grandes vitesses de butinage par rapport aux autres abeilles solitaires. Nos résultats corroborent ceux de Louadi (1999a) qui a observé que le nombre de fleurs visitées par les Eucères est assez élevé, elle est variable selon les espèces de 12 à 17 fleurs par minute. Benachour et al. (2007) ont estimé la vitesse d'*Eucera numida* à une valeur moyenne de 10,4 fleurs par minute. Cette valeur très proche de celle que nous avons enregistrée pour *Eucera pulveracea* qui butine avec un cadence de 10,3 fleurs par minute. Les visites *Xylocopa violacea* sont trois fois plus lentes que celles des espèces précédentes. Nous supposons que la vitesse de butinage peut dépendre du type de produit floral recherché. C'est pourquoi, lorsque les abeilles ne visitent les fleurs que pour le nectar et que celui-ci s'épuise ou se trouve en faible concentration, elles passent rapidement à une autre fleur. Leur vitesse est alors plus grande. En effet, selon Tasei (1990), la rapidité de l'abeille domestique est de 6 à 8 fleurs/minute lorsqu'elle butine pour le nectar, elle est de 11 à 16 fleurs/minute si elle est butineuse de pollen. Ces résultats sont très

proches des nôtres qui ont permis d'évaluer la vitesse moyenne du butinage de l'abeille domestique à 9,7 fleurs/minute. Par contre, certaines espèces passent un temps beaucoup plus long sur les fleurs afin de prélever les deux produits (nectar et pollen) à la fois. Par ailleurs, certaines abeilles ont une tendance alimentaire non significative prenant tout leur temps pour butiner contrairement à *Eucera pulveracea* à tendance alimentaire significative, ce qui expliquerait alors sa plus grande vitesse. La lenteur de la grosse abeille *Xylocopa violacea* pourrait être due à son poids mais également à sa tendance alimentaire quotidienne non significative. D'autres abeilles solitaires telle que *Osmia cornifrons* et *Megachile rotundata* s'avèrent plus efficaces pour la pollinisation que l'abeille domestique (Maeta et Kitamura, 1981 in Pesson et Louveaux, 1984). Bien que nous ne puissions préjuger de l'efficacité pollinisatrice de chaque espèce (nombre de grains de pollen déposés par visite), il est certain que la conjonction de divers facteurs (fréquence et densité d'insectes, qualité de butinage, fréquence de passage intra-plante et inter-plantes) sont en faveur de l'obtention de taux de croisement élevés et le maintien d'un niveau convenable de l'allogamie. La vitesse de butinage dépend des facteurs climatiques. Le nectar est récolté plus rapidement par temps humide à cause de sa viscosité. Elle dépend aussi du moment de la journée et de la nature de l'aliment récolté. Les butineuses mettent plus de temps à récolter le pollen que le nectar, de la morphologie de la fleur butinée et de l'espèce d'abeille elle-même. La vitesse de butinage dépend également de la morphologie de la fleur butinée et de l'espèce d'abeille elle-même.

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

A l'instar de nos observations portant sur la relation entre l'activité des abeilles et les facteurs climatiques, nous pouvons doré et déjà avancer que les facteurs climatique notamment la température et l'humidité agissent très visiblement sur l'activité des abeilles. Ces facteurs abiotiques semblent régir les populations, les variations d'abondances qui peuvent s'opérer chez certaines espèces seraient liées à ces variations climatiques. Les variables climatiques qui jouent un rôle prépondérant dans la régulation des densités d'abeilles sont surtout la température et l'humidité. La température favorise l'activité des abeilles. En revanche, l'humidité semble l'affecter. Les mêmes constatations concernant l'influence de ces deux paramètres climatiques étudiés ont été faites par Abrol (1988). Selon cet auteur, la température agit directement sur l'abeille en la sensibilisant et indirectement, en favorisant la sécrétion du nectar. Pour ce qui est du troisième paramètre climatique à savoir la vitesse du vent, nous avons constaté que l'activité des espèces d'abeilles prises en

considération n'est affectée par ce facteur qu'à partir d'un certain seuil. D'après cet auteur, l'abondance des abeilles est corrélée positivement à la température de l'air, l'intensité lumineuse, le rayonnement solaire et la concentration du nectar en sucre. Quant au troisième facteur climatique, en l'occurrence le vent, il semble ne pas avoir un effet notable sur l'activité des abeilles vu que la vitesse du vent était dans les limites normales durant la période de nos observations. Nos résultats confirment que la vitesse du vent ne dépassant pas 3m/s n'a pas d'effet sur l'activité des abeilles, en effet, les droites de régression linéaire présentent des coefficients de détermination faibles et inférieurs à 50% pour la plupart des espèces avec des probabilités supérieurs à 5%. Toutefois, nous avons noté qu'à partir d'un certain seuil (3,5 à 4 m/s), le vent commence à avoir un effet négatif sur l'activité de butinage qui semble être perturbée. A vrai dire, les abeilles sont affectées par le vent, notamment l'abeille domestique qui réduit considérablement son activité de butinage lorsque la vitesse du vent atteint 15 km/h (4,2 m/s) Louveaux (1980). En effet, il est connu que la vitesse du vent dépassant un certain seuil agit plutôt de façon négative sur l'activité des abeilles, un fait que nous avons d'ailleurs noté antérieurement. De nos résultats, nous pouvons déduire que les diverses espèces étudiées montrent toutes une sensibilité au moins à l'une des variables climatiques étudiées (température, humidité et vitesse du vent). L'abeille domestique *Apis mellifera* et l'abeille solitaire *Eucera pulveracea* présentent la particularité d'être les plus sensibles aux variables climatiques étudiées. La seule espèce qui apparaît indifférente aux variations des facteurs climatiques est *Xylocopa violacea* sur laquelle ces facteurs se révèlent n'avoir que très peu d'influence. A ce propos, Smith et Lewis (1972) cités par Tasei (1990) précisent que l'abeille domestique est l'espèce la plus sensible. Par ailleurs, Starkov (1958) cité par Louveaux (1980) a montré que la susceptibilité des d'abeilles aux facteurs climatiques est différente non seulement entre les espèces mais également entre les races. Ceci confirme nos résultats concernant *Eucera pulveracea* dont les deux sexes réagissent différemment vis-à-vis des paramètres climatiques étudiés.

Par ailleurs, d'après nos résultats, la vitesse de butinage de la plupart des espèces d'abeilles observées est également influencée par les facteurs climatiques. La température à un impact positif sur la vitesse de butinage, en revanche, l'humidité agit négativement en réduisant cette vitesse. Quant à la vitesse du vent, elle n'influe guère sur la rapidité de butinage des abeilles étant donné que sa force était dans les limites du tolérable lors de nos observations. Mais quand il souffle fort, le vent semble avoir une importance considérable (Louveaux, 1980), un vent de 8 à 13m/s réduit la vitesse de visite des fleurs d'environ 5% par

rapport à un vent de 0 à 9m/s. Nos résultats corroborent donc ceux de plusieurs auteurs s'accordant pour reconnaître qu'en règle générale, dans les conditions de temps ensoleillé et calme, le nombre de fleurs visitées est important, il diminue dans les cas contraires.

5.3.7. Evaluation de l'incidence de la pollinisation entomophile sur le rendement de la fève

Selon nos observations, les abeilles pollinisatrices jouent un rôle important dans l'amélioration de la production de *Vicia faba*. Le calcul des composantes du rendement parcellaire montre que le nombre de gousses ainsi que le rendement grainier obtenus par pollinisation croisée sont plus élevés que ceux obtenus par autogamie. Cette différence s'explique par le fait que le développement des ovaires et des ovules est régi par des actions hormonales très complexes. Selon Barbier (1986), le rôle physiologique joué par le pollen au cours de la fécondation consiste en l'activation des hormones ovariennes (auxines), par les enzymes libérées par les tubes polliniques. Ces auxines ovariennes une fois activées permettent à l'ovaire d'utiliser les matières alimentaires de la sève pour se développer en graine, La quantité d'enzymes libérées par les allopollens est supérieure à celle libérées par les autopollens, par conséquent, les hormones ovariennes sont plus stimulées avec les allopollens. En outre, grâce à ces auxines les allopollens progressent plus vite dans le style et garantissent plus la fécondation de tous les ovules. Le développement des gousses et des graines qui est donc sous la dépendance des actions hormonales stimulées est plus important dans le cas de la pollinisation croisée (entomophile). Ceci justifie nos résultats et le fait d'obtenir en présence d'abeilles des gousses et des graines plus développées ainsi qu'un nombre plus important de graines par gousse.

Par ailleurs, il ressort également de nos résultats que la longueur des gousses et le nombre de graines qu'elles contiennent sont plus importants dans les parcelles libres. En effet, les gousses issues des parcelles libres mesurent en moyenne 24,8cm contre 21,1cm pour celles issues des parcelles encagées. Il est de même pour le nombre moyen de graines par gousse obtenu en présence d'abeilles et qui est égal à 5,5 dépassant largement celui obtenu en absence d'abeilles et qui n'est que de 3,2 graines par gousse. Nos résultats concordent avec ceux de Barbier cité par Philippe, 1991). Selon cet auteur, les gousses issues de la pollinisation croisée ou entomophile sont celles ayant une longueur importante et qui contiennent plus de graines que celles obtenues après l'autofécondation (sans insectes). A ce

propos Vaissière (2002) confirme que la taille d'un fruit est bien corrélée avec le nombre de graines qu'il contient.

Pour ce qui concerne le nombre de gousses par plant, nous remarquons que contrairement aux résultats pour les autres composantes du rendement, le nombre de gousses par plant est inférieur dans le cas des plantes laissées libres d'accès aux abeilles. Des résultats comparables aux nôtres ont été obtenus par Tamas et *al.* (1979) et Stephenson (1980) qui pensent que la chute des jeunes gousses observée sur les plantes libres peut s'expliquer par le fait que les plantes des parcelles libres dont les fleurs sont pleinement pollinisées, ne peuvent pas assurer la maturité de toutes les graines, de ce fait les gousses des dernières fleurs pollinisées avortent au stade de jeunes gousses. Par ailleurs, Picard (1960) a montré que les conditions climatiques interviennent fortement sur la nouaison des fleurs et par conséquent sur le nombre de gousses formées. Dans le cas de notre expérimentation, la toile utilisée pour encager les parcelles aurait freiné la vitesse du vent. Ce paramètre climatique modifié aurait ainsi diminué la chute des fleurs et des jeunes gousses. Toutefois, nos résultats sont différents de ceux de Benachour et *al.* (2007) qui a observé un nombre plus élevé de gousses par plant dans les parcelles non encagées. Ce paramètre a également été étudié par Free (1966) qui fait remarquer qu'en absence d'abeilles, seulement 10 à 20% des fleurs arrivent à donner des gousses qui méritent d'être récoltées. Ces auteurs n'ont pas pris en considération la longueur des gousses, ce qui nous aurait permis de comparer ce paramètre, les gousses obtenues dans le cas de notre expérimentation seraient probablement plus développées du fait qu'elles soient moins nombreuses disposant alors de plus de substances alimentaires.

Nos résultats corroborent ceux de Pritsch (1971), Pinzauti et Frediani (1979), Varis et Brax (1990) et Benachour et *al.*, (2007) qui ont noté que la pollinisation opérée par les abeilles influe sur le nombre de graines développées. Nous avons compté 19,8 graines par plant dans les parcelles libres d'accès aux pollinisateurs et seulement 17,2 dans les parcelles encagées. Dans un essai comparable, Free (1966) démontre que l'absence des abeilles pendant la floraison de la fève a fait chuter le nombre moyen de graines par plant à 15,1 au lieu de 23,9. Des résultats similaires ont été apportés par Pinzauti et Frediani (1979), le rendement en graines sèches obtenu après pollinisation par les abeilles est de 1,2 à 8 fois supérieur à celui obtenu sans abeilles. De même, le poids des graines par plant, est de 36,2g en présence d'abeilles, il n'est que de 30,2g en leur absence. Nos résultats vont dans le même sens que

ceux de Free (1966) qui a montré qu'en absence d'abeilles, le poids des graines par plant chez la fève *Vicia faba* var. *equina* Steudel chute à 10g au lieu de 21,4g en présence d'abeilles.

Il est connu que le rendement de beaucoup d'autres cultures est amélioré par leur pollinisation par les abeilles. De ce dernier point de vue, la pollinisation dirigée constitue un intérêt évident. Dans la majorité des cas, on utilise l'abeille domestique lorsque l'on veut améliorer la pollinisation d'une culture. Cependant, elle ne remplit pas toujours ce rôle de façon optimale. Les producteurs et les scientifiques se tournent alors vers l'utilisation d'espèces sauvages. L'exemple typique est la récente domestication des bourdons pour l'amélioration de la pollinisation des cultures horticoles dans les serres tunnels (Rasmont, 1988). De même, on utilise les abeilles solitaires de la famille des Megachilidae (*Megachile* sp. et *Osmia* sp.) dans les champs de luzerne et dans les vergers d'arbres fruitiers à floraison précoce (Liongo, 1989 ; Tasei, 1977).

Selon Payette (2004), plusieurs facteurs peuvent influencer les résultats de l'efficacité de butinage et de la pollinisation de façon significative. On note l'espèce de pollinisateur et son comportement de butinage, le type de culture, la variété spécifique de la culture (cultivar), le moment de butinage durant la journée, la période de floraison, la densité de fleurs, la sécrétion de nectar, la libération de pollen, etc. L'influence de la température, de l'humidité, de la luminosité et de la vitesse des vents sont d'autres facteurs qui vont favoriser ou non le comportement ou l'efficacité de butinage du pollinisateur. En effet, à l'issue de nos observations, nous pouvons déduire que l'activité de butinage des abeilles varie en fonction du moment de la journée, et à travers les saisons. Ces variations temporelles sont dues à l'action des facteurs climatiques notamment la température et l'humidité d'une part et à l'offre rythmique de nectar et / ou de pollen d'autre part. La densité des butineuses peut également varier en fonction des espèces et même des castes d'abeilles.

Nous pouvons conclure également que la technique de l'encagement de parcelles a permis de confirmer que la production en graines de *Vicia faba* bénéficie fortement de l'activité des abeilles. Leurs visites accroît le rendement grainier soit en facilitant l'autofécondation en provoquant un déclenchement mécanique et la libération de la colonne staminale, soit en permettant les croisements en intervenant comme vecteur de pollen entre fleurs ou entre plantes.

Chaque espèce a son importance écologique et son potentiel économique pour certaines cultures. Parmi les différentes espèces de pollinisateurs, l'abeille domestique est celle qui contribue le plus, par son abondance, à la pollinisation des cultures. La pollinisation des plantes par l'abeille domestique reste sans doute insuffisante. Le rôle complémentaire des abeilles sauvages demeure indispensable.

Les abeilles sauvages peuvent jouer un rôle non négligeable dans la pollinisation des cultures en fleurs où leur densité est suffisamment élevée. Conséquemment, plusieurs chercheurs ont travaillé dans le but d'accroître, de façon artificielle, des populations d'autres espèces plus performantes par l'ajout de sites de nidification ou de nichoirs artificiels. Dans certaines cultures, l'utilisation et l'intégration simultanées de plusieurs populations de différentes espèces d'abeilles indigènes et commercialisées contribueraient à compenser le manque de pollinisateurs et à favoriser une meilleure pollinisation.

En conséquence, il est important de maintenir leur niveau de population élevé. Il apparaît dès lors nécessaire de préserver ces populations d'abeilles sauvages et domestiques et favoriser leur développement en préservant leurs sites de nidification aux bords des cultures.

Conclusion générale et perspectives

Après un aperçu sur la faune des Apoïdes, les principales caractéristiques de la région et des sites d'étude, la méthodologie d'échantillonnage et d'étude, nous avons abordé l'étude proprement dite des Abeilles dans la région de Tizi-Ouzou.

Pour l'étude de ce peuplement, quatre stations ont été prospectées le long de la période allant de 1999 à 2003 sans interruption.

Au vu de nos résultats, l'inventaire faunistique établi dans ce travail se compose de 103 espèces dont 99 identifiées au niveau spécifique. Cet inventaire a permis d'enrichir la faune de l'Algérie de 14 espèces et 4 sous espèces nouvelles. Les espèces inventoriées appartiennent à cinq familles qui sont les Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Apidae et Megachilidae. En Algérie les abeilles demeurent encore mal connues. Il n'est donc pas surprenant que notre étude révèle une richesse faunique très importante et des espèces nouvelles pour ce pays. Notre inventaire ne reflète cependant que partiellement la faune printanière d'Algérie. Il convient de signaler la sous estimation qui découle de nos observations. En effet, les espèces estivales et automnales ne sont pas prises en compte dans le cas de notre étude.

Le dénombrement de 103 taxons suggère une richesse spécifique très élevée. Les abeilles sauvages sont largement représentées dans la région d'étude. La diversité de la faune des apoïdes est en effet très importante puisque les différents indices de diversité l'ont montré. Par ailleurs, le peuplement d'apoïdes présente une équitabilité élevée, ce qui donne comme indice d'un peuplement équilibré.

L'analyse faunistique a permis de mettre en évidence l'importance relative des différentes familles et espèces. Il en ressort que les Megachilidae et les Apidae, avec 30 taxa chacune constituent les familles les plus diversifiées. La famille des Apidae vient en première position du point de vue nombre de spécimens (34,3% de la faune totale). Les Halictidae avec 22 espèces forme également une famille importante qui renferme d'ailleurs plus de spécimens (23,9%) que la famille des Mégachilidae reléguée à la troisième position (19,7%). Les Andrenidae et les Colletidae avec respectivement 12,8% et 9%, relativement faibles en espèces sont beaucoup plus faiblement représentés (16 et 5 espèces seulement). Les Colletidae

sont largement représentés par le genre *Hylaeus* (4 espèces), les Andrenidae par le genre *Andrena* (13 espèces), les Halictidae par le genre *Lasioglossum* (12 espèces) et *Halictus* (6 espèces), la famille Apidae est dominée par le genre *Eucera* (11 espèces) celle des Megachilidae par deux genres *Osmia* (6 espèces) et *Megachile* (5 espèces). Il est ressorti aussi une nette prédominance de *Ceratina cucurbitina* (Apidae) avec 11,8%, *Panurgus pici* (Andrenidae) avec 9,6% et *Lithurgus chrysurus* (Megachilidae) avec plus de 8%.

Quant à leur répartition spatiale, un grand nombre d'espèces d'Apoïdes sont omniprésentes, on les retrouve dans les quatre localités. Ce sont des espèces à large valence écologique. Ces espèces appartiennent à la famille des Halictidae et celle des Apidae. En revanche, d'autres espèces semblent avoir une aire de répartition très limitée, c'est notamment le cas des Andrenidae. Certaines espèces d'Apidae présentent la particularité de se trouver bien localisées. Les espèces répertoriées ont des aires de répartition qui semblent dépendre de la nature et de la couverture végétale ainsi que des variations climatiques. Ces facteurs sont reconnus comme majeurs dans la répartition des espèces. En effet, la diversité spécifique des différentes stations, révèle que la richesse spécifique varie selon les biotopes. L'hétérogénéité des biotopes des différents sites d'étude est déterminée essentiellement par l'altitude qui rend compte de façon directe des variations thermiques, la nature du sol et la végétation. La richesse spécifique est importante à la plupart des stations étudiées. Cependant le peuplement le plus diversifié est observé dans les stations de Fréha et Makouda à couvert végétal assez dense, à températures printanières propices et à un sol favorisant la nidification des apoïdes.

Pour ce qui concerne la phénologie des abeilles, il est à noter qu'en général, l'activité des différentes espèces que nous avons rencontrées se caractérise par de courtes périodes de butinage probablement synchronisées avec la période de floraison de leurs plantes-hôtes et la majorité sont des espèces printanières. Nous remarquons que certaines espèces sont plus précoces que d'autres, *Bombus ruderatus* (Apidae) étant la première espèce à faire son apparition dès janvier. D'autres, au contraire sont tardives, c'est le cas de *Nomioides facilis* (Halictidae) qui ne vole qu'à partir du mois d'août. Il est de même pour *Amegilla albigena talaris* (Anthophoridae), *Megachile pilidens* et *Creightonella albisecta* (Megachilidae) qui n'apparaissent qu'en juin. La période de vol varie selon les espèces, elle s'étale sur 5 mois pour certaines, et ne dure que quelques jours à une semaine pour d'autres. La plupart des espèces sont bien représentées aux mois d'avril et mai, période coïncidant avec la floraison d'un maximum de plantes butinées par ces abeilles. A partir de juillet les fleurs de

nombreuses plantes printanières se fanent, et parallèlement à la disparition de ces fleurs, le nombre d'abeilles diminue considérablement.

A l'issue de nos résultats concernant les relations entre les abeilles et les plantes naturelles, la flore inventoriée dans la région d'étude est diversifiée, elle se compose de 47 espèces réparties entre 17 familles botaniques. L'étude de la phénologie des familles et des espèces de plantes spontanées fait apparaître un nombre maximal d'espèces et de familles botaniques fleurissant en avril et en mai, la floraison diminue rapidement à partir de juin pour s'annuler en août.

Quant aux choix floraux des apoïdes, nous avons constaté qu'au sein de la flore visitée par l'ensemble des apoïdes, trois familles botaniques concentrent près de 2/3 des visites dont les Asteraceae, les Boraginaceae, les Rosaceae et les Fabaceae. Les autres familles étant plus ou moins faiblement butinées, les Malvaceae sont les moins appréciées. La famille végétale la plus appréciée par les Apidae est celle des Boraginaceae. Les Colletidae préfèrent les Umbelliferae et les Rosaceae. Quant aux autres familles d'apoïdes, elles montrent toutes un intérêt particulier aux Asteraceae. La plante la plus ciblée par les abeilles dans la région d'étude est *Centaurea pullata* butinée par 33 espèces d'abeilles. Elle concentre 19,15% du nombre total de visites parmi 46 espèces végétales. D'autres espèces végétales sont recherchées aussi par un grand nombre d'abeilles. Nous citons entre autres, *Scolymus hispanicus* butinée par 21 espèces d'apoïdes et *Andryala integrifoliat* fréquentée par 23 espèces. En revanche, la moitié des plantes n'ont permis l'observation que de une à cinq espèces d'apoïdes, il semble donc que l'on ait une forte concentration d'abeilles sur un faible nombre de plantes. A l'issue de notre étude des choix floraux des abeilles, nous constatons la colonisation des fleurs des plantes spontanées et leur exploitation par les abeilles dépend beaucoup de la morphologie florale ainsi que du type de l'appareil buccal des abeilles butineuses. Les abeilles à langue courte comme les Andrenidae, les Halictidae et Colletidae ont surtout butiné les Asteraceae, les Umbelliferae et les Rosaceae. Elles ciblent les fleurs dont l'accès aux produits floraux est facile. Par contre, les abeilles à longue telles que les Apidae ont principalement visité les Boraginaceae et les Fabaceae.

L'étude de la spécialisation alimentaire de 28 espèces d'abeilles appartenant à différentes familles a permis de déceler des abeilles oligotropiques et des abeilles polytropiques parmi les espèces prises en considération. La première catégorie regroupe

Bombus terrestris (Apidae), *Ceratina cucurbitina*, *Eucera notata*, *Eucera numida*, *Xylocopa violacea* (Anthophoridae), *Lasioglossum malachurum* (Halictidae), *Chelostoma sp.* (Megachilidae) recherchant 5 à 7 familles botaniques. La plupart de ces espèces manifestent toutefois une nette préférence pour les Asteraceae. Par contre les espèces oligotropiques se contentent de visiter une seule famille végétale, c'est le cas de *Andrena flavipes*, *Halictus scabiosae* rencontrés sur la famille des Asteraceae et *Hylaeus meridionalis* observé sur les Umbelliferae. D'autres espèces encore, concentrent toutes leurs visites sur une même espèce végétale. En effet, *Anthophora quadrifasciata quadrifasciata* et *Amegilla albigena talaris* butinent exclusivement *Anchusa azurea* (Boraginaceae), ces espèces sont les plus éclectiques dans le choix des plantes à butiner. Le pourcentage des plantes visitées par ces deux dernières espèces ne dépasse pas 2,1%, alors que celui de *Ceratina cucurbitina* avoisine 15,5%.

En milieu cultivé, l'étude se rapportant sur l'activité de la faune d'apoïdes sur les fleurs de la fève *Vicia faba* nous a permis de constater que l'entomofaune pollinisatrice de cette plante est composée presque exclusivement des Hyménoptères apoïdes et très majoritairement de la famille des Apidae. Les fleurs de la fève sont butinées par l'abeille domestique *Apis mellifera* et diverses espèces d'abeilles solitaires telles que *Eucera pulveracea*, *Anthophora dispar* et *X. violacea*. Parmi les principaux pollinisateurs de cette plante, l'espèce la plus abondante est l'abeille solitaire *E. pulveracea* qui représente à elle seule la moitié de l'effectif total. Vient en deuxième position l'abeille domestique *A. mellifera*, Par contre *X. violacea* n'est qu'épisodique avec une infime proportion. Les abeilles qui ont fréquenté les fleurs de fève sont pour la plupart dotées d'un appareil buccal très développé leur conférant une aptitude accrue pour la récolte du nectar sur ces fleurs à base profonde.

La densité des abeilles butineuses et la phénologie de la fève se sont déroulées de façon synchrone. Les taux de visites les plus élevés sont enregistrés pendant la période de pleine floraison de cette plante. Vers la fin du mois de mars, la densité d'abeilles baisse progressivement avec le déclin de la floraison de la fève. D'ailleurs, l'analyse de l'influence de la densité florale sur la densité d'abeilles par l'utilisation du coefficient de corrélation linéaire montre qu'il y a une corrélation positive entre la densité de fleurs et les abeilles pollinisatrices. Cette corrélation est significative dans le cas d'*E. pulveracea* mâles. En outre, l'analyse par la régression linéaire simple prouve que la densité de fleurs influe sur le nombre total d'abeilles butineuses. Elle traduit un effet positif sur leur nombre notamment chez *E. pulverecea* mâle.

Quant à l'activité de butinage des abeilles, elle varie en fonction du moment de la journée et durant les saisons. Ces variations temporelles sont dues à l'action des facteurs climatiques d'une part et à l'offre rythmique de nectar et / ou de pollen d'autre part. La densité des butineuses peut également varier en fonction des espèces et même des castes d'abeilles. En effet, l'étude de l'activité journalière et de l'activité saisonnière montre que la fluctuation des populations d'abeilles dépend manifestement du nombre de fleurs épanouies. L'intense activité de certaines espèces notamment *A. mellifera* et *E. pulveracea* durant toute la journée et durant la période de floraison de *V. faba* se traduit par leur omniprésence sur les lieux de butinage. Nos observations montrent que l'activité des abeilles débute généralement vers 8h du matin, pendant les heures qui suivent, on assiste à une augmentation progressive du nombre de butineuses. Un nombre maximal est enregistré les après midi vers 15h, heure correspondant à l'ouverture optimale des fleurs de fève offrant une quantité importante de nectar et de pollen. Par ailleurs, l'analyse de la variance a montré des changements significatifs dans la tendance alimentaire des abeilles au cours des journées et durant la saison de floraison. Ces variations temporelles peuvent être imputées aux variations des ressources florales (nectar-pollen) d'une part et aux variations des facteurs climatiques d'autre part. En effet, à travers nos résultats, nous constatons que la majorité des espèces étudiées sont plus actives les après-midi lorsque la température varie entre 17 et 18°C.

L'efficacité pollinisatrice de certaines espèces d'abeilles est étudiée à travers la vitesse de butinage des abeilles sur les fleurs de la fève et la nature de leurs visites florales. L'abeille solitaire *E. pulveracea* est le principal pollinisateur de *V. faba*, c'est l'espèce la plus performante. Ses visites sont à la fois très fréquentes et très efficaces. Elle visite les fleurs à une cadence moyenne de 11,4 fleurs par minute avec un butinage qui peut être fécondant dans tous les cas. C'est une abeille dotée d'une rapidité de visites relativement élevée. L'abeille domestique *A. mellifera* est également une espèce qui visite activement la culture (9,7fls/mn) mais semble toutefois moins bien adaptée à la morphologie florale de la fève par rapport à *E. pulveracea*. *Anthophora dispar* est un peu moins rapide que les espèces précédentes (8,97fls/mn). Quant à *X. violacea*, son rôle est considéré comme nul en ce qui concerne la pollinisation car son butinage ne permet pas de féconder la fleur. On constate que toutes espèces confondues, la fève est pollinisée par les Apoïdes dans 91 % des cas, autrement dit, la quasi-totalité de leurs visites pour cette plante sont positives.

Par ailleurs, nous avons démontré que le climat joue un rôle important dans l'activité des abeilles. Les variables climatiques étudiées (température, humidité et vitesse du vent) ont une influence sur le comportement de ces insectes. L'étude du comportement de quelques espèces d'apocides vis-à-vis des variables climatiques montre que ces abeilles ont toutes une sensibilité au moins à l'une de ces variables. Leur activité varie selon les conditions climatiques prévalant. L'analyse de cette influence du climat par le coefficient de corrélation linéaire montre que la plupart des abeilles sont liées positivement à la température et négativement à l'humidité. Le vent n'a qu'une infime influence tant que sa vitesse ne dépasse pas un seuil non tolérable pouvant réduire ou empêcher cette activité. *A. mellifera* et *E. pulveracea* présentent la particularité d'être les plus sensibles notamment à la température et à l'humidité de l'air. Nous pouvons conclure que les facteurs climatiques exercent une influence sur l'abondance des populations des abeilles ainsi que sur leur vitesse de butinage. L'activité de ces insectes est donc tributaire des conditions météorologiques.

L'expérimentation avec parcelles libres d'accès aux insectes pollinisateurs et parcelles encagées réalisée en vue d'évaluer l'importance de la pollinisation par les abeilles a confirmé la meilleure production grainière de *V. faba* en présence de ces insectes pollinisateurs. Les abeilles ont un impact positif sur la production, leur présence améliore nettement le rendement de la culture de fève. En effet, La longueur moyenne des gousses vertes issues des parcelles libres est supérieure à celle des gousses issues des parcelles couvertes. Le poids moyen de la récolte en graines, le poids moyen des graines par plant ainsi que le nombre moyen de graines par gousse et par plant sont plus élevés dans le cas des plantes soumises à la pollinisation croisée et en présence d'abeilles par rapport aux plantes soumises à l'autopollinisation seule. Quant au pourcentage d'avortement, il est nettement supérieur dans le cas des plantes mises sous cage et en absence d'abeilles. Le système d'encagement nous a donc permis d'évaluer l'importance des apoïdes du point de vue rendement d'une plante cultivée, la fève *V. faba*.

Par ces résultats, nous pouvons conclure que l'intérêt porté à ces abeilles aboutira à leur utilisation dans la pollinisation. Chaque espèce a son importance écologique et son potentiel économique pour certaines cultures. Parmi les différents pollinisateurs, l'abeille domestique est celle qui contribue le plus, par son abondance, à la pollinisation des cultures. La pollinisation des plantes par l'abeille domestique reste sans doute insuffisante. Le rôle complémentaire des abeilles sauvages demeure indispensable. En fait, le milieu naturel

constitue une zone tampon avec le milieu cultivé. Cela est confirmé par ce travail où nous avons décelé que par exemple sur la plante cultivée *V. faba*, un certain nombre d'espèces recensées dans le milieu naturel sont retrouvées dans cette culture. Ce qui indique que dans d'autres milieux cultivés les abeilles sauvages pourront être des pollinisateurs de premier plan.

On peut considérer désormais, qu'il existent pour l'Algérie trois ouvrages originaux traitant la faune d'Apoïdea, en l'occurrence l'ouvrage de Louadi (1999a), celui de Tazerouti (200) et le présent travail qui sont les premiers successeurs des travaux de Schulthess (1924). Ces travaux ont permis d'apporter un plus et un nouveau départ à l'étude de la faune d'Apoïdes en Algérie. Hélas il n'y a aucun spécialiste de la systématique des Apoïdea en Algérie, un effort particulier est nécessaire pour permettre l'étude de la faunistique de ces insectes dans notre pays.

Ce travail constitue donc un point de départ de nos recherches futures. Il nous a permis de réaliser une petite collection de base des espèces identifiées par d'imminents spécialistes, sur laquelle nous pourrions nous appuyer pour tenter de nous améliorer dans la systématique de ce groupe d'insectes. Notre volonté a été de réaliser un ouvrage de base utile au développement de travaux ultérieurs pour mieux connaître leur bioécologie. Néanmoins, un important travail taxonomique reste à faire sur la faune d'Apoïdes d'Algérie.

Dans le cadre d'une meilleure connaissance de la biodiversité de l'Algérie, nous suggérons vivement d'entreprendre l'étude des Apoïdes pour contribuer à palier aux lacunes de cette entomofaune méconnue de notre pays. Plusieurs points mériteraient d'être approfondis. Il serait intéressant pour appuyer nos conclusions d'entreprendre d'autres recherches qui serviraient de base indispensable pour les futurs travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Apoïdes en Algérie. Un échantillonnage étalé dans le temps et dans l'espace apporterait sans doute des nouveautés faunistiques et de plus amples renseignements. Il faut élargir l'étude des Apoïdes à d'autres régions du pays notamment à celles appartenant à d'autres étages bioclimatiques tels que le semi-aride et l'aride.

Au terme de cette thèse, chacune des sciences envisagées, la taxonomie, la biogéographie et l'écologie ouvre des portes vers de nouvelles études, plus pointues ou plus

appliquées. Compte tenu de la vaste diversité végétale et climatique de notre pays, il est certain qu'une prospection élargie à un plus grand nombre d'espèces végétales et de sites, ainsi que la prise en compte des espèces estivales enrichira certainement le présent inventaire et permettra de mieux connaître la répartition et l'écologie des espèces d'Apoïdes car beaucoup d'espèces très communes en régions méditerranéennes ne sont pas encore citées d'Algérie.

Afin de mieux comprendre la complexité des relations abeilles-plantes, il serait utile de focaliser les futures études sur le comportement pollinisateur de diverses espèces d'abeilles sur différentes espèces végétales. Dans le cadre de l'amélioration de la pollinisation des cultures, des travaux complémentaires sur la pollinisation de la légumineuse étudiée (fève) s'étalant sur deux ou trois années consécutives, la poursuite des études en fonction des variétés précoces et tardives et en fonction de l'altitude permettraient de mieux mettre en évidence le rôle des abeilles dans le rendement de cette plante. Il serait également souhaitable de se pencher sur l'étude de l'effet de la pollinisation par les abeilles sur la longueur des gousses vertes de la fève. Ceci permettrait de confirmer les résultats obtenus dans la présente étude sachant que ce paramètre n'a jamais été pris en considération par d'autres auteurs.

Il convient également d'étudier cet aspect sur d'autres cultures en vue de comparer l'impact de leur pollinisation sur la qualité du rendement. L'efficacité pollinisatrice des apoïdes dans l'agrocénose doit être étudiée d'une manière plus poussée en Algérie, en particulier dans les régions à vocation maraîchère et agrumicole. Dans le cadre de l'amélioration des variétés locales, il est souhaitables d'étudier davantage les abeilles qui participent à la pollinisation de ces cultures pour un rendement de qualité. Seul un travail long et régulier sur plusieurs groupes de plantes et d'abeilles pourra proposer des modèles cohérents. Il serait également intéressant de compléter le présent travail par l'étude d'autres facteurs biotiques et abiotiques agissant sur les populations d'abeilles. Les facteurs qui ne sont pas analysés dans ce travail, telles que la concentration du nectar en sucre dans les fleurs, la pluviosité, l'insolation, l'intensité de la lumière (luminosité) sont autant de facteurs susceptibles d'affecter l'abondance et l'activité des populations.

La presque totalité des plantes à fleurs sont étroitement adaptées à la fécondation par les Apoïdes. Malgré leur discrétion, les bourdons et les abeilles occupent donc un poste-clé parmi les écosystème : sans eux, la très grande majorité des plantes supérieures ne pourrait

pas se reproduire. Une modification importante de la faune d'abeilles et de bourdons pourrait donc avoir un impact important sur la végétation. Ceci justifie l'intérêt d'une surveillance attentive. Il apparaît dès lors nécessaire de préserver ces populations d'abeilles sauvages et domestiques et favoriser leur développement en protégeant leurs habitats. Il est suggéré de préserver leurs sites de nidification aux bords des cultures et éviter les traitements pesticides. Les insecticides répandus avant ou pendant la floraison pour protéger les cultures contre les ravageurs peuvent avoir un impact dévastateur sur les populations d'abeilles. Tous les traitements insecticides présentant des dangers pour les abeilles sont à proscrire sauf s'ils sont effectués avec des produits peu dangereux aux doses recommandées. Par ailleurs, certaines pratiques d'aménagement ou d'entretien semblent extrêmement nuisibles tels que le fauchage précoce des bords des routes, le débroussaillage physique ou chimique de vastes surfaces, les goudronnages de chemins de terre, les labours, les agrandissements de parcelles par suppression des haies, des talus et fossés lors de remembrements agricoles autant d'agressions, de causes de mortalité aggravée ou de milieux naturels perdus pour elles. Pour préserver le niveau de population élevé, il conviendrait de réduire ces pratiques qui menacent parfois sérieusement leurs ressources alimentaires mais aussi leurs sites de nidification au minimum utile. Enfin, la préservation des Apoïdes, sujet de grand intérêt, impose des connaissances systématiques, écologiques et éthologiques de cette faune pour mieux éviter l'impact négatif des différentes activités humaines.

Références bibliographiques

1. **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.
2. **Alfken J.D., 1900** - *Xylocopa cantabrita* Lep. ♂. *Entomologische Nachrichten* **26**(5): 77.
3. **Alfken J.D., 1914** - Beitrag zur kenntnis der bienenfauna von Algerien. *Mémoire de la Société Entomologique de Belgique* **22** (5-IV): 185-237.
4. **Anonyme, 1985** - Séminaire national sur les légumes secs, caractéristiques, exigences et potentiel de production des différentes variétés de légumes secs I.T.G.C., 15p.
5. **Anonyme, 2009** - Encyclopédie universelle de la langue française – Abeilles.
6. **Aouar-Sadli M., Louadi K. et Doumandji 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 production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). *African journal of agricultural Research*, **3** (4): 266-272.
7. **Asla T., 2002** - *Contribution à l'étude de l'efficacité des travaux de D.R.S. en Kabylie (W. de Tizi-Ouzou) - Etat actuel et aspect morphologique des réseaux de banquettes : Utilisation d'un questionnaire d'enquête*. Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 134p.
8. **Balachowsky A.S., 1962** - Entomologie appliqué à l'agriculture. Coléoptères. T.I, Vol. I. Ed. Masson et Cie, Paris, 564p.
9. **Banaszak J., 1980** - Studies on methods of censuring the numbers of bees (Hymenoptera, Apoidea). *Pol. Ecol. Stud*, **6** (2): 355-366.
10. **Barbier E., 1986** - Comparaison entre effets de l'autopollinisation et la pollinisation croisée sur les fruits et les graines, p. 17-18 in Phillippe J.M. : La pollinisation par les abeilles. Ed. la calade, 180p.
11. **Barbier Y. et Rasmont P., 2002.** - Data Fauna Flora (DFF) : Logiciel de banque de données biogéographiques, version 02). Université de Mons-Hainaut, Belgique.
12. **Batra S.W.T., 1966** - Social behaviour and Nests of some *Nomiine* bees in India (Hymenoptera: Halictidae). *Insectes sociaux*, **13** (3): 11-153.
13. **Batra S.W.T. 1977a** - Bees of India (Apoidea), their behaviour, management and a key to the genera. *Oriental Insectes*, **11** (3) : 289-324.
14. **Batra S.W.T., 1977b** - Nest of centris, *Melissodes* and *Colletes* in Guatemala (Hymenoptera: Apoidea). *Biotropica*, **9** (2) : 135 – 138.

- 15. Batra S.W.T., 1984** - Les abeilles solitaires. *Pour la Science. Comportement reproducteur, rôle important dans la pollinisation de plantes cultivées.* **78** : 58 - 68
- 16. Batra, S.W.T., 1994** - Diversify with Pollen Bees. *American Bee Journal* 134(9): 591-593. Free, J.B. 1993. *Insect Pollination of Crops.* Academic Press, NY. 684p.
- 17. 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*) en région de Constantine, Algérie. *Annal Société Entomologique de France*, **43** (2) : 213 – 219.
- 18. Beniston M.TW.S., 1984** - *Les fleurs d'Algérie.* Ed. Entreprise Nationale du Livre Alger : 359pp.
- 19. Bernhardt P., 1987** - A comparison of diversity, density and foraging behaviour of bees and wasps on Australian acacia. *Annals of the Missouri Bot. Garden*, **74** (1): 42-50.
- 20. 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.
- 21. Benoist R., 1924** - Sur la provenance de quelques Hyménoptères Mellifères décrits par J. Pérez. *Bulletin Société Entomologique de France*, **5**: 109-111.
- 22. Benoist R., 1949** - Hyménoptères récoltés par une mission Suisse au Maroc (1947). Apidae, Genre *Andrena*. *Bulletin Société Naturelle du Maroc*, **9** : 253-258.
- 23. Benoist R., 1950a** - Apides recueillis par MM.L. Bertrand et J. Panouze dans le sud Marocain en 1947. *Bulletin Société Naturelle du Maroc*, **30** : 37-48.
- 24. Benoist R., 1961** - Hyménoptères Apides recueillis au Hoggar par A. Giordani Soika. *Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale, Venezia* **14**: 43-53.
- 25. Blondel J., 1979** - Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173p.
- 26. Boumaza N., 2001** - *Cartographie hydrologique de la vallée du Sébaou. Wilayate de Boumerdes et de Tizi-Ouzou.* Thèse de Magister U.S.T.H.B.195p.
- 27. Borchert A., 1970** - *Les maladies et les parasites des abeilles.* Ed. Vigot frères, Paris, 475 p.
- 28. Boyle R.M.D. and Phylogene B.J.R., 1983** - The native pollinators of an apple orchard variation and significance. *Journal of Horticultural Science*, **58**: 355-363.
- 29. Carré S., Badenhauer I., Tasei J.N. and Mesquida J., 1994** - Pollen deposition by *Bombus terrestris* L., between male-fertile and male-sterile plants in *Vicia faba* L. *Apidologie*, **25**: 338-349.

- 30. Cartujo F., Suzo M.J., Pierre J., Moreno M.T. and Le Guen J., 1998** - Faba bean pollinating insects in South Spain: daily variance in abundance, p. 49-50 in: *Eucarpia, International Symposium on Breeding of Protein and Oil crops. April 1-4, Pontevedra.*
- 31. Cebellon G., 1956** - *Catalogo de los Himenopteros de Espania. Instituto Espaniol de Entomolpgia*, Madrid : 500pp.
- 32. Chansigaud J., 1972** - Répartition des vols d'abeilles sauvages dans quelques vergers de la région Parisienne au cours des années 1969 et 1970. *Apidologie*, **3** (3) : 263-359.
- 33. Chansigaud J., 1975** - Etude du comportement d'*Andrena carantonica* Perez au cours de la floraison des pommiers de la variété Golden delicious. *Apidologie*, **6** (4) : 341-359.
- 34. Chauvin R., 1968** - *Traité de biologie de l'abeille. Biologie et physiologie générale.* Ed. Masson & Cie, Paris, T.I, 547 p.
- 35. Cockerell T.D.A., 1931** - Descriptions and records of bees, CXXVIII. *Annals and Magazine of Natural History* **10** (7): 529-539.
- 36. Dagnelie P., 1975** - *Analyse statistique à plusieurs variables.* Ed. Presses agronomiques de Gembloux, 359p.
- 37. Dajoz R., 1980** - *Ecologie des insectes forestiers.* Edition Gauthier-Villars, Paris, 489p.
- 38. Dajoz R., 2000** - *Elements d'écologie.* Ed. Bordas. Paris, 5^{ème} edition. 540p.
- 39. Daly H.V., 1983** - Taxonomy and ecology of *Ceratinini* of North Africa and the Iberian Peninsula (Hymenoptera : Apoïdea). *Systematic Entomology* **8** : 29-62.
- 40. Delbrassinne S. et Rasmont P. 1988** - Contribution à l'étude de la pollinisation du Colza, *Brassica napus* L. var. *oleifera* (Moench) Delile, en Belgique. *Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux*, **23** (2): 123-152.
- 41. De Gaule J., 1908** - *Catalogue systématique et biologique des Hyménoptères de France.* Paris : 171pp.
- 42. Duc G., 1997** - Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research*, **53**: 99-109.
- 43. Dusmet y Alonso J.M., 1928** - Algunas *Eucera* y *Tetralonia* del norte de Africa (Hymenoptera, Apoïdae) *EOS*, **4** (3, 4): 261-282.
- 44. Ebmer A.W., 1976** - *Halictus* and *Lasioglossum* aus Marokko. *Linzer biologische Beitrag*, **8** (1): 205-266.
- 45. Ebmer A.W., 1985** - *Halictus* and *Lasioglossum* aus Marokko. *Linzer biologische Beitrag*, **17** (2): 271-293.
- 46. Eickwort G.C., 1969** - Acomparative morphological study and generic revision of the augochlorine bees. *University of Kansas Sciences Bulletin*, **48**: 325-524.

- 47. El-Berry A.A., Moustafa M.A., Abdel-Gawad A.A. and El-Bialek S. 1974.** Pollinators other than honey bees visiting certain vegetable plants in Egypt. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, **77**: 106-110.
- 48. Free J.B., 1966** - The pollination requirements of broad beans and field beans (*Vicia faba*). *Journal of Agricultural Science*, **66**: 395-398.
- 49. Friese H., 1895-1901** - *Die Bienen Europa's (Apidae Europaeae) Theil IV-VI*. Editio Anastatica, A. Asher & Co., 1969, 816 pp., 1pl.
- 50. Graeffe E., 1890** - Le api dei dintorni di Trieste. *Atti Mus. Civ. Stria Nat. Trieste*, **8**: 1-20.
- 51. Grassé P.P., 1968** - *Traité de Zoologie, Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes*. Ed. Masson et Cie, Paris, T. X, fasc. 2, pp. 976-1948.
- 52. Guiglia D., 1942** - Gli imenotteri della Libia (Sphecidae, Pompilidae, Scoliidae, Vespidae, Apidae). *Annali del Museo Libico Di Storia Naturale*, **20** (3) : 228-250.
- 53. Gusenleitner F. and Schwarz M., 2002** - Weltweite Checkliste der Bienengattung *Andrena* mit Bemerkungen und Ergänzungen zu paläarktischen Arten (Hymenoptera, Apidae, Andreninae, *Andrena*). *Entomofauna supp.***12**: 1-1280.
- 54. Hagler J.R., Cohen A.C. and Loper G.M., 1990** - Production and composition of Onion Nectar and Honey bee (*Hymenoptera, Apoidea*) Foraging Activity in Arizona. *Environmental Entomology*, **19** (2) : 327-331.
- 55. Horvitz C.C. and Schemske D.W., 1988** - A test of the pollinator limitation hypothesis for a neotropical herb. *Ecology*, **69** (1): 200-206.
- Jacob-Remacle A., 1989 a** - Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie* **20** (4) : 271-285.
- 58. Jacob-Remacle A., 1989 b** - Relations plantes-abeilles solitaires en milieu urbain : l'exemple de la ville de Liège. *Comptes rendus du Symposium « Invertébrés » de Belgique* : 387-394.
- 59. Jacob-Remacle A., 1990** - *Abeilles sauvages et pollinisation*. Unité de Zoologie générale et appliquée, Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, 1- 40.
- 60. Jeannel R., 1947** - *Introduction à l'entomologie. Paléontologie et peuplement de la terre*. Ed. Boubée et Cie, Paris, fasc. III, 99 p.
- 61. Knott C.M., Biddle A.J. and Mckeown B.M., 1994** - *The field bean handbook*. PGRO, Peterborough.
- 62. Koltowski Z., 1996** - Foraging by pollinating insects on several field bean cultivars (*Vicia faba* L. spp. *minor* Harz). *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe* **40**(1): 77-93.
- 63. Koptur S. and Lawton J.A., 1988** - Interactions among vetches bearing extrafloral nectaries, their biotic protective agents, and herbivores. *Ecology*, **69** (1): 278-283.

- 64. Laberge W.E., 1957** – The genera of bees of the trib *Eucerini* in North and Central America. *American Museum Novitates*, **1837**: 1-47.
- 65. Latreille P.A., 1802** - *Histoire naturelle des fourmis, et recueil de mémoires et d'observations sur les abeilles, les araignées, les faucheurs et autres insectes*. Paris : T. Barrois père, 22, XVI + 445 pp., 12 pls.
- 66. Lecomte J., 1962** - Observations sur la pollinisation du tournesol (*Helianthus annuus* L.) *Ann. Abeille (Paris)* 5 (1) : 69-73.
- 67. Le Goff G. et Terzo M., 1999** - Nouvelles observations sur *Ceratina parvula* Smith en France et en péninsule Ibérique (Hymenoptera, Xylocopinae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **104** (1) : 53-58.
- 68. Le Guen J., Mesquida J., Pierre J.S., Morin G., Tasei J.N. et Carré S., 1993** - Efficacité pollinisatrice de différents traitements sur 2 lignées de féverole de printemps (*Vicia faba* L. var. *equina* Steudel), à des niveaux d'autofertilité différents, avec utilisation de diverses espèces de *Bombus* Latr. (Hymenoptera : Apidae). *Apidologie* **24**(2): 129-145.
- 69. Lepeletier A., 1841** - *Histoire naturelle des insectes. Hyménoptères. Tome second*. Librairie encyclopédique de Roret, Paris, 680 pp.
- 70. Lieftinck M.A., 1966** – Notes on some *Anthophorinae* bees, mainly from the old World. *Tijdschr. Entomol.*, 125-161.
- 71. Liongo L. E., 1989** - *Les Mégachiles (Hymenoptera, Apoidea) d'Europe et d'Afrique*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomique de l'Etat, Gembloux, vol. 1 : 247 p., vol. 2 : cartes 1-104.
- 72. Louadi K., 1999a** - *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.
- 73. Louadi K., 1999b** - Contribution à la connaissance des genres *Halictus* et *Lasioglossum* de la région de Constantine (Algérie) (Hymenoptera, Apoidea, Halictidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, **104** (2): 141-144.
- 74. Louadi K. et Doumandji S., 1998a** - Diversité et activité de butinage des abeilles (*Hymenoptera : Apoidea*) dans une pelouse à Thérophytes de Constantine (Algérie). *The Canadian Entomologist*, **130**: 691-702.
- 75. Louadi K. et Doumandji S., 1998b** - Note d'information sur l'activité des abeilles (domestiques et sauvages) et l'influence des facteurs climatiques sur les populations. *Sciences et Technologie, Université Mantouri de Constantine*, **9** : 83 –87.
- 76. Louadi K., Benachour K. et Berchi S., 2007a**. - Floral visitation patterns during spring in, Constantine, Algeria. *African Entomology*, **15** (1): 209 – 213.
- 77. Louadi K., Maghni N., Benachour K., Berchi S., Aguib S. et Mihoubi I., 2007b** - Présence de *Dasypoda maura* Pérez, 1895 (Hym., Apoidea, Melittidae). *Bulletin de la Société*

Entomologique de France, 112 (2) : 232.

78. Louadi K., Terzo M., Benachour K., Berchi S., Aguib S., Maghni M. et Benarfa N., 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.

79. Lounaci A., 2005 - *Recherches sur la faunistique, l'Ecologie et la Biogéographie des Macroinvertébrés des cours d'eaux de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie)*. Thèse Doct. Es. Sciences, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 175p.

80. Louveaux J., 1980 - *Les abeilles et leur élevage*. Ed. Hachette, Paris, 230 p.

81. Lucas H., 1849 - Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. *Sciences physiques, Zoologie IV*. Paris : Imprimerie Nationale, 14-344, 19 pls.

82. Mc Gregor S.E., 1976 - *Insect pollination of cultivated plants*. Agricultural Handbook n° 496, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, 411 p.

83. Mesquida J., Le Guen J., Tasei J.N., Carré S. et Morin G., 1990 - Modalités de la pollinisation chez deux lignées de féverole de printemps (*Vicia faba* L. var. *equina* Steudel). Effets sur les coulures, la productivité et les taux de croisements. *Apidologie*, **21**: 511-525.

84. 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.

85. Michener C.D., 1964 - Evolution of the nest of bees. *American Zoology*, **4**: 227 - 339.

86. Michener C.D., 1965 - A Classification of the Bees of the Australian and South Pacific Regions. – *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **30**: 362 p. + 15 pls.

87. Michener C.D., 1978a - The classification of halictine bee: tribe and Old World genera with strong venation. *University of Kansas Sciences Bulletin*, **51**: 501-538.

88. Michener C.D., 1978b - The parasitic groups of Halictidae (Hymenoptera, Apoidea). *The University of Kansas Sciences Bulletin*, **51**: 291–339.

89. Michener C.D., 1979 - Biogeography of the bees. – *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **66**: 277-342.

90. Michener C.D., 2000 - *The Bees of the World*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD. 952 p.

91. Michez D., 2002 - Monographie systématique, biogéographique et écologique des Melittidae (Hymenoptera, Apoidea) de l'Ancien Monde – Premières données et premières analyses. *Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*

- 92. Morice F.D., 1916** - List of some Hymenoptera from Algeria and the M'Zab country. *Novitates zoologicae* **23**: 241-248
- 93. Newton S.D. and Hill G.D., 1983** - Robbing of field bean flowers by the short-tongued bumblebee *Bombus terrestris*. *Journal of Apiculture Research* **22**: 124-129.
- 94. Pasteels J.J., 1968** - Révision des Megachilidae de l'Afrique noire, II. Le genre *Coelioxys*. *Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale Tervuren, ser. In-8. Zool.*, 167 : (I-IV) + 1-139.
- 95. Patiny S., 1997** - *Clé de détermination des Andrenidae de Gaule (Vol II)*. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du DEA, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, 75 p.
- 96. Patiny S., 1998** - Contribution à la connaissance de la régression des populations du sous-genre *Taeniandrena* HEDICKE, 1933 (Hym., Andrenidae, *Andrena*) et de leurs habitudes pollinisatrices. *Notes Fauniques de Gembloux*, **35** : 20-33.
- 97. Patiny S., 1999** - Systématique générique et subgénérique des *Melitturga* Latreille - *Melitturga* Friese - *Flavomelitturga* Warncke (Hymenoptera Andrenidae, Panurginae) - *Bulletin de la Société entomologique de France*, **104** : 241-256.
- 98. Pauly A., 1999** - Classification des Halictini de la Région Afrotropicale (Hymenoptera Apoidea Halictidae). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique*, **69** : 137-195.
- 99. Payette A., 1996** - Les Apoïdes du Québec: Abeilles et agriculture. *L'Abeille*, **16** (4): 14-15.
- 100. Payette A., 2002** - Première mention de l'abeille adventice *Anthidium manicatum* (Linée) (Hymenoptera : Apidae) pour le Québec. *Fabriques*, **26** (2) : 87-97.
- 101. Payette A., 2004** - Biodiversité et conservation des abeilles dans les bleuets. Insectarium de Montréal Colloque sur le bleuet nain semi-cultivé, Dolbeau-Mistassini, Québec, MAPAQ, Club conseil bleuet.
- 102. Pekkarinen A., 1997** - Oligolectic bees species in Northern Europe (Hymenoptera, Apoidea). *Entomologica Fennica*, **8** (4): 205-214.
- 103. Percival M.S., 1955** - The presentation of pollen in certain angiosperms and this collection by *Apis mellifera* new phytol, **54**: 333-368.
- 104. Pérez M.J., 1890** - Catalogue des mellifères du Sud-Ouest. *Actes de la Société Royale Belge d'Entomologie*, **108** : 72-128.
- 105. Pesson P and Louveaux J., 1984** - *Pollinisation et production végétale*. Ed. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 637 p.

- 106. Picard J., 1960** - Données sur l'amélioration de la féverole de printemps *Vicia faba* L. *Annales de l'Amélioration des Plantes* II : 121-123.
- 107. Pierre J., Le Guen J., Pham Delègue M.H., Mesquida J., Marilleau R. and Morin J., 1996** - Comparative study of nectar secretion and attractivity to bees of two lines of spring-type faba bean (*Vicia faba* L. var. *equina* Steudel). *Apidologie* **27**: 65-75.
- 108. Pierre J., Le Guen J., Esnault R., Debbagh S. et Sadiki M., 1997** - *Méthode d'étude de la fréquentation de diverses féveroles par les insectes pollinisateurs*, p. 199-206 in: INRA (ed.) Les légumineuses alimentaires méditerranéennes. Rennes (France), 20-22 février, Les Colloques, 88, INRA, Paris.
- 109. Pierre J., Suzo M.J., Moreno M.T., Esnault R. et Le Guen J., 1999** - Diversité et efficacité de l'entomofaune pollinisatrice (Hymenoptera: Apidae) de la féverole (*Vicia faba* L.) sur deux sites, en France et en Espagne. *Annal de la Société Entomologique de France*, (n.s.) **35** (suppl.): 312-318.
- 110. Pinzauti M., Frediani D., 1979** - Effetto dell'impollinazione entomofila sulla produttività del favino (*Vicia faba minor*). *Apicoltore Moderno*: 107-113.
- 111. Plateaux-Quénu C., 1972** - La biologie des abeilles primitives. Ed. Masson et Cie, Paris, 200 p.
- 112. Popov V.V., 1939** - The subgeneric groupings of the genus *Hylaeus*. *Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences d'URSS*, **108**: 167-170.
- 113. Poulsen M.H., 1975** - Pollination, seed setting, cross fertilization and inbreeding in *Vicia faba* L. *Zeitschrift für Pflanzzüchtung* **74**: 97-118.
- 114. Pritsch G., 1971** - Recherche sur le rôle que joue l'abeille dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba*), p. 529-530 in: *CR 23e Congrès international d'Apiculture, Apimondia*, Moscou.
- 115. Ramade F., 1984** - *Eléments d'écologie*. Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris, 397p.
- 116. Rasmont P., 1988** - *Monographie écologique et zoogéographique des bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)*. PhD Thesis, Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux (Belgique), 371p.
- 117. Rasmont P., Leclercq J., Jacob-Remacle A., Pauly A. and Gaspar C., 1993** - The faunistic drift of Apoidea in Belgium. Pp.65-87 in *E. Bees for pollination*, Commission of the European Communities, Brussels, 237p.
- 118. Rasmont P., 1995** - Les Anthophores de France du sous-genre *Lophanthophora* Brooks avec la redescription de trois espèces au statut confus (Hymenoptera, Apoidea, Anthophorinae). *Annal de la Société Entomologique de France (N.S)*, **31** (1) : 3-20.
- 119. Rasmont, P., Ebmer P.A., Banaszak J. et Zanden Van der G., 1995b** - Hymenoptera Apoidea Gallica. Liste taxonomique des abeilles de France, de Belgique, de Suisse et du Grand-Duché de Luxembourg. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, **100** (hors série) :1-98.

- 120. Richards O.W., 1968** - The subgeneric divisions of the genus *Bombus* Latreille. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Entomol.*, **22** : 209-276.
- 121. Richard K.W. and Edwards P.D., 1988** - Density, Diversity and efficiency pollinators of sainfoin, *Onobrychis viciaefolia* Scop. *Canadian Entomologist*, **120** (12): 1085-1100.
- 122. Rich S., 1997** - Die Arten der Gattung *Eucera* Scopoli 1770 (Hymenoptera, Apidae). Die Untergattung *Pteneucera* Tkalcû, 1984. *Linzer biologische Beitrag*, **29** (1) : 555-580.
- 123. Roth P., 1930** - Hyménoptères recueillis au Sahara central par la mission scientifique du Hoggar (1928). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, **21** (6-7): 79-86.
- 124. Roubik D.W., 1989** - *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge, UK: University Press Cambridge, 514 p.
- 125. 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.
- 126. 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.
- 127. Saxena M.C., 1991** - Status and scope for production of faba bean in the Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires* **10**: 15-20.
- 128. 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.
- 129. Seltzer P., 1946** - *Le climat de l'Algérie* .Ed. Imprimerie Typo. Litho., Alger 219p.
- 130. Shannon C.E. and Weaver W., 1963** - The mathematical theory of communication. Illinois: 117-127.
- 131. Simpson E.H., 1949** - Measurment of diversity. *Nature*: 163-688.
- 132. Southwood T.R.E., 1978** - Ecological methods. With particular reference to the study of insect populations. Chapman & Hall, 2nd Ed. : 420-455.
- 133. Sonet M. et Jacob-Remacle A., 1987** - Pollinisation de la légumineuse fourragère *Hedysarum coronarium* L. en Tunisie. *Bulletin de la Recherche Agronomique de Gembloux* **22**(1): 19-32.
- 134. Spichiger R.E., Savolainen M. Vincent V. et Figeat D.J., 2002** - *Botanique systématique des plantes à fleurs, une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales*. 2^{ème} édition, 411 pages.

- 135. Steffan-Dewenter and Tschardt, 2000** - Resource overlap and possible competition between honey bees in central Europe. *J. Oecologia*, **122**: 288-296.
- 136. Stephenson A.G., 1980** - Fruit set, herbivory, fruit reduction, and the fruiting strategy of *Catalpa speciosa* (Bignoniaceae). *Ecology*, **61**: 57-64.
- 137. Stoddard F.L. and Bond D.A., 1987** - The pollination requirements of the faba bean. *Bee World*, **68**(3): 144-152.
- 138. Stone G.N., Willmer P. and Rowe J.A., 1998** - Partitioning of pollinators during flowering in an african acacia community. *Ecology*, **79**(8): 2808-2827.
- 139. Suzo M.J., Pierre J., Moreno M.T., Esnault R. and Le Guen J. 2001** - Variation in outcrossing levels in faba bean cultivars: role of ecological factors. *Journal of Agricultural Science*, **136**: 399-405.
- 140. Svendsen O.S. and Brødsgaard C.J. 1997** - The importance of bee pollination in two cultivars of field (*Vicia faba* L). *SP Rapport-Statens Planteavlfsorsøg*, **5**: 1-18.
- 141. Tamas I.A., Wallace D.H., Ludford P.M. and Ozbun J.L., 1979** - Effect of older fruits on abortion and abscisic acid concentration of younger fruits in *Phaseolus vulgaris* L. *Plant Physiology*, **64**: 620-622.
- 142. Taséi J.N., 1976** - Les insectes pollinisateurs de la féverole d'hiver (*Vicia faba equina* L.) et la pollinisation des plantes mâles stériles en production de semence hybride. *Apidologie*, **7** (1) : 1-38.
- 143. Taséi J.N., 1977** - *La pollinisation entomophile, aspects fondamentaux et appliqués. Congrès de l'APBG., Poitiers*, 12 p.
- 144. Taséi J.N., 1984** - Biologie et écologie des mellifères sauvages solitaires in Pesson & Louveaux : 577-593.
- 145. Taséi J.N., 1990** - Agent pollinisateur et techniques de pollinisation avec l'abeille domestique. Pollinisation de poirier, pommier. *Ed. INRA* : 34-45.
- 146. Tazerouti L., 2002** - *Biosystématique des Apoidea (abeilles domestiques et abeilles sauvages) dans quelques stations de la partie orientale de la Mitidja*. Thèse de Magister, Sciences Agronomiques, Institut National Agronomique d'El Harrach, Alger, 225p.
- 147. Terzo M. and Rasmont P., 1997** - Révision des *Xylocopa* Latreille du sous-genre *Copoxyla* Maa des pays circum-méditerranéens (Hymenoptera, Apoidea). *Bulletin de la société entomologique de France* **102** (4): 367-377.
- 148. Terzo M., 1997** - Une nouvelle espèce du genre *Ceratina* en Grèce (Hymenoptera : Anthophoridae, Xylocopinae). – *Entomologische Berichten, Amsterdam* **57** (6) : 97-100.
- 149. Terzo M., 1999** - Révision du genre *Exoneurida* Cockerell 1911 (Hymenoptera Apoidea Xylocopinae Allodamin). *Belgian journal of Entomology*, **1**(1) : 137-152.

- 150. Terzo M., 2000** - *Classification phylogénétique des Cératines du monde et monographie de la région Ouest-Paléarctique et de l'Asie centrale (Hymenoptera, Apoidea, Xylocopinae : Ceratina Latreille)*. – Ph-D, Université de Mons-Hainaut, Mons, 263 p.
- 151. Terzo M., Ortiz-Sanchez F.J., 2004** - Nuevos datos para las especies de Ceratinini de España y Portugal, con una clave para su identificación (Hymenoptera, Apoidea, Xylocopinae). *Graellsia*, **60** (1): 13-26.
- 152. Torchio P.F., 1989** - In-nest biologies and development of immature stage of three *Osmia* species (Hymenoptera, Megachilidae) *Annales de la Société Entomologique d'Amérique*, **82** (5): 599-615.
- 153. Vaissière B., 2002** - Abeilles et pollinisation. *Courrier de la nature*. INRA, Avignon 143 : 22-23.
- 154. Varis A.L., 1996** - Abundance, species composition and daily pattern of bees visiting field bean, goat's rue and turnip rape in southern Finland. *Journal of Agricultural Science in Finland*, **4**: 473-478.
- 155. Varis A.L. and Brax R. 1990** - Effect of bee pollination on yield components of field bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agricultural Science in Finland*, **62**: 45-49.
- 156. Velterop O., 2000** - *Effects of fragmentation on pollen and gene flow in insect-pollinated plant populations*. Ph-D, Rijkuniversiteit Groningen, Amsterdam, 156p.
- 157. Willis D.S. and Kevan P.G., 1995** - Foraging dynamics of *Peponapis pruinosa* (Hymenoptera, Anthophoridae) on pumpkin (*Cucurbita pepo*) in southern Ontario. *Canadian Entomology*, **127**: 167-175.
- 158. Zanden G.Van Der., 1991** - Neue oder wenig bekannte Arten der Osmini aus paläarktischen (Insecta, Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). *Reichenbachia*, **31**: 163-172.
- 159. Zanden G.Van Der., 1994a** - Neue Arten der paläarktischen *Osmiini* (Insecta, Apoidea, Megachilidae). *Linzer biologische Beitrag*, **26** (2): 1113-1124.
- 160. Zanden G.Van Der., 1994b** - Neue Arten Unterzrten, eine neue Untergattung und eienige neue Fälle von Synonymie der paläarktischen Bauchsammlern (Insecta, Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). *Reichenbachia*, **27**: 167-172.
- 161. Zanden G.Van Der., 1995** - Zur Synonymie paläarktischer Arten der Familie Megachilidae (Insecta, Hymenoptera, Apoidea,). *Linzer biologische Beitrag*, **27** (1): 427-434.
- 162. Zanden G.Van Der., 1996a** - Neue Verbreitungsangaben zu einigen wenig bekannten paläarktischen bienen-Arten ((Insecta, Hymenoptera, Apoidea). *Linzer biologische Beitrag*, **28** (1): 387-390.
- 163. Zanden G.Van Der., 1996b** - Neue Arten und synonyme bei paläarktischen Bauchsammlern (Hymenoptera, Aculeata, Apoidea, Megachilidae). *Linzer biologische Beitrag*, **28** (2): 883-895.

ANNEXE

Tableau 1 : Répartition des températures moyennes mensuelles et annuelles de la station de Tizi-Ouzou. Période : 1996-2007.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
1996	12,9	9,9	13,1	15,4	18,3	22,6	26,3	26,8	21,6	16,9	14,8	12,3	17,6
1997	11,9	12,3	12,9	15,9	20,5	25,0	26,4	27,6	24,9	20,1	15,1	11,6	18,7
1998	10,6	11,9	13,2	15,7	18,0	23,9	27,6	27,1	24,6	17,4	13,7	9,8	17,8
1999	10,0	9,8	13,3	15,8	21,4	25,2	27,8	29,4	25,4	22,4	13,4	10,5	18,6
2000	8,2	11,7	14,3	16,6	21,6	25,1	28,9	29,4	24,9	18,5	14,6	12,1	18,8
2001	10,8	10,3	16,8	15,9	19,1	26,6	28,3	29,1	24,7,	23,0	14,0	9,2	19,0
2002	9,7	11,4	13,7	15,4	20,1	25,6	26,8,	26,3	29,9	20,2	15,2	12,9	18,9
2003	10,1	9,3	13,8	15,7	18,7	27,1	28,8	29,4	23,9	20,4	15,7	10,6	18,6
2004	10,6	12,2	13,6	14,7	16,5	23,8	26,6	27,0	22,5	25,2	13,3	11,5	18,1
2005	7,4	7,7	12,8	15,6	20,6	25,2	28,3	26,9	23,2	20,5	13,0	10,6	17,6
2006	9,2	10,0	14,2	18,3	21,9	24,8	28,8	26,7	23,9	22,3	17,3	12,1	19,1
2007	11,4	13,0	12,3	15,7	19,5	23,3	27,5	28,1	23,7	19,4	13,6	10,6	18,2

Tableau 2 : Variations mensuelles et annuelles de l'Humidité relative de l'air, dans la station de Tizi-Ouzou. Période 1996-2007.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
1996	72	76	73	70	69	66	53	58	62	72	69	74	68
1997	71	74	65	65	64	53	54	53	59	69	76	78	65
1998	77	78	70	68	77	61	53	55	62	70	80	80	69
1999	81	80	73	68	66	57	51	55	61	65	78	82	68
2000	83	75	68	65	70	60	49	43	57	72	73	75	66
2001	80	78	65	69	71	47	49	51	62	61	75	81	66
2002	82	65	74	75	65	51	56	11	50	64	77	80	63
2003	82	82	75	78	75	56	52	50	67	73	74	77	70
2004	80	75	79	72	78	64	57	56	58	64	82	81	71
2005	85	81	81	76	68	60	53	58	67	71	79	81	72
2006	81	81	74	69	72	57	52	61	63	66	70	83	69
2007													

Tableau 3 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la station de Tizi-Ouzou. Période : 1996-2007.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1996	155,4	219,0	63,2	157,6	55,1	22,4	3,6	7,8	37,7	102,3	64,8	76,4	970,3
1997	51,2	15,7	24,7	78,8	27,5	3,7	0,8	16,6	42,3	89,4	202,7	153,9	707,3
1998	49,8	163,6	64,9	98,5	231,8	1,0	0	2,8	34,8	87,1	132,7	92,9	959,9
1999	122,9	92,6	75,3	19,6	40,5	1,3	0	2,3	32,6	15,4	149,0	219,2	770,7
2000	20,5	5,1	6,5	38,3	56,6	6,4	0	0,2	5,3	51,5	78,4	68	336,8
2001	231,6	73,7	4,0	41,2	45,8	0	0	2,1	35,4	8,6	5,2	63,2	510,8
2002	76,2	33,0	47,1	53,8	46,1	1,7	2,5	29,6	31,0	39,2	271,9	286,1	909,2
2003	303,5	106,0	59,3	128,6	34,3	1,2	3,2	3,3	21,3	67,7	78,0	166,9	973,3
2004	127,7	52,2	104	86,4	146,1	4,7	0	10,2	36,9	36,4	106,9	197,4	908,9
2005	148,7	37,5	30,3	68,5	1,5	0,1	0,6	1,7	20,0	57,5	72,2	87,2	525,8
2006	142,5	169,4	35,0	20,2	78,1	5,6	2,4	2,7	36,5	18,6	7,3	170,5	688,8

Annexe 4 : Répartition des visites effectuées par chaque famille d'Apoïdes sur les différentes familles végétales et des visites reçues par chaque famille végétale par les différentes familles d'Apoïdes.

	Colletidae			Andrenidae			Halictidae			Apidae			Megachilidae			Total
	N	% 1	% 2	N	% 1	% 2	N	% 1	% 2	N	% 1	% 2	N	% 1	% 2	
Asteraceae	23	14,6	1,98	213	87,6	18,4	339	75,6	29,2	293	46,8	25,3	290	80	25	1158
Boraginaceae	0	0	0	0	0	0	3	0,6	2,3	120	19,2	91,6	8	2,2	6,1	131
Rosaceae	43	27,7	37	1	0,4	0,8	4	0,6	3,4	42	6,70	36,2	26	7,2	22,4	116
Fabaceae	0	0	0	5	2	6	10	2,2	12	59	9,42	71	9	2,5	10,8	83
Umbelliferae	88	56	83,8	0	0	0	14	3,1	13,3	1	0,16	0,95	2	0,5	1,9	105
Lamiaceae	0	0	0	0	0	0	28	6,2	43,7	34	5,43	53,1	2	0,5	3,1	64
Brassicaceae	1	0,6	2,5	8	3,3	20	23	5,1	57,5	8	1,27	20	0	0	0	40
Dipsacaceae	0	0	0	0	0	0	12	2,6	38,7	14	2,23	45,1	5	1,4	16,1	31
Liliaceae	0	0	0	1	0,4	3,8	0	0	0	24	3,83	92,3	1	0,2	3,8	26
Oxalidaceae	0	0	0	6	2,4	27,2	1	0,2	4,5	11	1,75	50	4	1,1	18,1	22
Ranunculaceae	2	1,2	11,1	4	1,6	22,2	5	1,1	27,7	4	0,63	22,2	3	0,8	16,6	18
Amaryllidaceae	0	0	0	1	0,4	8,3	0	0	0	10	1,59	83,3	1	0,2	8,3	12
Papaveraceae	0	0	0	3	1,2	25	4	0,8	33,3	5	0,79	41,6	0	0	0	12
Convolvulaceae	0	0	0	0	0	0	5	1,1	83,3	1	0,16	16,6	0	0	0	6
Valerianaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1,4	1	5
Campanulaceae	0	0	0	1	0,4	25	0	0	0	0	0	0	3	0,8	75	4
Malvaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	1	1
Total	157			243			448			626			360			1834

N : nombre de visites florales.

(%) 1 : pourcentage calculé par rapport à l'ensemble des visites florales effectuées par chaque famille d'abeilles.

(%) 2 : pourcentage calculé par rapport à l'ensemble d'abeilles butinant chaque famille botanique.

Annexe 5 : Familles végétales visitées par les Colletidae (période 1999-2002)

Familles végétales	<i>Colletes similis</i>	<i>Hylaeus (Patagita) sp.</i>	<i>Hylaeus (Dentigera) sp.</i>	<i>Hylaeus meridionalis</i>	<i>Hylaeus pictus</i>	Total	Nombre d'espèces
Asteraceae	20	3	0	0	0	23	2
Boraginaceae	0	0	0	0	0	0	0
Rosaceae	0	42	0	0	6	48	2
Leguminosae	0	0	0	0	0	0	0
Umbelliferae	0	1	54	4	0	59	3
Lamiaceae	0	0	0	0	0	0	0
Brassicaceae	0	1	0	0	0	1	1
Dipsacaceae	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculaceae	2	0	0	0	0	2	1
Convolvulaceae	0	0	0	0	0	0	0
Valerianaceae	0	0	0	0	0	0	0
Campanulaceae	0	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	0	0	0	0	0	0	0
Total	22	47	54	4	6	133	

Annexe 6 : Familles végétales visitées par les Andrenidae (période 1999-2002)

	Asteraceae	Boraginaceae	Rosaceae	Leguminosae	Umbelliferae	Lamiaceae	Brassicaceae	Dipsacaceae	Liliaceae	Oxalidaceae	Ranunculaceae	Amaryllidaceae	Papaveraceae	Convolvulaceae	Valerianaceae	Campanulaceae	Malvaceae	Total
<i>Andrena albopunctata</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Andrena assimilis barnei</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Andrena bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Andrena flavipes</i>	11	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Andrena fulvago</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Andrena lagopus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
<i>Andrena nigroaenea</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Andrena ocreata</i>	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5
<i>Andrena orbitalis</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Andrena poupillieri</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Andrena rhyssonota flava</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Andrena rufiventris</i>	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Andrena thoracica</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Panurgus calceatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Panurgus cephalotes</i>	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Panurgus pici</i>	172	0	0	1	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	180
Total	214	0	1	5	0	0	8	0	1	6	4	0	2	0	0	1	0	242
Nombre d'espèces	13	0	2	4	0	0	5	0	2	3	3	0	2	0	0	2	0	

Annexe 7 : Familles végétales visitées par les Halictidae (période 1999-2002)

	Asteraceae	Boraginaceae	Rosaceae	Leguminosae	Umbelliferae	Lamiaceae	Brassicaceae	Dipsacaceae	Liliaceae	Oxalidaceae	Ranunculaceae	Amaryllidaceae	Papaveraceae	Convolvulaceae	Valerianaceae	Campanulaceae	Malvaceae	Total
<i>Halictus fulvipes</i>	69	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
<i>Halictus gemmeus</i>	20	0	2	1	10	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	35
<i>Halictus pici</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Halictus scabiosae</i>	112	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
<i>Halictus simplex</i>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
<i>Halictus smaragdulus</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Lasioglossum soror</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Lasioglossum clavipes</i>	10	2	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	20
<i>Lasioglossum bimaculatum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	6
<i>Lasioglossum callizonium</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Lasioglossum aegyptiellum</i>	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Lasioglossum immunitum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lasioglossum malachurum</i>	37	1	0	0	1	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	46
<i>Lasioglossum mediterraneum</i>	2	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Lasioglossum pauperatum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	1	0	4	0	3	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
<i>Lasioglossum villosulum</i>	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	19
<i>Lasioglossum sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Nomioides facilis</i>	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
<i>Sphecodes pseudofasciatus</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Dufourea halictula</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	330	3	6	10	15	28	0	12	0	3	5	0	4	4	0	0	0	420
Nombre d'espèces	19	3	3	5	5	5	0	5	0	4	2	0	2	4	0	0	0	

Annexe 8 : Familles végétales visitées par les Apidae (période 1999-2002)

	Asteraceae	Boraginaceae	Rosaceae	Leguminosae	Umbelliferae	Lamiaceae	Brassicaceae	Dipsacaceae	Liliaceae	Oxalidaceae	Ranunculaceae	Amaryllidaceae	Papaveraceae	Convolvulaceae	Valerianaceae	Campanulaceae	Malvaceae	Total
<i>Anthophora dispar</i>	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>A. quadrifasciata</i>	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>A. albigena talaris</i>	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>A. plumipes pennata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	5
<i>A. plumipes plumipes</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Anthophora subterranea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Ceratina albosticta</i>	4	3	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	13
<i>C. callosa algeriensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ceratina cucurbitina</i>	115	29	41	3	0	30	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	223
<i>Ceratina saundersi</i>	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Ceratina parvula</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eucera decolorata</i>	5	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Eucera eucnemidea</i>	22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
<i>Eucera nitidiventris</i>	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	10
<i>Eucera nigrifacies</i>	17	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
<i>Eucera nigrilabris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eucera notata</i>	101	0	0	2	0	0	0	11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	117
<i>Eucera numida</i>	4	18	0	10	0	0	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	40
<i>Eucera pannonica</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
<i>Eucera parvula</i>	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Eucera pulveracea</i>	12	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Eucera spatulata</i>	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Xylocopa violacea</i>	2	1	0	6	0	0	0	2	6	0	0	5	0	0	0	0	0	22
<i>Xylocopa valga</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>X. iris cupripennis</i>	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Nomada basalis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tetralonia malvae</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Bombus terrestris</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Bombus ruderatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	1	2	0	0	0	0	11
Total	297	93	41	46	1	34	0	17	29	11	4	10	5	1	0	0	0	598
Nombre d'espèces	18	16	1	14	2	3	0	5	8	6	3	4	3	2	0	0	0	

Annexe 9 : Familles végétales visitées par les Megachilidae (période 1999-2002)

	Asteraceae	Boraginaceae	Rosaceae	Leguminosae	Umbelliferae	Lamiaceae	Brassicaceae	Dipsacaceae	Liliaceae	Oxalidaceae	Ranunculaceae	Amaryllidaceae	Papaveraceae	Convolvulaceae	Valerianaceae	Campanulaceae	Malvaceae	Total
<i>Anthidium sp.</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Anthidium diadema</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>A. manicatum barbarum</i>	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Rhodanthidium siculum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pseudoanthidium lituratum</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>I. ferrugineum discoidale</i>	4	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Anthocopa andrenoides</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anthocopa spinulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Chalicodoma sicula balearica</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	8
<i>Chelostoma sp.</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	3	1	17
<i>C. campanularum</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Chelostoma grande</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Creightonella albisecta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Heriades crenulatus</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Hoplitis perezii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lithurgus chrysurus</i>	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154
<i>Lithurgus cornutus</i>	16	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
<i>Megachile centuncularis</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Megachile fertoni</i>	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Megachile pilidens</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Megachile apicalis</i>	52	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
<i>Osmia fulviventris</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>O. caerulea cyanea</i>	5	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	15
<i>O. latreillei iberofrica</i>	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Osmia rufa</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	7
<i>Osmia tunensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Osmia notata</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Stelis punctulatisima</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Total	291	8	26	10	2	2	0	5	1	4	3	1	0	0	5	3	1	362
Nombre d'espèces	23	3	4	3	2	2	0	3	1	2	3	1	0	0	3	1	1	52

Tableau 10 : Nombre moyen de fleurs par pied de fève et par quadrat (1m²).

Journées d'observation	Nombre moyen de fleurs épanouies /pied				Nombre moyen de fleurs /m ²			
	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Moy. globale	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Moy. globale
12.03.03	6,8	8,5	8,7	8	170	212,5	217,5	200
15.03.03	18,1	21,3	20,4	19,9	452,5	532,5	510	498,3
17.03.03	21,5	21,2	25,3	22,6	537,5	530	632,5	566,6
19.03.03	27,9	25,4	24,7	26	697,5	635	617,5	650
22.03.03	31,4	32,9	27,2	30,5	785	822,5	680	762,5
24.03.03	35,0	30,1	33,3	32,8	875	752,5	832,5	820
26.03.03	29,2	27,4	25,2	27,3	730	685	630	681,6
28.03.03	23,7	25,7	32,9	27,4	592,5	642,5	822,5	685,8

Tableau 11 : Nombre total et nombre moyen d'abeilles enregistré à chaque heure de la journée (8h-16h) durant la période de floraison de *Vicia faba*. (Moyenne = Total / 7)

Heure	<i>Apis mellifera</i>			<i>Eucera pulveracea</i> ♂			<i>Eucera pulveracea</i> ♀			<i>Anthophora dispar</i>			<i>Xylocopa violacea</i>			Total	M
	T	M	±	T	M	±	T	M	±	T	M	±	T	M	±		
8h	14	2	1,29	2	0,28	0,48	5	0,71	0,75	2	0,28	0,48	1	0,14	0,38	24	0,68
9h	25	3,57	1,62	10	1,29	1,51	14	2	1,41	6	0,85	1,21	4	0,57	0,53	59	1,68
10h	32	4,57	1,51	25	3,51	2,0	28	4	2,45	8	1,14	1,67	2	0,43	0,53	95	2,71
11h	54	7,71	3,04	37	5,26	2,21	45	6,43	3,95	15	2,14	3,53	2	0,28	0,49	153	4,37
12h	83	11,85	5,76	46	6,51	3,15	58	8,28	2,87	6	0,85	1,21	3	0,28	0,49	196	5,6
13h	92	13,14	5,27	43	6,13	4,77	45	6,57	6,13	11	2	2,38	3	0,57	0,53	194	5,54
14h	95	13,57	6,35	46	6,51	5,91	66	9,43	6,16	14	2	2,58	4	0,57	0,53	225	6,43
15h	105	15	6,68	46	6,51	6,13	42	6	3,05	11	1,57	2,22	2	0,28	0,49	206	5,88
16h	59	8,43	5,28	45	6,43	3,41	57	8	4	7	1	1,15	3	0,43	0,53	171	4,88
T	559	8.87		300	4.76		360	5.71		80	1.32		24	0.39		1323	

T : Total ; M : Moyenne ; ±: Ecart type

Tableau 12 : Nombre total et nombre moyen d'abeilles enregistré chaque jour à l'issue de 9 comptages par jour durant la période de floraison de *Vicia faba*. (Moyenne = Total / 9)

Dates	<i>Apis mellifera</i>			<i>Eucera pulveracea</i> ♂			<i>Eucera pulveracea</i> ♀			<i>Anthophora dispar</i>			<i>Xylocopa violacea</i>			T	M. globale
	T	M	±	T	M	±	T	M	±	T	M	±	T	M	±		
15 / 03	60	6,66	4,53	23	2,55	2,65	32	3,55	2,60	3	0,33	1	4	0,44	0,53	122	1,69
17 / 03	88	9,77	9,57	29	3,22	2,86	27	3	2,59	0	0	0	7	0,78	0,44	151	3,35
19 / 03	96	10,67	6,34	61	6,78	6,34	73	8,11	5,32	0	0	0	9	1	0	239	5,31
22 / 03	81	9	6,40	40	4,44	2,69	46	5,11	3,85	12	1,33	0,71	1	0,11	0,33	180	4
24 / 03	82	9,11	6,60	74	8,22	5,82	78	8,66	4,74	0	0	0	4	0,44	0,53	238	5,28
26 / 03	88	9,77	5,63	37	4,11	2,71	67	7,44	5,81	38	4,22	2,68	0	0	0	230	5,11
28 / 03	64	7,11	4,28	36	4	2,55	37	4,11	3,26	27	3	1,73	0	0	0	164	3,64
M. globale		8,87			4,76			5,71			1,32			0,39			

T : Total ; M : Moyenne ; ±: Ecart type

Megachilidae



Megachile apicalis ♂: 7,2mm



Megachile apicalis ♀: 9,2mm



Paranthidium lituratum: 6,6mm



Anthidium diadema ♀ : 9,6mm



Osmia latreilli iberoafricana: 8,7mm



Osmia rufa ♀ : 12mm



Chalicodoma sicula balearica
(♀ à gauche : 12mm ; ♂ à droite : 8,8mm)



Chreightonelle albisecta ♂: 11,6mm



Chelostoma sp2. 7,2mm

Andrenidae



Andrena sp. 8mm



Chrysandrena fulvago ♀: 8,8mm



Lasioglossum malachurum ♀: 7,2mm

Halictidae



Halictus simplex (♂ à gauche : 9,2mm ; ♀ à droite : 10mm)



Halictus gemmeus ♀: 5,6mm

Apidae



Bombus terrestris ♀ : 17,2mm



Xylocopa violacea ♀: 20,5mm



Eucera pulveracea ♀ : 15,2mm



Eucera eucnemidea ♀ : 9,2mm



Eucera decolorata ♀: 9,6mm



Eucera pannonica : 10mm



Eucera sp.2 ♂ : 12mm



Eucera sp.1 ♂ : 9,2mm



Eucera numida ♀ : 12,8mm



Anthophora leucophaea : 13,6mm



Nomada basilis ♂ : 13,2mm



Ammobates oraniensis
melectoïdes: 9,2mm

Photographies originales de quelques apoïdes notés dans la région de Tizi-Ouzou durant la période de 1999 à 2003.