

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université MENTOURI Constantine

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences de la nature et de la vie

N° d'ordre :

N° de série :

Mémoire

PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER

EN ENTOMOLOGIE

Option

APPLICATION AGRONOMIQUE ET MÉDICALE

Contribution à la connaissance des abeilles sauvages

**(Hymenoptera ; Apoidea) dans les milieux naturels et cultivés de la
région de Khenchela**

Présenté par :

Noudjoud MAGHNI

Devant le jury :

Président : O. RACHED

Professeur Université MENTOURI Constantine

Rapporteur : K. LOUADI

Professeur Université MENTOURI Constantine

Examineurs : S. BERCHI

M.C. Université MENTOURI Constantine

S. HAMRA KROUA

M.C. Université MENTOURI Constantine

Soutenu le : 12 - 09- 2006

Introduction générale

Les abeilles et les bourdons constituent la superfamille des Apoidea. Ce sont des hyménoptères aculéates. La femelle possède un dard et est capable de piquer. Leur mode d'alimentation est très particulier puisque leurs larves sont exclusivement nourries de pollen plus ou moins mélangé de nectar. Quant aux adultes, comme presque tous les hyménoptères, ils se nourrissent de nectar. Les abeilles sauvages passent donc la plus grande partie de leur temps à visiter les fleurs pour se ravitailler. Les Apoidea se subdivisent en 7 familles qui se distinguent notamment par la morphologie de leurs appareils de collecte de pollen et de nectar. Ces différences impliquent une certaine spécialisation en ce qui concerne les fleurs butinées. En particulier, on distinguera des espèces à langue courte et des espèces à langue longue. Tandis que les premières butinent les fleurs à corolles simples et largement ouvertes (renoncules ou cerisiers par exemple), les suivantes se consacrent aux fleurs compliquées à corolles profonde ou même tubulaires (luzerne, lamiers ou orchidées, par exemple). A côté de ces espèces dites mellifères, il existe aussi des espèces cleptoparasites. C'est-à-dire des espèces qui détournent à l'usage exclusif de leurs propres larves, les provisions accumulées par une autre espèce de bourdon ou d'abeille. Les cleptoparasites ne collectent jamais de pollen (RASMONT et *al*, 1997). Aujourd'hui encore, on est loin de connaître complètement toutes ces abeilles. Si quelques espèces restent à découvrir, leur éthologie, leur biologie, leur répartition même sont encore très mal connues. La détermination est aussi un vrai problème pour avancer dans ce domaine (MOURET, 2006).

Peu de travaux ont été réalisés sur la faune des Apoidea de l'Algérie et lorsque des données existent dans la littérature, elles sont anciennes ou fragmentaires (SAUNDERS (1901-1908); ALFKEN (1914); SCHULTHESS (1924) ; LOUADI et DOUMANDJI (1998a et b); LOUADI (1999 a et b); BENDIFALLAH (2002); MAATALAH (2003); ARIGUE (2004) et BENARFA (2004)).

Dans ce cadre, notre étude porte plus spécifiquement sur la diversité et l'écologie des Apoidea sauvages, en participant à la connaissance des abeilles

sauvages à travers trois stations de la région de Khenchela. Elle brigue l'élaboration d'un inventaire des espèces existantes dans cette région qui n'a jamais été étudiée auparavant. L'objectif assigné dans ce travail est de traiter la répartition de ces taxons dans trois localités, le comportement de butinage de nombreuses espèces, et aussi les facteurs qui peuvent influencer les résultats de l'efficacité de butinage et de la pollinisation.

L'intérêt majeur de l'étude des Apoidea est le rôle clé qu'ils occupent dans les biotopes. En effet, ils contribuent de manière prépondérante à la pollinisation de nombreux végétaux. La majorité d'entre eux ne pourraient pas réaliser leur cycle de développement sans l'intervention des abeilles.

Ce mémoire est structuré en cinq chapitres. Le premier chapitre présente une revue bibliographique, divisée en quatre grandes parties. La première est une présentation générale des Apoidea. La seconde et la troisième partie sont consacrées à la classification et la bioécologie des Apoidea. La dernière partie s'articule sur la répartition biogéographique des abeilles à travers le monde.

Le second chapitre décrit la région d'étude; Afin de faciliter la lecture des résultats abordés par la suite. Dans le troisième chapitre, nous présentons le matériel et les méthodes utilisés lors des expérimentations réalisées dans les trois stations d'étude. Dans ce travail on a adopté la nouvelle classification des Apoidea établie par MICHENER (2000).

Le quatrième chapitre réservé aux résultats, aborde une étude de la faune des Apoidea et sa relation avec les plantes naturelles et cultivées. Il regroupe les résultats concernant les aires de répartition des Apoidea sauvages dans la région de Khenchela, la composition de la faune d'abeilles sauvages, la phénologie des Apoidea et l'étude des Apoidea par des indices écologiques. Ainsi que les résultats sur l'activité de butinage des Apoidea en milieu naturel.

Dans la discussion et la conclusion générale du cinquième chapitre, nous mettons l'accent sur les nouveautés enregistrées dans notre région d'étude avec une comparaison aux travaux effectués dans la région ouest paléarctique.

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les Apoidea

Les insectes constituent un monde à part, que nous avons, pour la plupart d'entre nous, du mal à comprendre. Ils comptent parmi les animaux les plus familiers de la planète. Rien de surprenant à cela lorsque l'on sait que les espèces existantes excèdent tous les autres groupes d'êtres vivants réunis. On a recensé jusqu'ici une infime partie du million, alors que l'on estime à cinq millions le nombre total d'espèces d'insectes vivants sur la planète. Il reste néanmoins que la plupart des insectes sont utiles à la continuation du monde qui nous entoure (MACQUITTY et MOUND, 1996).

Les insectes faisant partie des Hyménoptères englobent plus de 100.000 espèces connues mondialement (PAYETTE, 1996). Ils comptent parmi les ordres les plus importants des insectes viennent juste derrière les coléoptères pour le nombre d'espèces décrites (DELVARE et ABERLENC, 1989).

Les abeilles appartiennent à l'ordre des **Hyménoptères** caractérisé par deux paires d'ailes membraneuses, au sous-ordre des **Apocrites** ou **Petiolata**, l'abdomen et le thorax étant séparés l'un de l'autre par un fort étranglement (figure 1), ce sont des **Aculéates** ou porte aiguillon. Elles forment la super famille des **Apoidea**. Les antennes sont formées de 13 articles au plus (figure 4), la nervulation alaire est de type normal, quoique parfois réduite. La femelle possède un aiguillon caudal (PLATEAUX-QUÉNU, 1972).

Les apoïdes sauvages et domestiques comprennent un nombre élevé d'espèces ; 12000 pour FRIESE (1923), 15000 d'après STEVENS (1948), plus de 20000 pour MICHNER (1964 ; 2000) ; assurément, toutes n'ont pas encore été décrites (PLATEAUX-QUÉNU, 1972).

1.1- Caractères généraux des apoïdes

Les apoïdes sont de taille moyenne entre 2 à 29 mm, habituellement 5 à 20 mm. L'appareil de récolte est fréquemment une brosse de poils sur les tibias et les métatarses postérieurs. Le plus souvent, elle se situe sur les trois paires de pattes comme chez le genre *Halictus* (Halictidae). Les Megachilidae ont une brosse unique

abdominale. Les Apidae sociaux ont , au lieu de véritable brosse , une corbeille avec de longs poils incurvée sur les tibias postérieurs et une oreillette, dilatation de la base des métatarses, qui sert parfois de pince pour maintenir la cire (GRASSE, 1951). Les ailes antérieures ont de 2 à 3 cellules cubitales, généralement un stigma et 2 cellules discoïdales (Fig.02). L'appareil de couplage des ailes est d'un type classique mais très développé; il se compose de crochets, ou hamulies, en nombre variable, portés par la nervure costale des ailes métathoraciques (GRASSE, 1951). Leur vol est parfois très rapide et prolongé;

Il suffit pour reconnaître les mâles des femelles de consulter les nymphes immobiles aux organes repliés et de s'assurer de la longueur des antennes ou de compter le nombre des arceaux composant l'abdomen ou bien encore, par un examen plus méticuleux mais non plus efficace, de reconnaître la nature des organes sexuels (LECLERCQ, 2001).

Les nids des abeilles sauvages sont creusés en terre chez les genres primitifs; ailleurs, ils sont souvent installés sur les rochers, les branches ou dans le bois mort. Plus du tiers des espèces ne font ni récolte ni construction de nid et vivent en parasite des autres abeilles ce sont des cleptoparasites ou « pilleurs de nid ».

1.2 - Classification des Apoidea

Les apoïdes regroupent toutes les abeilles domestiques et sauvages et les espèces sociales, solitaires ou parasites. La majorité des abeilles sont endémiques alors que peu d'espèces ont été introduites ou domestiquées. L'entomofaune apoïdienne du monde est représentée par 7 familles. La classification la plus récente est celle de MICHENER (2000). La super familles des Apoidea compte sept familles: Stenotritidae, Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae, et Apidae. Les six 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 et hautement sociales (PAYETTE, 1996).

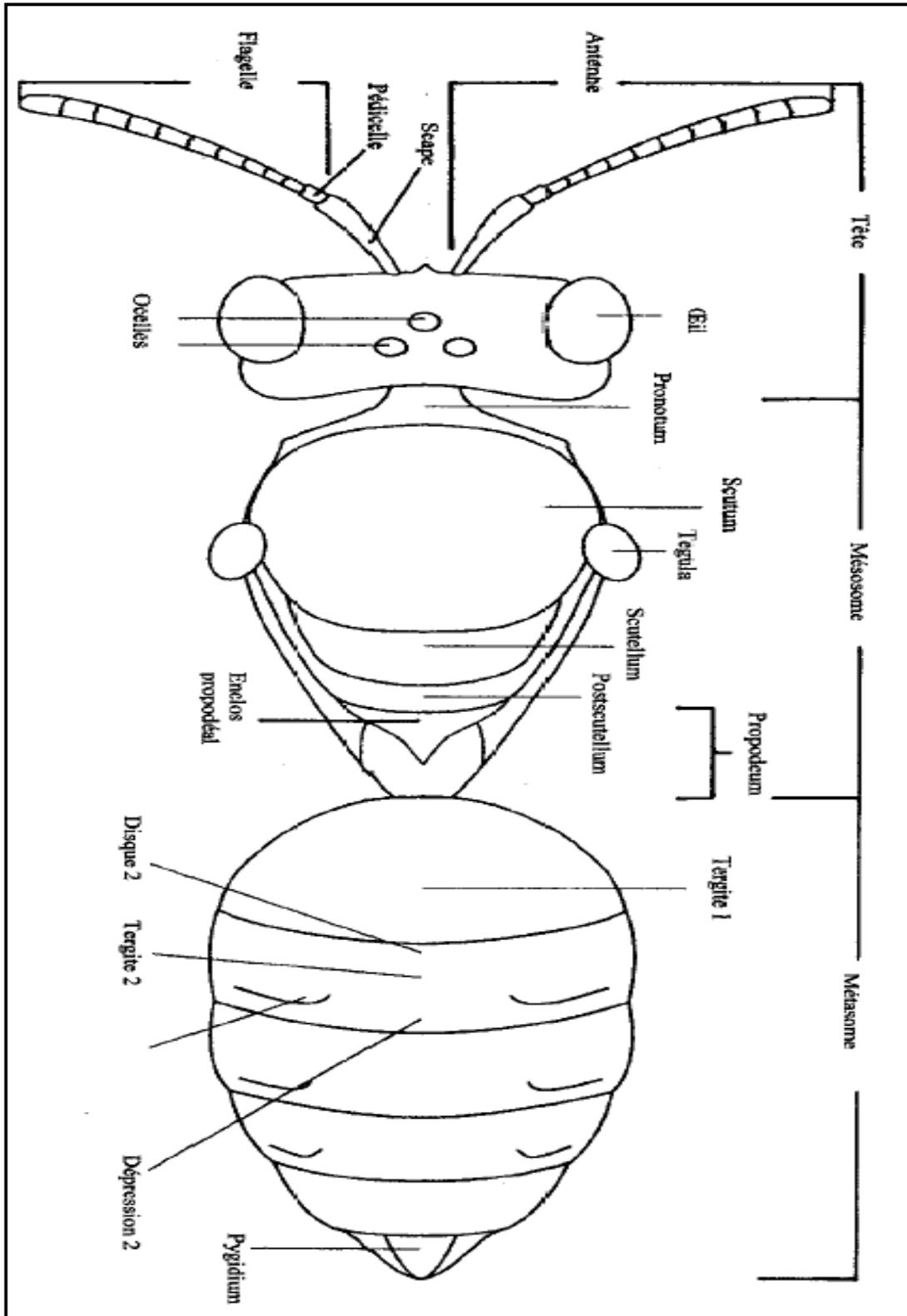


Figure 1. Structure générale d'un Apoidea (D'après SCHEUCHL, 1996).

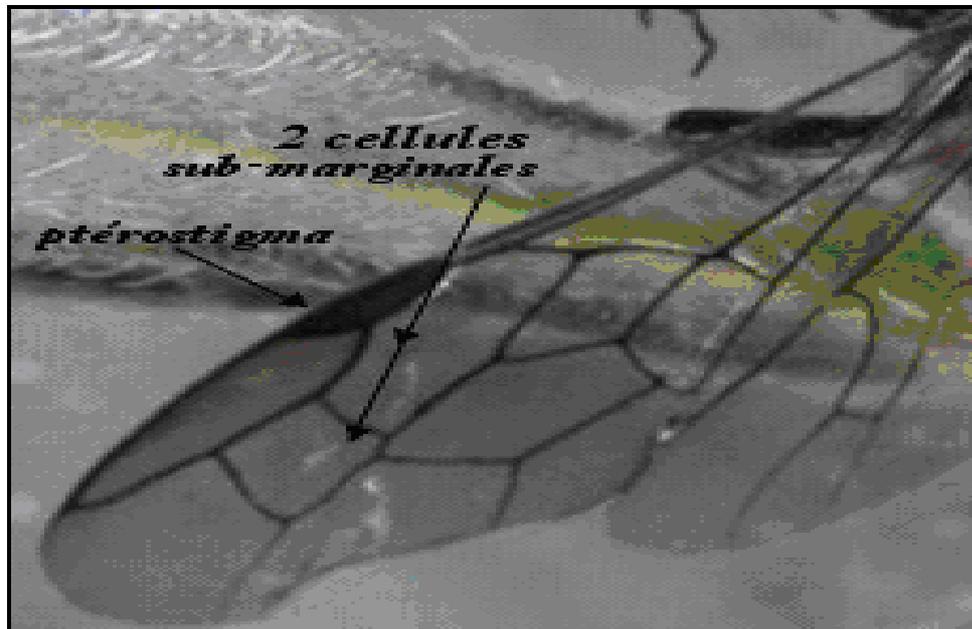


Figure 02 . Exemple à 2 cellules submarginales ou cubitales
(*Hylaeus, Panurgus, Megachile, Anthidium, Osmia, Chalicodoma, Eucera, Coelioxys...*)
(ANONYME, 2001)

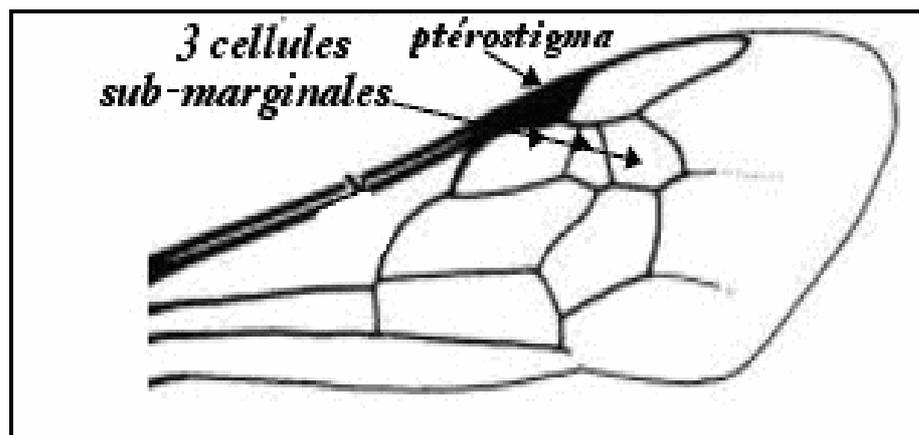
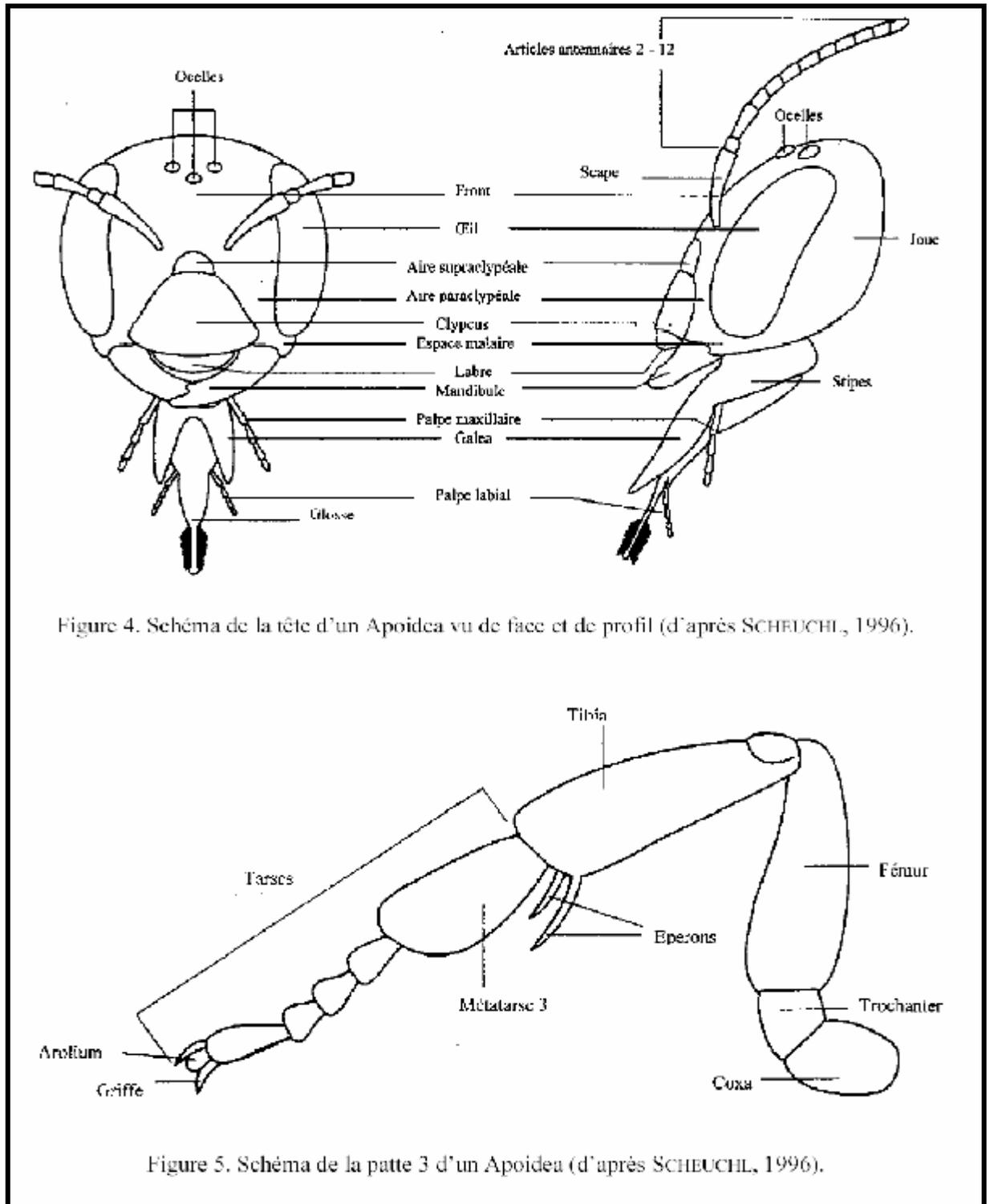


Figure 03. Exemple à 3 cellules submarginales ou cubitales
(*Colletes, Andrena, Halictus, Melitta, Nomada, Anthophora, Melecta,...*)
(ANONYME, 2001)



1.3 - Bioécologie des Apoidea

1.3.1- Cycle biologique

Contrairement aux colonies d'abeilles domestiques, celles des Bourdons vivent une seule année. Les reines, fécondées en fin d'été, hivernent cachées dans un abri (terrier, fente, crevasse, litière....). Au printemps chaque future fondatrice recherche activement un site où elle va établir sa colonie; elle y constitue un amas de pollen, sur lequel elle pond les premiers œufs, et construit un pot en cire pour le stockage du miel. Par la suite elle entame les divers travaux (alimentation des larves, butinage,...) qui seront accomplis plus tard avec l'aide des ouvrières. Les mâles et les jeunes reines apparaissent en été, quand la population atteint une certaine densité.

Le cycle des abeilles solitaires est tout à fait différent. Celles-ci passent l'hiver en diapause au stade larvaire, parfois aussi au stade adulte dans la cellule du nid où elles accomplissent leur développement. Au printemps pour les espèces printanières, en été pour les espèces estivales, mâles et femelles quittent les nids et s'accouplent. Les femelles édifient un ou plusieurs nids successifs, constitués chacun d'un certain nombre de cellules (rarement une seule), où elles pondent après avoir emmagasiné suffisamment de nourriture pour tout le développement de la larve. Trois cas peuvent se présenter:

- Chez les espèces monovoltines, présentant une seule génération annuelle, le développement des individus de ces nouveaux nés est interrompu par une période de repos jusqu'au printemps ou jusqu'à l'été suivant; la majorité des apoïdes solitaires suivent ce schéma de développement.

- Chez les espèces bivoltines, présentant deux générations par an.

- Chez les espèces partiellement bivoltines, une partie des larves se développent au cours de la bonne saison, se transformant en adultes qui se reproduisent ensuite; les autres larves subissent un arrêt de développement jusqu'à l'année suivante.

Dans le cas de quelques abeilles Megachilidae comme l'osmie *Osmia leaiana* (Kirby, 1802), on constate, chez une certaine proportion d'individus, l'existence d'une diapause beaucoup plus longue entraînant l'émergence tardive après un, voir même, deux ans.

Pour les Halictidae qu'elles soient solitaires ou sociales, les femelles sont fécondées à la fin de la bonne saison et, comme les bourdons, sont les seuls individus hivernant puisque les mâles meurent à l'automne (JACOB-REMACLE, 1990).

1.3.2- Ecologie

La majorité des abeilles sauvages sont des insectes thermophiles. Si elles se rencontrent dans tous les milieux, elles fréquentent d'avantage les habitats ouverts et ensoleillés. La présence d'une flore diversifiée leur est indispensable, de même que l'existence de sites de nidification appropriés. La régression des populations d'abeilles sauvages, importante dans certaine région, peut notamment s'expliquer par l'appauvrissement considérable et généralisé de la flore et par la carence en lieux propices à la nidification, c'est le cas dans les régions intensivement cultivées, où la flore entomophile est réduite à sa simple expression, refoulée aux bords des chemins et des routes, dans les bois résiduels, les prairies, les friches et les rares milieux semi-naturels. Au sein de tels paysages, les jardins peuvent prendre une grande importance dans la mesure où ils offrent une flore abondante et variée du début du printemps jusqu'à l'automne (JACOB REMACLE, 1990).

L'importance écologique des Apoidea est le plus souvent totalement mésestimée. On oublie trop souvent que la plupart des espèces de plantes à fleurs sont pollinisées par les apoïdes. Sans ces insectes il n'y aurait pas de multiplication de ces plantes (RASMONT, 1994).

1.3.2.1- Relations plantes-abeilles

Ces relations sont à bénéfice réciproque, puisque la plante est fécondée par le pollen transporté par l'insecte, tandis que l'abeille trouve sur la plante une nourriture sous forme de nectar et de pollen. Le rôle pollinisateur de l'abeille est essentiel, qu'il s'agisse de plantes cultivées dont les rendements intéressent l'agriculteur, ou de plantes sauvages dont la biodiversité est préservée grâce aux abeilles. De plus, les produits dérivés de l'activité des abeilles domestiques (miel, gelée royale, cire) assurent les revenus de la profession apicole. On comprend l'importance de maintenir aussi harmonieuses que possible ces interactions, même et surtout avec les changements amenés par l'Homme dans la gestion des agrosystèmes (THIERRY et *al.*, 2003).

Beaucoup plus récemment, l'utilité relative de différents groupes d'insectes a été caractérisée. Les pollinisateurs ont particulièrement retenu l'attention et sont maintenant de plus en plus couramment utilisés en lutte biologique et en pollinisation assistée (HAUBRUGE, 2001).

Parmi les différentes espèces de pollinisateurs, l'abeille domestique est celle qui contribue le plus, par son abondance à la pollinisation des 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 (PAYETTE., 1998).

Les abeilles dépendent entièrement des fleurs pour leur alimentation, elles peuvent être classées en trois catégories en fonction de leur spécificité alimentaire à l'égard du pollen:

- les espèces polylectiques, les plus nombreuses, s'approvisionnent en pollen sur un grand nombre de plantes appartenant à diverses familles.
- Les espèces oligolectiques récoltent du pollen sur un groupe de plantes appartenant à une même famille.
- Les espèces monolectiques n'exploitent qu'une seule espèce florale (JACOB- REMACLE, 1990).

Sur le plan écologique, les abeilles sont très utiles car elles participent à la pollinisation des plantes cultivées comme les arbres fruitiers, les légumes et le fourrage, mais également de nombreuses plantes sauvages.

Les agents de la pollinisation reçoivent un nectar riche en sucre, et du pollen riche en protéines, ce dernier étant produit en quantité suffisante pour que les fleurs n'en manquent pas. Cependant, certaines fleurs attirent les insectes pour d'autres raisons. Certaines orchidées imitent la forme des abeilles ou des guêpes ainsi, les mâles déposent du pollen à l'intérieur des fleurs lorsqu'ils essaient de s'accoupler à la fausse femelle (MACQUITTY et al., 1996).

Diverses fleurs ont été décrites dans la littérature comme servant de refuge de nuit pour les insectes (KEVAN, 1975, LOUADI, 1999a ; SEYMOUR, 2003 ; SAPIR, 2003), et notamment pour les abeilles solitaires mâles des genres *Eucera*, *Andrena*, *Osmia*, *Tetralonia*, *Perdita*, *Perditomorpha*, *Xenoglossa*, *Peponapis* et *Melitta* (SAPIR, 2003 ; BELLMANN, 1999).

Les fleurs sont donc absolument indispensables à la vie des abeilles, leur fournissant toute leur nourriture et, accessoirement, un lieu de rencontre pour les deux sexes et de sommeil pour certains mâles.

En revanche, les abeilles sont utiles aux fleurs. La fécondation croisée des fleurs est, en effet, assurée en grande partie par les insectes: volant d'une fleur à l'autre, ils jouent le rôle de transporteurs de pollen (PLATEAUX-QUÉNU, 1972).

1.3.2.2- Efficacité de butinage et de pollinisation

Il n'est plus nécessaire de rappeler l'importance économique de la pollinisation effectuée par les apoïdes (TERZO, 2000). Si on considère plus particulièrement le continent africain, on peut trouver dans la littérature quelques travaux démontrant l'importance économique des Apoidea. On peut citer par exemple le travail de TCHENGUEM FOHOUE et *al.*, (2002) sur les pollinisateurs du maïs (*Zea mays* L.) à Nkolbisson (Yaoundé, Cameroun). Malgré que cette plante soit anémogame et que les abeilles en visitent rarement les stigmates, ils ont démontré que les abeilles influencent positivement les rendements, de 3% pour les abeilles sauvages et de 21% pour l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.). Ils prouvent ainsi l'importance de ces pollinisateurs en Afrique, même pour les cultures de Poaceae (MICHEZ, 2002a.).

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 durant la journée, la période de floraison,.... 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 (PAYETTE, 1998).

La couleur de la fleur est aussi un caractère qui attire les pollinisateurs. Elle est effectivement fondamentale pour l'attraction optique des animaux vers la fleur. Les longueurs d'ondes correspondantes sont comprises dans le spectre visible ou non : certains pigments émettent dans l'ultraviolet, auquel sont sensibles les Apoidea (CAMPBELL, 1995 ; HERRERA et PELLMYR, 2002 ; TCHERKEZ, 2002).

1.3.2.3 - Les plantes visitées par les apoïdes

D'après le travail de JACOB-REMACLE (1989), il a constaté que parmi 49 familles de plantes visitées, celle des Asteraceae est la plus exploitée (1/3 des visites; 60% des espèces d'apoïdes recensées, avec un taux de 34,1%, cinq concentrent les deux autres tiers des visites : Les Glossulariaceae (9,1%), Apiaceae (6,6%), Rosaceae (y compris Amygdalaceae et Malvaceae "5,2%"), Brassicaceae et Campanulaceae (5,0%). La famille des Asteraceae, qui comprend le plus grand nombre de plantes visitées; est donc la plus importante pour les apoïdes. Les Travaux de LOUADI (1999a) montrent que les plantes spontanées visitées par les abeilles sont les suivantes: les Asteraceae, Brassicaceae, Cariophyllaceae, Lamiaceae, Boraginaceae, Malvaceae, Convolvulaceae, Fumariaceae, Oxalidaceae, Primulaceae, Liliaceae, Euphorbiaceae, Resedaceae, Papaveraceae, Renunculaceae, Fabacea et Apiaceae.

Il faut citer cinq grands groupes de plantes entomophiles cultivées :

- Les arbres fruitiers (pommier, poirier, cerisier, kiwi, prunier, amandier, pêcher, châtaignier).
- Les « petits fruits » (fraisier, framboisier, cassissier, groseillier).
- Les oléagineux (tournesol et colza), les légumes (melon, tomate).
- Les productions de graines et semences (luzerne, trèfle violet, trèfle blanc, féverole), les semences légumières (carotte, oignon, etc.) (TASEI, 1996).

1.3.2.4 – Nidification

La majorité des abeilles font leurs nids dans le sol. D'autres espèces utilisent des tiges creuses de plantes ou de branches d'arbres, comme les abeilles des genres *Hylaeus* (Colletidae) et *Ceratina* (Apidae). Certaines espèces d'Halictidae dont *Eugochlora pura* Say, font leurs nids dans du bois mort pourri. Les Megachilidae font leurs nids soit dans des tunnels à même le sol, dans des tiges de plantes ou dans des cavités préformées, comme des terriers creusés dans le bois par d'autres insectes (PAYETTE, 1998).

Les Abeilles peuvent être réparties en trois catégories en fonction de la localisation de leurs nids :

- Les espèces terricoles qui nidifient dans le sol.
- Les espèces xylocoles qui abritent leurs descendances dans du bois (mort ou ouvré), dans des tiges creuses ou des rameaux à moelle.
- Les espèces à nids libres entièrement construits par la femelle sur divers supports (Annexe 4).

Les nids d'abeilles peuvent être dispersés, groupés en petit nombre ou même former de véritables bourgades, souvent appelées à tort " colonies ", la densité des nids y est parfois impressionnantes (par exemple 40 nids par m²). De plus, on a pu mettre en évidence chez certaines espèces l'existence de "phéromones d'agrégation" émises par les femelles, substances qui incitent d'autres femelles à nicher au même endroit (JACOB-REMACLE, 1990).

D'une manière générale, les abeilles construisent plusieurs cellules; dont la forme varie d'une espèce à l'autre, d'un genre à l'autre, parfois même d'une famille à l'autre. L'architecture du nid ne présente pas la même constance et atteint, chez certaines espèces, un haut degré de complexité. Les divers types de nids sont définie par la position des cellules: elles sont soit construites bout à bout, soit pédonculées, soit sessiles, soit concentrées en un rayon souvent entouré d'une cavité. Les nids de ce dernier type semblent être les plus évolués par leur perfection morphologique (PLATEAUX-QUÉNU, 1972).

1.3.3- Effets des facteurs physiques sur les activités des abeilles

Il y a plusieurs facteurs physiques qui influencent la sortie et le vol des abeilles. L'importance du climat dans la régulation de la taille des populations d'insectes est connue depuis longtemps (BODENHEIMER, 1928; UVAROV, 1931). La température et l'humidité en particuliers sont connues pour affecter directement la mortalité, le taux de ponte et le temps de développement de la progéniture (CHAPMAN, 1999), mais leur effet peut aussi être indirect en affectant la disponibilité en nourriture et l'abondance et/ou l'efficacité des ennemis naturels (ROSENHEIM, 1998).

L'activité des apoïdes était dans l'ensemble plus importante lors des matinées fraîches, calmes et faiblement ensoleillées. Durant cette période de la journée, le taux d'humidité du pollen est maximum (MCGREGOR, 1976), ce qui est favorable à l'agglutination de ses grains et à sa récolte par les abeilles. Ceci expliquerait en partie

le fait que les taux de visites les plus élevés sont enregistrés dans la matinée pour les divers apoïdes. Les visites d'abeilles persistent par temps de fines pluies (ce qui favoriserait l'humidification du pollen pour son adhérence) et cessent lors des fortes pluies. Les vents violents sont à l'origine de certaines interruptions de visites (TCHENGUEM FOHOUE et *al.*, 2002). Les conditions climatiques ambiantes (température, précipitations, pressions atmosphériques, etc.) exercent une action cinétique directe sur les grandes fonctions physiologiques et les réactions comportementales des Insectes. Certains facteurs tels que la photopériode et la température exercent également un contrôle sur l'activité endocrinienne et peuvent, ainsi, indirectement, modifier la fécondité, le mode et le rythme de reproduction, la vitesse de développement. A l'action délétère des facteurs abiotiques, il convient d'ajouter celle des facteurs édaphiques, les reines de Bourdons effectuant une partie de leur cycle biologique au-dessous de la couverture végétale, et présentant alors des exigences quant à la structure, la texture et l'humidité du sol (POUVREAU, 1993).

1.3.3.1 -Température du sol

Les travaux de PLATEAUX-QUÉNU (1972) montrent que les abeilles primitives passent le plus souvent l'hiver dans le sol. Plusieurs Andrenidae et tous les Halictidae atteignent l'état imaginal avant la diapause hivernale. C'est le réchauffement du sol qui est le premier indice de l'apparition du printemps et, sans doute, l'un des facteurs d'entrée en activité.

1.3.3.2 -Température de l'air

D'après PLATEAUX-QUÉNU (1972), quelle que soit la température ambiante la plupart des abeilles primitives ont une activité matinale. Chez *Evyllaesus duplex*, l'activité du vol est intense de 7h30 à 11h30; elle diminue ensuite quoiqu'une deuxième faible pointe apparaisse en fin d'après-midi. SAKAGAMI et HAYASHIDA (1968) pensent que l'influence des facteurs microclimatiques, et surtout la température de la surface du sol, influencent l'activité des abeilles. Selon PESSON et LOUVEAUX (1984), les bourdons sont représentés particulièrement dans les régions froides et en altitude ils semblent bien adaptés au climat froid grâce à leur pilosité très dense. Ce phénomène est relié au pouvoir isolant thermique de cette pilosité.

En effet, le vol des abeilles est tributaire de la température ambiante (HEINRICH ET RAVEN, 1972), surtout pour les espèces de petite taille et peu poilues, incapables de réguler leur température thoracique (KAISER, 1995).

1.3.3.3 – L’Insolation

Les abeilles recherchent généralement le soleil. Les nids à l'entrée ombragée entrent en activité plus tard que les autres (LINSLEY, 1958 cité par PLATEAUX-QUÉNU, 1972). Les nuages ralentissent voire arrêtent l'activité des pourvoyeuses, les abeilles crépusculaires (du soir ou du matin) volent par temps nuageux. Les apoïdes en général fréquentent les endroits ouverts et ensoleillés et une flore diversifiée. Elles préfèrent nidifier dans des sites appropriés tel que les exposés à l'est, les sols légers et les sols secs parfois sans végétation (BATRA, 1984).

1.3.3.4 – Les Vents

Si le vent n'est ni trop fort ni trop froid, la plupart des abeilles continuent à voler, par temps ensoleillé. *Andrena erytronii* est active même les jours de vent si la température est élevée (MICHENER et RETTENMEYER, 1956 cité par PLATEAUX-QUÉNU, 1972).

Il est en effet curieux que plusieurs espèces de graminées tropicales libèrent le pollen très tôt le matin, c'est-à-dire à un moment qui n'est pas très favorable à la pollinisation anémogame. C'est la période de la journée généralement la plus calme. Dans ces conditions, la pollinisation est insuffisante s'il n'y a pas intervention des abeilles. Or les conditions physiques qui règnent dans la matinée sont particulièrement favorables à l'activité de ces insectes qui contribuent fortement à la libération d'une grande quantité de pollen qui va se déposer de manière optimale sur les stigmates (PLATEAUX-QUÉNU, 1972).

1.3.3.5 – Les pluies

Les femelles de *Dialictus zaphyrus* continuent à récolter du pollen quand il bruine. Si la pluie tombe, elles rentrent au nid. Une averse peut être catastrophique pour les femelles d'*Andrena* surprises sur les fleurs (PLATEAUX-QUÉNU, 1972).

1.4- Répartition biogéographique des Apoidea

La biogéographie qui étudie la répartition des êtres vivants sur la terre a pour but l'analyse des raisons de la distribution d'un taxon à un moment et à un endroit donnés (BARBIER et RASMONT, 2003).

Allant de pair avec l'approche systématique, l'étude des distributions entomologiques a constitué un sujet de recherche privilégié en Entomologie. Une des exploitations des collections constituées et conservées, est, en effet, la définition des aires de distribution des espèces, de leurs limites et particulièrement de leur évolution dans le temps (HAUBRUGE, 2001).

La terre est divisée en six grandes zones zoogéographiques, chacune caractérisée par une faune particulière :

➤ La région néotropicale, qui couvre la partie sud du Mexique, les Antilles, l'Amérique centrale et toute l'Amérique du Sud;

➤ La zone indo-malaise ou orientale couvre l'Inde, la Birmanie, la Thaïlande, l'Indonésie et les Philippines ;

➤ La zone africotropicale comprend toute l'Afrique subsaharienne ;

➤ La zone australienne qui couvre l'Australie, la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Guinée et les îles de l'Océanie ;

➤ La zone néo-arctique, avec le Groenland, l'Amérique du Nord jusqu'à Mexico ;

➤ La zone paléarctique couvre l'Europe, la région de l'Asie située au nord de l'Himalaya et les déserts septentrionaux de l'Afrique (ANONYME, 2005a.). Ces deux dernières zones constituent la zone holarctique.

On dénombre une faune mondiale d'abeilles de plus de 20 000 espèces, dont environ 3 500 en Amérique du Nord, incluant au moins 1 000 espèces au Canada (GOULET et HUBER, 1993) et près de 350 au Québec (KROMBEIN et *al.* 1979). Pour chacune des six familles d'abeilles présentes au Québec, on évalue approximativement le nombre suivant d'espèces: Colletidae (25), Andrenidae (75), Halictidae (80), Melittidae (3), Megachilidae (70) et Apidae (90). Parmi ces espèces d'abeilles, certaines ont une distribution holarctique (Amérique du Nord) et paléarctique (Europe et Afrique). D'autres espèces, dont l'abeille domestique et

l'abeille découpeuse de la luzerne (*Megachile rotundata* F.) ont été introduites (PAYETTE, 1996).

Les Apoidea sont souvent scindés en deux groupes de familles distincts: les taxons à pièces buccales longues et ceux à pièces buccales courtes. Ce second sous-ensemble regroupe les Andrenidae, Halictidae, Colletidae et Stenotritidae. Les Andrenidae (environ 4000 espèces mondiales) comprennent 03 sous-familles: Andreninae, Oxaeinae et Panurginae (PATINY, 2003a.). Deux des trois sous-familles sont présentes dans l'ancien monde: Les Andreninae et les Panurginae. La première est, au niveau Paléarctique, monogénérique, rassemblant les nombreux sous-genres (plus de 50) et espèces (plusieurs centaines) d'*Andrena* F., 1775. Les Panurginae, à l'inverse, sont moins diversifiées au niveau spécifique (moins de 200 espèces connues) mais comptent un nombre bien plus grand de genres (13 ont été décrits) (PATINY et GASPARD, 2000b.). Les Oxaeinae rassemblent deux genres; *Oxaea* (Klug, 1807) avec 08 espèces; c'est un genre tropical, réparti entre le Brésil et le sud de Mexico " (HURD et LINSLEY, 1976) et *Protoxaea* (Cockerell et Bagagiste, 1899) avec 03 sous-genres est 11 espèces, ce genre s'étend des Etats-Unis en Argentine.

Le genre *Panurginus* Nylander, 1848 comprend, dans l'état actuel des connaissances, 24 espèces paléarctiques et 18 néarctiques. C'est l'un des trois plus diversifiés parmi les Panurginae de l'Ancien Monde (PATINY, 2002).

Quatre espèces du genre *Plesiopanurgus* (CAMERON, 1907) ont été décrites à ce jour. Un seul de ces taxons, le dernier découvert, *Plesiopanurgus zizus* (WARNCKE, 1987), est marocain; les autres espèces; *Plesiopanurgus cinerarius* (CAMERON, 1907), *Plesiopanurgus richteri* (SCWAMMBERGER, 1971) et *Plesiopanurgus ibex* (BAKER, 1972) sont originaires de régions plus orientales, la Turquie et l'Iran (PATINY, 1998 b).

La littérature sur les Melitturga est quasiment inexistante. Les espèces de ce genre ont été, le plus souvent, traitées par les auteurs à l'occasion de publications générales (PATINY, 1998a). *Melitturga* sont des taxons ouest-paléarctiques typiques. On ne connaît, en effet, que peu d'espèces de ce genre dans cette sous-région et tous les sous-genres connus y sont représentés. Dans ce cadre, les *Australomelitturga* constituent un cas particulier, on connaît une seule espèce ouest-paléarctique. La majorité des espèces de ce sous-genre est restreinte à la partie australe occidentale de l'Afrique. La distribution du sous-genre *Melitturga* s'étend dans toute la région Paléarctique, de la Chine orientale et au centre de la Péninsule

Ibérique. Les *Australomelitturga* étant absentes d'Europe et les *Melitturga* s.str. n'existant pas en Afrique du nord, les *Petrusianna* par leur présence simultanée en Europe et en Afrique permettent de postuler l'unité de la distribution générique et suppriment toute disjonction intercontinentale. En Europe, au nord de la méditerranée, les *Petrusianna* sont sympatriques des *Melitturga* le long d'une large zone courbe entre l'Espagne et la Turquie. A l'opposé, en Algérie septentrionale, au Maroc et en Tunisie, le même sous-genre est sympatrique de *M.albescens* (Pérez, 1895) (PATINY et GASPAR, 2000a.).

Contrairement aux deux autres sous-genres dont les distributions sont continues ou montrent des disjonctions peu étendues (interprétables comme les conséquences d'un trop faible échantillonnage des zones concernées), les *Australomelitturga* ont une répartition bipolaire partagée entre une entité australe étendue en Angola, Namibie, Botswana et Afrique du Sud et une autre septentrionale dans la partie périsaharienne de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie. Par ailleurs, WARNCKE (1989) a capturé *M.albescens* (Pérez, 1895) dans le Hoggar, réduisant de ce fait la disjonction entre les Pôles nord et sud de la distribution subgénérique. Une caractéristique majeure de la distribution des *Australomelitturga* est donc de présenter une disjonction très importante entre le Hoggar et le sud de l'Angola (environ 4300km). Au vu de la méconnaissance générale de l'entomofaune saharienne et sud-africaine, on peut penser que d'autres données réduiront encore cette disjonction. Il est toutefois probable, du fait des préférences éco-éthologiques des *Melitturga*, que la zone forestière équatoriale restera stérile de données (PATINY. et GASPAR, 2000a.).

Les Halictidae sont distribués mondialement et comptent environ 3 500 espèces (PAULY et MUNZINGER, 2003), comprennent 4 sous-familles: Halictinae, Nomioidinae, Nomiinae et Rophitinae (MICHENER, 2000). La sous-famille des Halictinae est la plus vaste. Elle comprend presque 2000 espèces estimées, uniquement 150 ont été étudiées (BATRA, 1987). La plupart des espèces de la sous-famille Nomiinae, appartiennent à l'ancien monde et sont placées dans le genre *Nomia*, c'est une sous-famille très peu étudiée. 12 genres de Nomiinae sont avérés à Madagascar, au total 37 espèces ont été reconnues. Ces espèces appartiennent à 12 genres, soit un peu plus de la moitié des genres du continent africain (PAULY, 1991). Parmi les Rophitinae, *Dufourea* Lepeletier, 1841 constitue le genre le plus diversifié, avec 125 espèces, et 13 sous-genres selon EBMER (1984,

1993) et WARNCKE (1979) dans la région Holarctique (PATINY, 2003b). La plupart des abeilles tropicales du genre *Lipotriches* (Gerstaecker, 1858) (au sens strict de PAULY (1990), non au sens élargi de MICHENER (2000) sont spécialisées dans la récolte du pollen de graminées. Le genre renferme une soixantaine d'espèces en Afrique, une quinzaine d'espèces en Asie et trois en Australie (TCHUENGUEM FOHOUE et *al.*, 2004).

Les Colletidae, les plus primitives des apoïdes, (environ 3000 espèces mondiales) creusent leur nid dans le sol. La famille se produit sur tous les continents mais davantage diversifiée dans le continent australien et sud-américain. Dans la région holarctique, seulement deux genres (notamment *Colletes* et *Hylaeus*) sont connus. Leur langue est courte. Ils sont répartis en plusieurs sous-familles: Colletinae, Diphaglossinae, Euryglossinae, Hylaeinae et Xerromelissinae. La sous-famille des Euryglossinae existe en Australie, elle est représentée par 27 genres dont 04 sont retrouvés en Tasmanie (MICHENER, 1965). La sous-famille des Hylaeinae est reconnue dans les régions tempérée, subtropicale et australienne avec le genre *Hylaeus* (Fabricius, 1793). Ce genre est presque dépourvu de poils de récolte. Il existe 11 sous-genres en zone paléarctique (POPOV, 1939). La sous-famille des Colletinae renferme 27 genres en Australie dont *Colletes* est le plus abondant. Il existe dans la région holarctique. Ce genre est représenté en France par 22 espèces, en Suisse par 14 espèces et en Belgique par 08 espèces (MICHENER, 1944, RASMONT et *al.*, 1995). La sous-famille des Diphaglossinae est subdivisée en trois tribus: Caupolicanini, Diphaglossini Et Dissoglottini; qui sont principalement américaines. La sous-famille des Xeromelissinae est subdivisé en deux tribus: Chilicolini et Xeromelissini. Les deux sont limitées à la région néotropicale.

La famille des Stenotritidae comporte deux genres australiens, avec un total de 21 espèces. Bien que des Stenotritidae aient été souvent placés dans les Colletidae. Le premier genre *Ctenocolletes* Cockerell, 1929 est représenté par 10 espèces. Le deuxième genre *Stenotritus* Smith, 1853 renferme 11 espèces (RAJIV, 2003).

Les Apidae se distinguent par une longue langue cylindrique, souvent 3 cellules cubitales et un vol rapide et bruyant. Les Apidae se composent de plusieurs sous-familles dont les Xylocopinae, les Nomadinae et les Apinae. Cette dernière sous-famille englobe l'abeille domestique et les différentes espèces de bourdons, tous

des insectes sociaux vivant en colonie. Elles sont robustes et poilues avec des glosses longues et fines.

Les Anthophorinae (environ 4200 espèces mondiales); 3 à 28 mm. Les Anthophores du sous genre *Petalosternon* sont peu fréquents en Europe occidentale, Dans l'ouest de l'Afrique du nord (Maghreb), 07 espèces sont connues, en plus d'*Anthophora calcarata* (Lepeletier, 1841) et *A. crassipes* (Lepeletier, 1841) (RASMONT, 2001).

Les cératines (Ceratinini) sont des abeilles solitaires de petite taille (3-15 mm), à la cuticule noire ou dotée de vifs reflets métalliques et à la pilosité rare. Toutes les espèces paléarctiques et orientales appartiennent au genre *Ceratina* (Latreille, 1802). Ce genre est cosmopolite et ses espèces sont regroupées en sous-genres. Ces derniers présentent généralement une distribution restreinte (MICHENER, 2000). Ainsi, la majorité des espèces de la région ouest-paléarctique appartiennent au sous-genre *Euceratina* Hirashima (Moure et Daly, 1971). Ce sous-genre est très diversifié dans le bassin méditerranéen (DALY, 1983; TERZO, 1998; TERZO et ORTIZ-SANCHEZ, 2004). En région est-paléarctique, ce sont les espèces du sous-genre *Ceratina sensu stricto* qui sont les plus abondantes (HIRASHIMA 1971). En région orientale, c'est le sous-genre *Ceratinidia* qui est le plus diversifié (VECHT, 1952). Le sous-genre *Pithitis* Klug y est également abondant bien qu'un plus grand nombre encore d'espèces de ce sous-genre sont aussi présentes en Afrique subsaharienne et en péninsule arabe (TERZO et RASMONT, 2004).

Les Eucerini sont très mal connues et actuellement, le seul moyen de les déterminer est d'utiliser les travaux trop anciens, puis de comparer les identifications aux types. Par bonheur pour les entomologistes de France, un grand nombre de taxons ont été décrits par des spécialistes français. De ce fait, beaucoup de types sont conservés au Muséum National d'Histoire Naturelle, à Paris. Les eucères de France comportent deux genres : *Eucera* Scopoli, 1770, à deux cellules submarginales (ou cubitales) et *Tetralonia* Spinola, 1838 (= *Macrocera* Latreille) qui en présente trois (BANASZAK et RASMONT, 1994).

Les Megachilidae possèdent des glosses longues et fines. Le pollen est récolté et transporté dans une brosse de poils située sous leur abdomen, sauf chez les espèces cleptoparasites. Elles font leurs nids dans des tunnels à même le sol, dans des tiges de plantes ou dans des cavités préformées comme des terriers creusés dans le bois par d'autres insectes (PAYETTE, 1996).

On trouve des membres de la famille des Megachilidae sur tous les continents (environ 3000 espèces mondiales), où ils sont communs et diversifiés. En Amérique, ces abeilles sont présentes de l'Alaska à la Terre de Feu (O'TOOLE et RAW, 1991).

Les Melittidae se distinguent des autres familles d'Apoidea par une langue courte présentant des palpes labiaux cylindriques à segments de longueurs égales, un submentum échancré en forme de V et des scopae limitées aux tibias et aux métatarses postérieurs. Les Melittidae sensu MICHENER (1981, 2000) comprennent 03 sous familles : Melittinae, Meganomiinae et Dasypodinae. Actuellement, ces taxons regroupent 14 genres, comprenant les 135 espèces décrites (MICHEZ., 2002b.).

Au contraire des Apoidea que l'on retrouve sur l'ensemble de la planète à l'exclusion de régions polaires, les Melittidae sont distribués uniquement sur trois régions zoogéographiques: éthiopienne, néarctique et paléarctique (MICHENER, 1981).

Les Melittidae sont représentés dans la sous région ouest- paléarctique par trois genres: *Melitta* (Kirby, 1802) "17 espèces", *Macropis* (Panzer, 1809) "03 espèces" et *Dasypoda* (Latreille, 1802) "18 espèces". Comme la grande majorité des Apoidea, les Melittidae sont thermophiles. La grande partie des 38 espèces est donc concentrée autour du bassin méditerranéen (MICHEZ et PATINY, 2002).

Pour les *Dasypoda*, 10 espèces sont connue d'Espagne, et seulement 06 de France. Concernant *D. albimina* (PEREZ, 1905), les informations biogéographiques recueillies par ORNOSA et al, (1998) ; RASMONT et al., (1995) indiquent un endémisme au niveau de la péninsule Ibérique. Toute fois des données récentes recueillies par MICHEZ et al., (2003) ont permis de mettre en évidence la présence de *Dasypoda albimina* (PEREZ, 1905) en France et au Maroc.

D'après les données biogéographiques, *Dasypoda hirtipes hirtipes* (Fabricius, 1973) est distribuée du Nord au sud : de la Finlande à l'Espagne, et d'est en ouest : de la Turquie à la façade atlantique. De même, on trouve *D. hirtipes graeca* (Lepelletier, 1825) dans la péninsule balkanique, en Bulgarie et sur les côtes occidentales de la Turquie. *D. hirtipes canariensis* (Warncke, 1973), *D. hirtipes oraniensis* (Pérez, 1895) et *D. hirtipes panzeri* (Spinola, 1938) sont les trois sous-espèces Nord-africaines, les deux premières distribuées à l'Ouest de l'Atlas, la troisième à l'Est de cette chaîne montagneuse. Enfin *D. hirtipes minor* constitue les populations les plus orientales de la sous-région ouest-paléarctique (MICHEZ, 2002a.).

Chapitre 2 : Présentation de la région d'étude

Cette étude a pour cadre la wilaya de Khenchela, soit une wilaya du nord-est Algérien, dans la région des Aurès.

L'inventaire des insectes Hyménoptères apoïdes pollinisateurs est réalisé en 2004 et 2005 dans 03 stations où de nombreux paramètres biotiques et abiotiques interviennent dans la détermination de l'efficacité des espèces en tant qu'agents de pollinisation. Chaque facteur du milieu doit être mesuré et étudié en fonction de tous les autres facteurs car ils agissent tous de façon simultanée (DAJOZ, 1985).

2.1- Situation géographique

La wilaya de Khenchela est située au nord-est Algérien dans la région des Aurès (35°28'N 7°5'E), elle occupe une position géographique entre la chaîne steppique et les hauts plateaux, ce qui lui donne un caractère forestier agropastoral et saharien. Elle est entourée par les wilayas d'Oum el bouaghi et Tebessa à l'est, Batna et Biskra à l'ouest, et El oued au sud (ANONYME, 2004a). Elle s'étend sur une superficie de 9715 Km², elle a bénéficié d'un milieu physique diversifié mais hostile, et détient une altitude des plus élevées du nord Algérien 2326 m (Chelia) (ANONYME, 2002).

Par sa position géographique (piémont des Aurès), elle offre 04 régions naturelles qui lui confèrent des Activités variées, ces quatre zones consistent en :

- Une zone de montagnes; occupant une superficie de 169.000 hectares (17% de la surface totale dont 127.000 de forêts et maquis.
- Une zone de steppe; couvrant une superficie de 526.316 ha (54% de la surface totale).
- Une zone de plaine d'une superficie de 145.000 ha. Celle-ci renferme le bassin céréalier (environ 70.000 ha). On y exploite aussi des cultures maraîchères et fruitières à un degré moindre.
- Une zone saharienne caractérisée par une superficie de 110.000 ha; on y pratique essentiellement des céréales et du maraîchage en irrigué (légumineuse et cucurbitacées) (ANONYME, 2000).

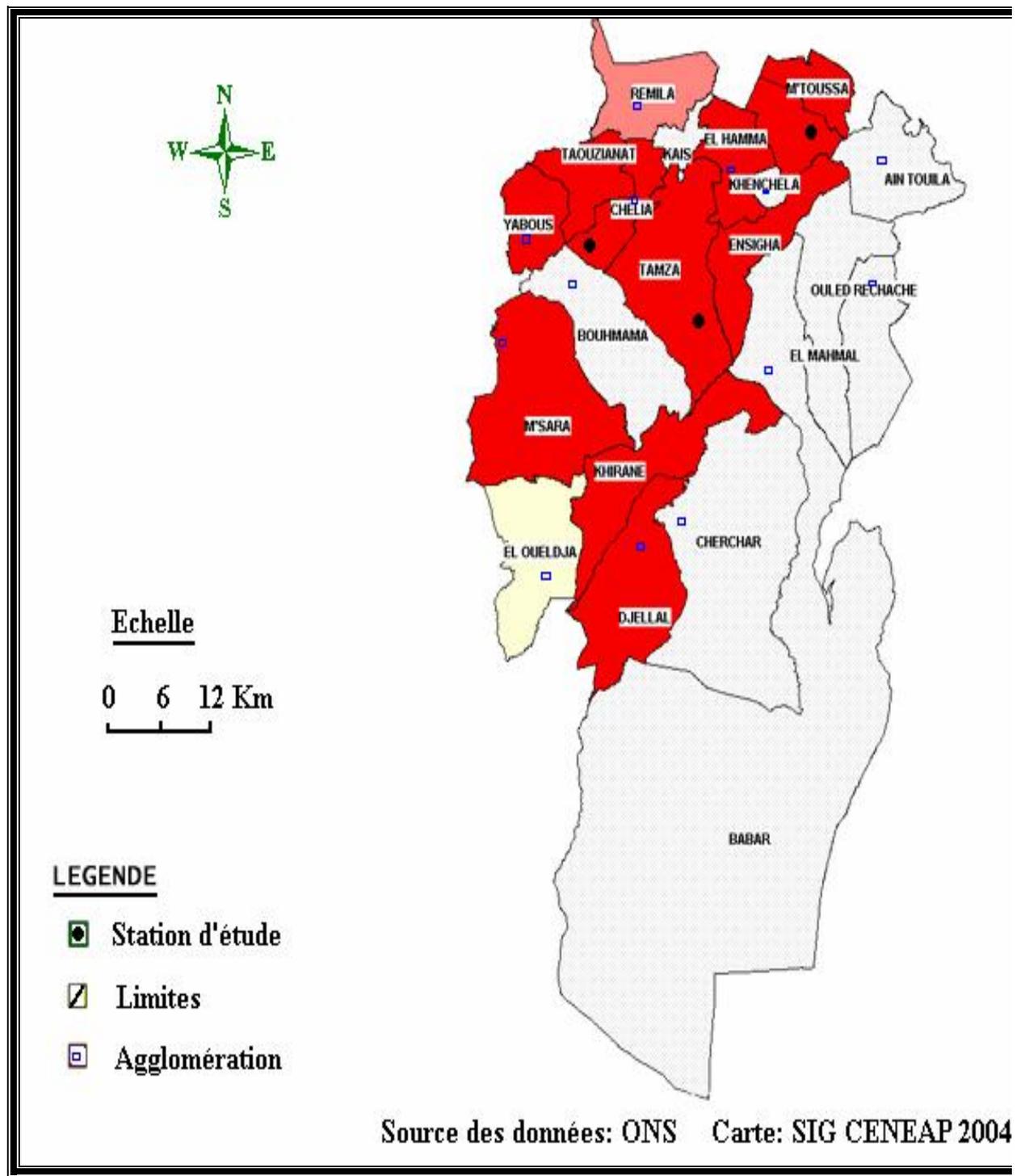


Figure 6. Carte géographique de la wilaya de Khenchela

2.2- Etude climatique

Les données climatiques utilisées pour l'analyse sont celles de la station météorologique "Office National Météorologique" de Khenchela.

2.2.1- La température

Grandeur physique qui mesure le degré de chaleur d'un corps ou d'un milieu (ANONYME, 2005b.).

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles (°C) de la station météorologique de Khenchela de 1995 à 2005.

(T : températures moyennes mensuelles en degrés Celsius.)

| Mois Année T (°C.) | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|--------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1995 | 8,4 | 9,8 | 8,5 | 11,2 | 18,3 | 22,3 | 25,9 | 4,3 | 20,8 | 15,9 | 11,6 | 9,1 |
| 1996 | 8,5 | 5,9 | 9,3 | 11,9 | 16,6 | 19,6 | 24,9 | 26,5 | 20,5 | 14,9 | 11,9 | 9,7 |
| 1997 | 8,1 | 9,8 | 9,4 | 12,4 | 20,3 | 26,2 | 26,9 | 24,9 | 20,4 | 16,5 | 11,2 | 8,2 |
| 1998 | 6,7 | 7,9 | 9,2 | 13,9 | 16,4 | 23,5 | 27,0 | 26,3 | 23,2 | 15,1 | 10,3 | 6,2 |
| 1999 | 7,1 | 5,3 | 10,1 | 14,5 | 21,7 | 25,8 | 26,5 | 29,5 | 23,3 | 19,4 | 10,2 | 6,6 |
| 2000 | 4,3 | 8,0 | 11,4 | 15,8 | 20,4 | 22,2 | 27,1 | 26,3 | 22,1 | 15,6 | 12,4 | 9,2 |
| 2001 | 7,8 | 7,6 | 15,7 | 13,5 | 18,1 | 23,9 | 28,2 | 26,4 | 21,9 | 20,7 | 11,0 | 6,3 |
| 2002 | 6,3 | 9,1 | 11,8 | 14,3 | 18,7 | 24,2 | 26,2 | 25,0 | 20,8 | 17,7 | 11,6 | 18,8 |
| 2003 | 6,4 | 5,7 | 9,4 | 13,7 | 18,2 | 24,0 | 28,6 | 26,9 | 21,2 | 18,8 | 11,3 | 6,6 |
| 2004 | 6,7 | 9,3 | 11,3 | 12,4 | 14,9 | 21,1 | 25,5 | 27,3 | 20,8 | 20,0 | 9,1 | 6,8 |
| 2005 | 4,2 | 4,4 | 10,8 | 13,3 | 19,8 | 23,2 | 27,9 | 22,2 | 20,8 | 17,3 | 11,5 | 5,9 |

2.2.2 – L'Humidité relative :

Est la quantité d'eau présente dans une particule d'air sur la quantité d'eau que peut contenir la particule d'air. Notion souvent utilisée en météorologie, est le rapport de la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère à la teneur en vapeur d'eau de l'air saturé à température égale (ANONYME, 2005b.). Les stations météorologiques révèlent que l'humidité relative dépasse les 51 % pendant 06 mois.

Tableau 2 - Humidité relative moyenne mensuelle (%) de la station météorologique de Khenchela de 1995 à 2005.

(H.R. : humidité relative moyenne mensuelle en %.)

| Mois Année H.R. (%) | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1995 | 76,2 | 68,2 | 67,5 | 60,5 | 49,9 | 51,8 | 43,5 | 56,2 | 63,0 | 74,2 | 67,0 | 76,7 |
| 1996 | 69,5 | 73,0 | 69,8 | 87,3 | 63,3 | 62,9 | 50,4 | 52,9 | 61,3 | 59,0 | 58,6 | 56,5 |
| 1997 | 66,0 | 63,7 | 62,7 | 59,4 | 49,0 | 42,9 | 45,4 | 54,1 | 68,9 | 68,9 | 70,0 | 87,0 |
| 1998 | 67,1 | 67,9 | 64,0 | 59,8 | 70,9 | 45,7 | 37,0 | 48,2 | 52,3 | 65,6 | 66,4 | 71,9 |
| 1999 | 75,5 | 71,8 | 64,9 | 57,4 | 44,9 | 38,5 | 38,2 | 35,8 | 52,4 | 53,0 | 68,3 | 74,4 |
| 2000 | 69,9 | 60,0 | 60,1 | 52,5 | 56,1 | 53,2 | 37,3 | 37,0 | 54,7 | 66,8 | 58,4 | 68,9 |
| 2001 | 73,2 | 67,9 | 50,1 | 64,0 | 64,0 | 47,0 | 35,5 | 41,0 | 65,6 | 54,7 | 70,3 | 71,7 |
| 2002 | 70,6 | 68,1 | 55,7 | 51,9 | 44,0 | 38,0 | 49,7 | 52,5 | 54,6 | 51,0 | 66,6 | 70,6 |
| 2003 | 71,6 | 72,0 | 68,1 | 66,7 | 56,5 | 46,3 | 34,4 | 36,6 | 59,8 | 62,7 | 71,1 | 72,8 |
| 2004 | 69,9 | 59,2 | 62,4 | 66,2 | 64,1 | 56,5 | 40,7 | 41,9 | 57,2 | 48,7 | 81,3 | 78,4 |
| 2005 | 75,7 | 73,1 | 61,8 | 61,1 | 73,5 | 54,1 | 64,9 | 46,7 | 67,2 | 62,3 | 61,1 | 70,0 |

2.2.3 - Les précipitations

La quantité d'eau tombée en un lieu, pendant un intervalle de temps donné se mesure avec un pluviomètre qui recueille l'eau qui tombe sur une surface connue (ANONYME, 2005b.).

Le régime pluviométrique de la wilaya détermine 03 principales zones de pluviosité:

- la zone la plus pluvieuse située au centre ouest de la wilaya abritant les forêts des Aurès avec une précipitation annuelle de 412,05 mm en 2002 Cette même zone recevait une précipitation minimale annuelle variant entre 400 à 500 mm en 1990.
- La zone nord représentée par les hautes plaines et les piémonts des Aurès avec une précipitation annuelle moyenne de 310.25 mm en 2001.
- La zone sud avec une précipitation annuelle moyenne de 230 mm. Cette quantité décroît pour atteindre moins de 100 mm/an vers le sud de Babar (ANONYME, 2000).

Tableau 3 - Précipitations moyennes mensuelles (mm.) de la station météorologique de Khenchela de 1995 à 2005.

(P : précipitations moyennes mensuelles en millimètres.)

| Mois Année P. (mm.) | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|-------|
| 1995 | 98,0 | 00,0 | 24,0 | 42,0 | 03,0 | 95,0 | 16,0 | 58,0 | 129 | 38,0 | 21,0 | 18,0 |
| 1996 | 141 | 102 | 79,0 | 59,0 | 16,0 | 22,0 | 01,0 | 36,0 | 19,0 | 38,4 | 06,0 | 11,0 |
| 1997 | 27,0 | 0,9 | 17,0 | 29,0 | 54,0 | 09,0 | 22,0 | 38,0 | 73,0 | 50,0 | 75,0 | 55,0 |
| 1998 | 06,0 | 31,0 | 61,0 | 59,0 | 57,0 | 28,0 | 0,0 | 30,0 | 44,0 | 34,0 | 42,0 | 21,0 |
| 1999 | 48,0 | 14,0 | 23,0 | 21,0 | 64,0 | 30,0 | 17,0 | 86,0 | 26,0 | 42,0 | 89,0 | 56,0 |
| 2000 | 10,0 | 4,1 | 14,6 | 10,3 | 81,0 | 60,4 | 1,2 | 9,7 | 47,2 | 34,7 | 17,9 | 20,8 |
| 2001 | 17,8 | 15,4 | 4,3 | 32,4 | 97,4 | 1,4 | 6,5 | 16,5 | 81,0 | 26,6 | 38,7 | 19,4 |
| 2002 | 9,9 | 14,9 | 12,1 | 26,8 | 22,2 | 13,1 | 27,4 | 128,6 | 28,0 | 20,0 | 84,5 | 29,5 |
| 2003 | 110 | 66,0 | 26,2 | 88,8 | 17,6 | 41,7 | 11,0 | 5,9 | 37,9 | 81,8 | 19,0 | 44,3 |
| 2004 | 29,0 | 3,9 | 41,8 | 53,6 | 141,7 | 66,2 | 5,2 | 14,5 | 24,6 | 15,0 | 112,5 | 110,6 |
| 2005 | 5,0 | 43,0 | 35,9 | 36,4 | 14,9 | 46,1 | 10,8 | 19,9 | 42,2 | 43,2 | 24,8 | 46,4 |

2.2.4 - Les Vents

Les vents sont produits par les différences de pression atmosphérique engendrées principalement par les différences de température (ANONYME, 2005b.). Les vents dominants sont ceux de l'ouest avec une vitesse supérieure à 10 m/s ainsi que les vents du Nord-ouest avec une vitesse inférieure à 10 m/s. L' influence négative du sirocco sur le climat se fait sentir au printemps et en été.

Tableau 4 - Vitesse maximale instantanée mensuelles (m/s.) du vent de la station météorologique de Khenchela de 1995 à 2005.

V. : Vitesse maximale instantanée en mètres par secondes.

| Mois Année V. (m/s.) | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 1995 | 2,3 | 1,9 | 2,5 | 2,5 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,5 | 2,5 | 1,4 | 2,2 | 3,5 |
| 1996 | 2,6 | 2,7 | 2,3 | 3,1 | 2,7 | 2,9 | 2,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,6 | 3,2 |
| 1997 | 2,6 | 2,5 | 2,0 | 2,8 | 3,4 | 4,3 | 5,5 | 5,5 | 2,6 | 2,3 | 3,3 | 2,4 |
| 1998 | 2,7 | 2,5 | 2,4 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 2,4 | 3,3 | 3,0 | 2,0 | 2,1 | 2,3 |
| 1999 | 2,4 | 2,3 | 2,6 | 3,6 | 2,7 | 3,2 | 3,3 | 3,1 | 3,1 | 2,8 | 3,4 | 2,4 |
| 2000 | 1,5 | 2,5 | 2,9 | 3,9 | 3,0 | 2,4 | 2,3 | 2,1 | 2,6 | 3,8 | 2,2 | 2,9 |
| 2001 | 2,4 | 2,5 | 3,0 | 2,2 | 3,6 | 2,4 | 2,7 | 4,0 | 2,7 | 2,9 | 3,6 | 2,2 |

| | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2002 | 2,1 | 2,2 | 2,9 | 3,4 | 2,8 | 2,9 | 3,2 | 4,1 | 3,9 | 3,1 | 4,6 | 2,6 |
| 2003 | 3,4 | 3,3 | 2,1 | 2,9 | 3,1 | 2,5 | 2,6 | 2,5 | 3,6 | 2,6 | 2,6 | 2,5 |
| 2004 | 3,2 | 2,0 | 1,5 | 1,5 | 2,1 | 1,3 | 4,0 | 1,2 | 5,0 | 2,9 | 1,4 | 1,0 |
| 2005 | 2,8 | 2,6 | 3,5 | 2,7 | 2,2 | 3,6 | 3,1 | 3,3 | 2,6 | 1,9 | 3,3 | 2,4 |

2.2.5 - Approche synthétique : les bioclimats

2.2.5.1 - Diagramme Ombro-thermique de Gausсен

BAGNOULS et GAUSSEN (1953) préconisent pour la détermination de la période sèche de tracer le diagramme ombro-thermique, qui est un graphique sur lequel la durée de l'intensité de la période sèche se trouvent matérialisées par la surface de croisement où la courbe thermique passe au dessus de la courbe des précipitation.

Le diagramme est conçu de telle manière que l'échelle de la pluviométrie P exprimé en millimètres est égal au double de la température moyenne mensuelle (T) exprimée en degrés Celsius, soit $P = 2T$.

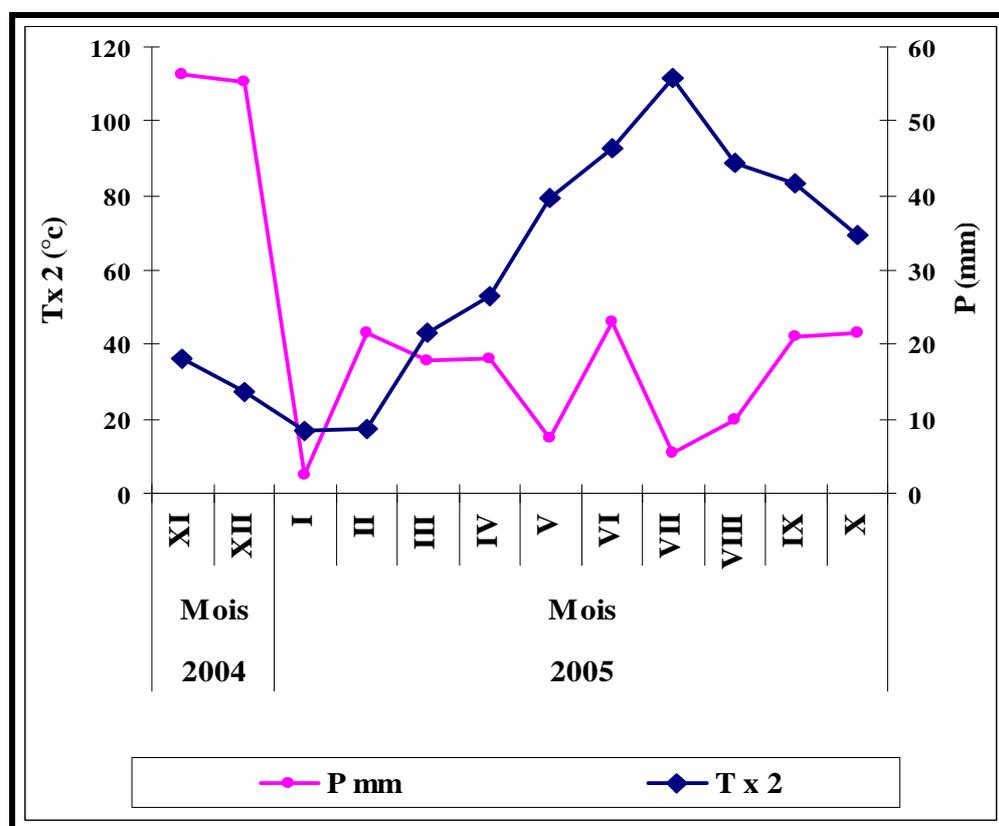


Figure 7. Diagramme Ombro-thermique de Gausсен de la région de Khenchela pour l'année d'étude 2004- 2005

Le diagramme Ombro–thermique de Gausson de la région de Khenchela révèle l'existence de deux périodes, l'une sèche et l'autre humide (Figure 7). La période sèche s'étale depuis mi-mars jusqu'au début d'octobre. La période humide s'étend de novembre jusqu'au début de mars, elle est entrecoupée par une semaine sèche en janvier.

2.2.5.2 - Climagramme d'EMBERGER appliqué à la région d'étude

Selon DAJOZ (1971) le climagramme d'EMBERGER résume le bioclimat d'une station donnée par trois paramètres fondamentaux en climat méditerranéen qui sont la pluviométrie annuelle (P), la moyenne des températures maxima (M) et la moyenne des températures minima. En effet, M et m représentent les températures extrêmes supportées par les organismes.

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région de Khenchela, nous avons calculé le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q2) avec les données climatiques calculées pour l'année d'étude 2004-2005.

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER est donné par la formule modifiée par STEWART (1969).

$$Q = 3.43 \times P / (M-m)$$

Où :

- P : Précipitation annuelle en mm.
- M : moyenne des maxima des températures du mois le plus chaud en °C.
- m : moyenne des minima des températures du mois le plus froid en °C.

Le quotient pluviométrique de la région d'étude est égal à 49.05. Il est calculé pour la période d'étude 2004- 2005.

Tableau 5 – L'étage bioclimatique de la région de Khenchela selon le Climagramme d'EMERGER.

| Station | Altitude (m) | P (mm) | M°C | m°C | Q2 | Etage bioclimatique | Variante thermique |
|-----------|--------------|--------|------|------|-------|---------------------|--------------------|
| Khenchela | 983 | 520,5 | 36,0 | -0,4 | 49,05 | Semi-aride | froid |

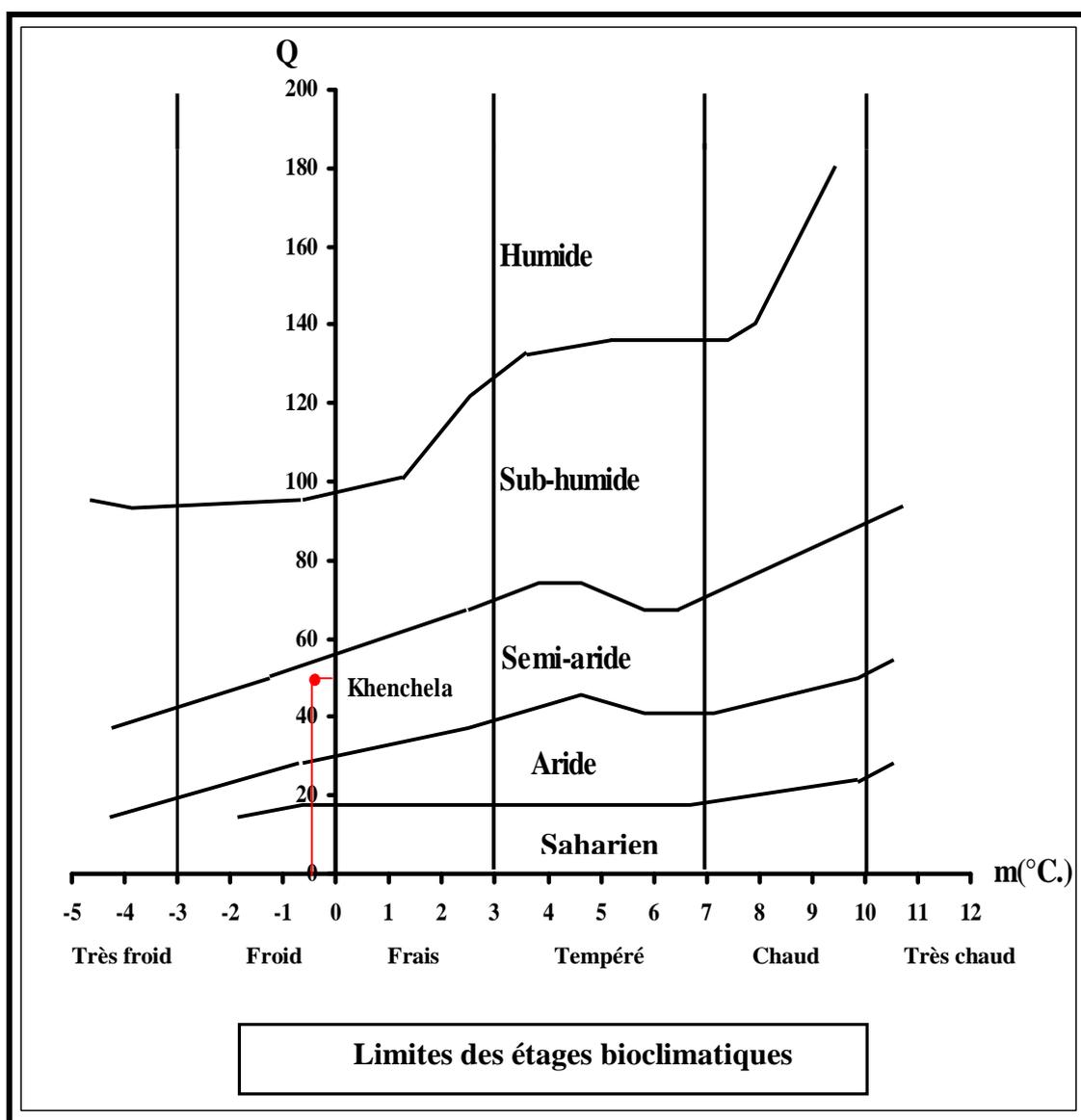


Figure 8. Situation de la région de Khenchela sur le climagramme d'EMERGER

2.2.5.3 - Indice d'aridité de DEMARTONNE

La formule de DEMARTONNE est la suivante :

$$Ia = 12 P / (T+10)$$

- I: indice d'aridité.
- P: précipitation moyenne mensuelle (mm.).
- T: température moyenne annuelle (C°).

Sur la base de diverses fourchettes de l'indice d'aridité:

Si:

- $Ia = 5$ => climat aride.
- $5 < Ia < 7,5$ => climat désertique.
- $7,5 < Ia < 10$ => climat steppique.
- $10 < Ia < 20$ => climat semi-aride.
- $20 < Ia < 30$ => climat tempéré (ANONYME, 2004a).

Tableau 6 - L'étage bioclimatique de la région de Khenchela selon l'indice d'aridité de DEMARTONNE.

| Station | Altitude (m) | P (mm) | T°C | Ia | Etage bioclimatique |
|-----------|--------------|--------|------|-------|---------------------|
| Khenchela | 983 | 520,5 | 36.0 | 11.32 | semi-aride |

L'approche synthétique des bioclimats à travers les différents indices climatiques étudiés (Diagramme Ombro–thermique de Gaussen, climagramme d'Emberger, indice de De Martonne), laisse apparaître les observations suivantes :

- Les précipitations sont faibles avec une répartition saisonnière régulière pendant les saisons d'automne, d'hiver et de printemps.
- Les précipitations orageuses sont importantes durant les mois d'été avec un cumul de 62.1mm pour les deux mois d'août et septembre seulement.

La partie Nord-ouest de la wilaya est la plus arrosée. Les températures sont élevées en été accentuant le degré d'aridité.

La zone est classée dans l'étage bio – climatique :

- Semi – aride à hiver froid selon EMBERGER et DEMARTONNE.

Chapitre 3: Matériel et méthodes

Dans le cadre de ce travail, nous avons effectué une partie de l'étude sur le terrain durant toute une année et une autre partie au laboratoire. En effet le présent travail se compose de deux volets, l'un portant sur l'entomofaune apoïdienne qui existe à Khenchela et l'autre sur la répartition des Apoidea selon la végétation et à différentes altitudes.

3.1 - Stations d'étude

On a choisi trois localités pour étudier les abeilles sauvages de cette région. L'étude est menée sur les plantes du milieu naturel, soit sur les plantes cultivées. L'étude préliminaire est effectuée à l'aide d'une documentation recueillie auprès des services: DSA, Forêt, Météo,...La distance qui sépare les stations du chef lieu de la wilaya est comprise entre 10 Km. et 70 Km.

3.1.1- Station de Chelia

Située à l'extrême Ouest de la wilaya de Khenchela, la commune de Chelia est rattachée à la daïra de Bouhmama. Son chef lieu est distant de 60 Km du chef lieu de wilaya de Khenchela (ANONYME, 2004b). Le site d'étude se situe à une altitude de 2176 m. Il se situe entre (35°41'N 7°41'E) et (35°18'N 6°40'E). La couverture végétale de ces terrains est essentiellement naturelle constituée de différentes espèces végétales: *Crepis vesicaria ssp vesicaria* L. (Asteraceae), *Caltha palustris* L. (Renunculaceae), *Senecio nebrodensis* L. (Asteraceae), *Echinops spinosus* L. (Asteraceae), *Cytisus arboreus* (Papilionaceae), *Scorzonera undulata* (Asteraceae),...

3.1.2 - Station de Tamza

La station choisie se trouve dans la commune de Tamza qui se situe entre (35°17'N 7°01'E) et (35°16'N 7°00'E) à 25 Km au sud du chef lieu de la wilaya de Khenchela. Elle fait partie de la zone semi-aride, dont le climat est caractérisé par des températures hivernales faibles et estivales élevées, des vents chauds et violents et une faible humidité atmosphérique. Les précipitations sont inférieures à 400

mm/an (ANONYME, 2004b). La station d'étude se situe à une altitude de 1084 m dont le sol est de type argileux. Cette station comprend deux sites : l'un est une parcelle de 400 m² laissée en friche portant plusieurs espèces de plantes spontanées dont les plus dominantes sont: *Calendula arvensis* L. (Asteraceae), *Sylibum marianum* L. (Asteraceae), *Scolymus hispanicus* L. (Asteraceae), *Bellis annua* L. (Asteraceae); *Urospermum dalechampii* L. (Asteraceae) , *Hertia cheirifolia* (Asteraceae), *Adonis annua* L. (Renunculaceae), *Centaurea calcitrapa* L. (Asteraceae), *Centaurea pullata* (Asteraceae), *Allium roseum* L. (Liliaceae), *Brassica fruticulosa* L. (Brassicaceae),...

L'autre site est utilisé pour étudier le comportement des Apoidea en milieu cultivé. Les espèces végétales choisies comme objet de travail sont :

- une légumineuse de la famille des Fabaceae ; la fève *Vicia faba* Linné (figure 35), avec une superficie de 120 m².
- une Solanaceae : la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. (figure 38) avec une superficie de 450 m²
- une Cucurbitaceae; le melon *Cucumis melo* L. (figure 40), avec une superficie de 78 m².Le terrain est irrigué à partir d'Ain Alizar.

3.1.3 - Station de Touchent

La station choisie se trouve à la commune de Baghaï qui se situe à l'extrême Nord de la wilaya entre (35°29'N 7°12'E) et (35°28'N 7°11'E), la commune de Baghaï est rattachée à la daïra d'El Hamma. Son chef lieu est distant d'une dizaine de kilomètres à la fois du chef lieu de wilaya Khenchela et du chef lieu de Daïra El Hamma.

La commune de Baghaï se caractérise par un milieu physique non contraignant sur le plan des pentes. Elle l'est, cependant, sur les plans altimétrique et climatique. Ces caractéristiques sont défavorables au développement de l'arboriculture fruitière en sec. Ce milieu physique de plaine fait que l'érosion reste localisée et ne présente pas un danger aussi bien que l'intensification des cultures irriguées demeure le principal axe de développement. De plus, le niveau de précipitation est aussi défavorable à l'introduction de l'arboriculture en sec, surtout avec la présence de gelées importantes, et une évaporation élevée accentuant le degré des contraintes climatiques. Le caractère torrentiel (Orageux) des pluies d'été,

favorise et amplifie l'érosion. Ce sont les grandes cultures (céréales principalement), les cultures en irriguées et les activités pastorales qui sont développées (bovin laitier) (ANONYME, 2004b).

Le site d'étude se situe à une altitude de 1016 m. Caractérisée par des Sols minéraux bruts, ces sols sont caractéristiques des zones accidentées. Parmi les espèces végétales recensées on trouve: *Globularia alypum* (Globulariaceae), *Thymelaea hirsuta* (Thymelaeaceae), *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicaceae), *Anchusa azurea* Mill. (Boraginaceae), *Sylibum marianum* L. (Asteraceae), *Scolymus hispanicus* L. (Asteraceae), *Centaurea solstitialis* L. (Asteraceae), *Anagallis monelli* L.(Primulaceae), *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae), *Reseda alba* L.(Resedaceae),...

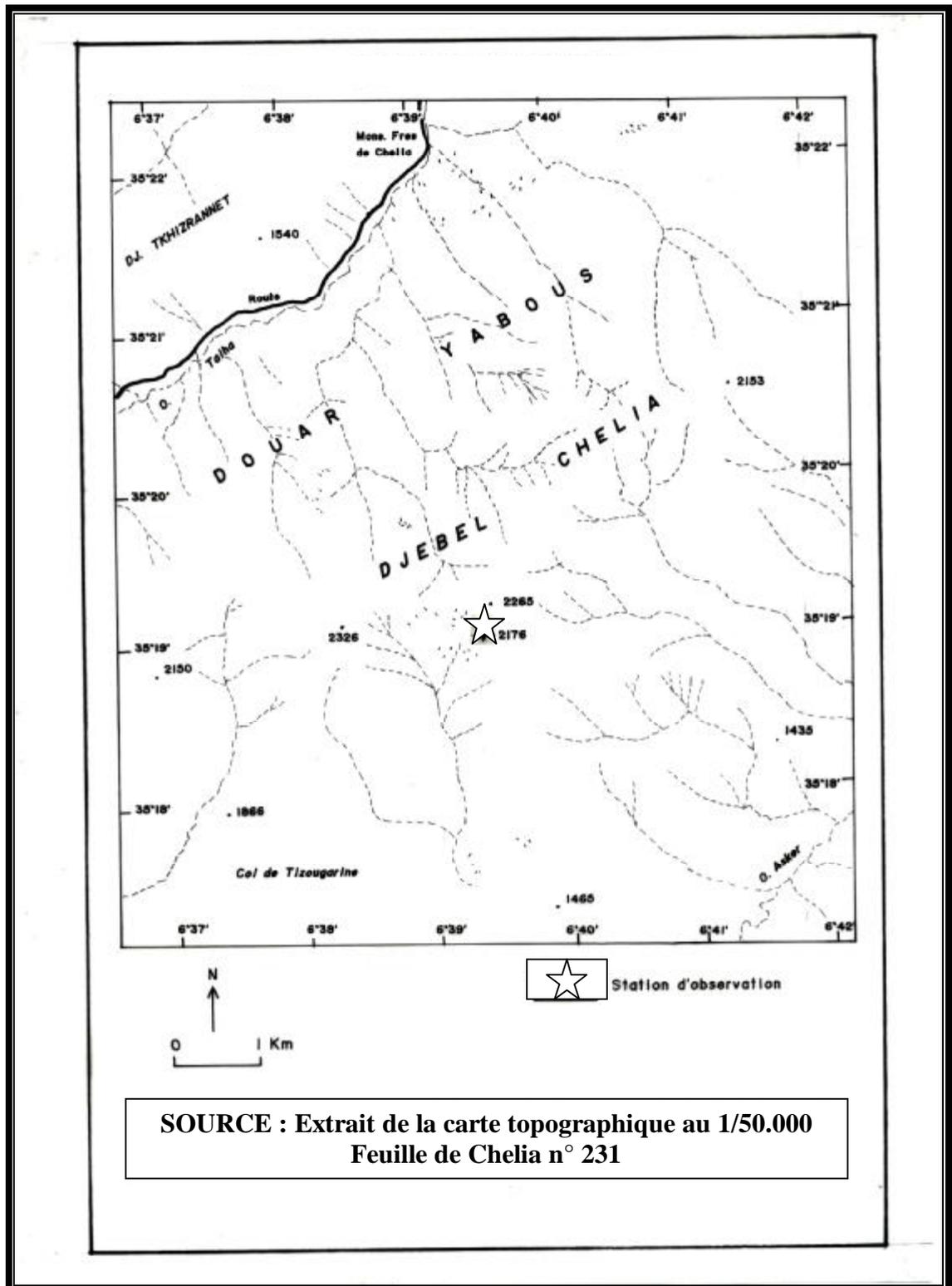


Figure 9. Situation géographique de la station de Chelia

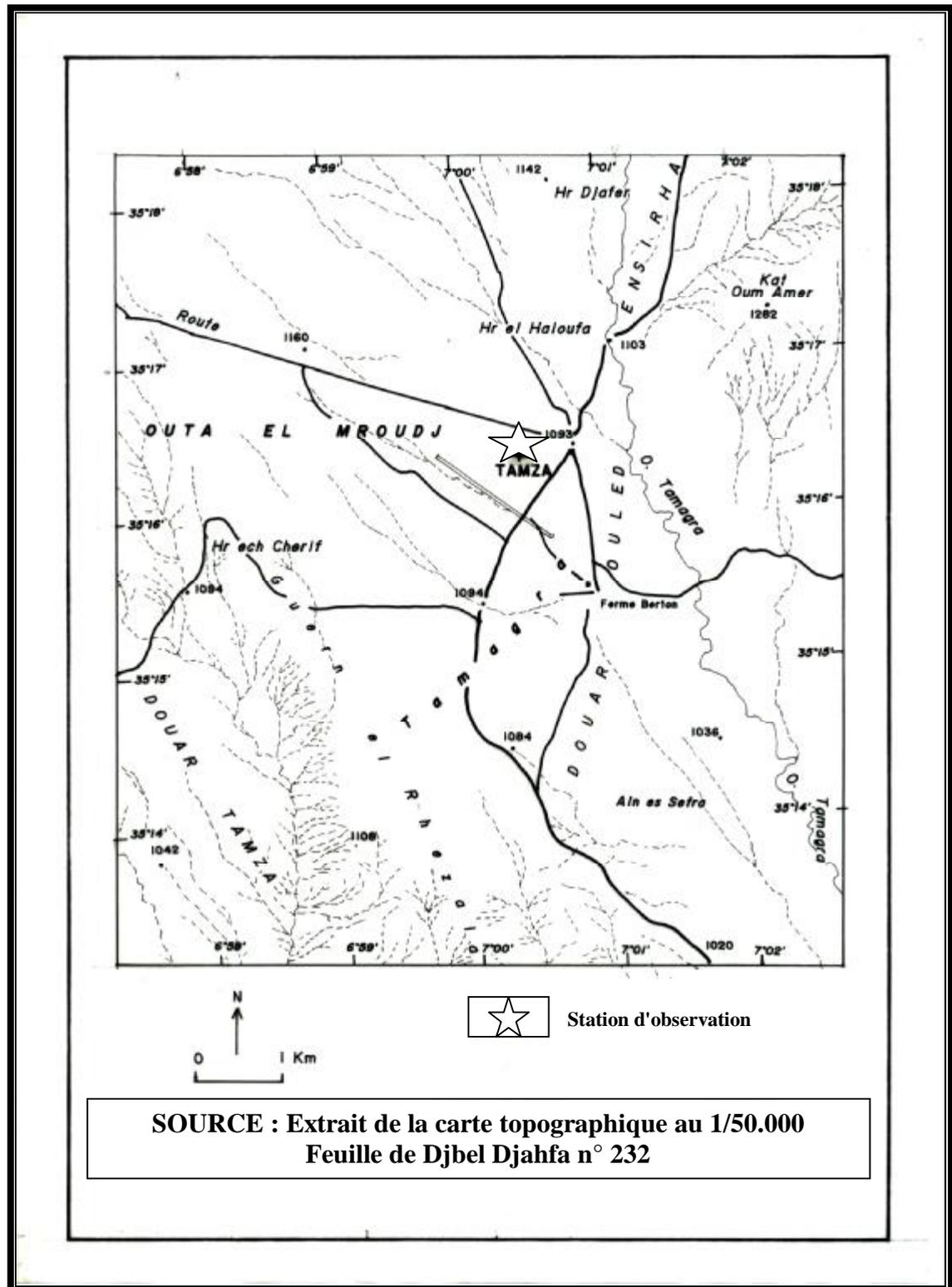


Figure 10. Situation géographique de la station de Tamza

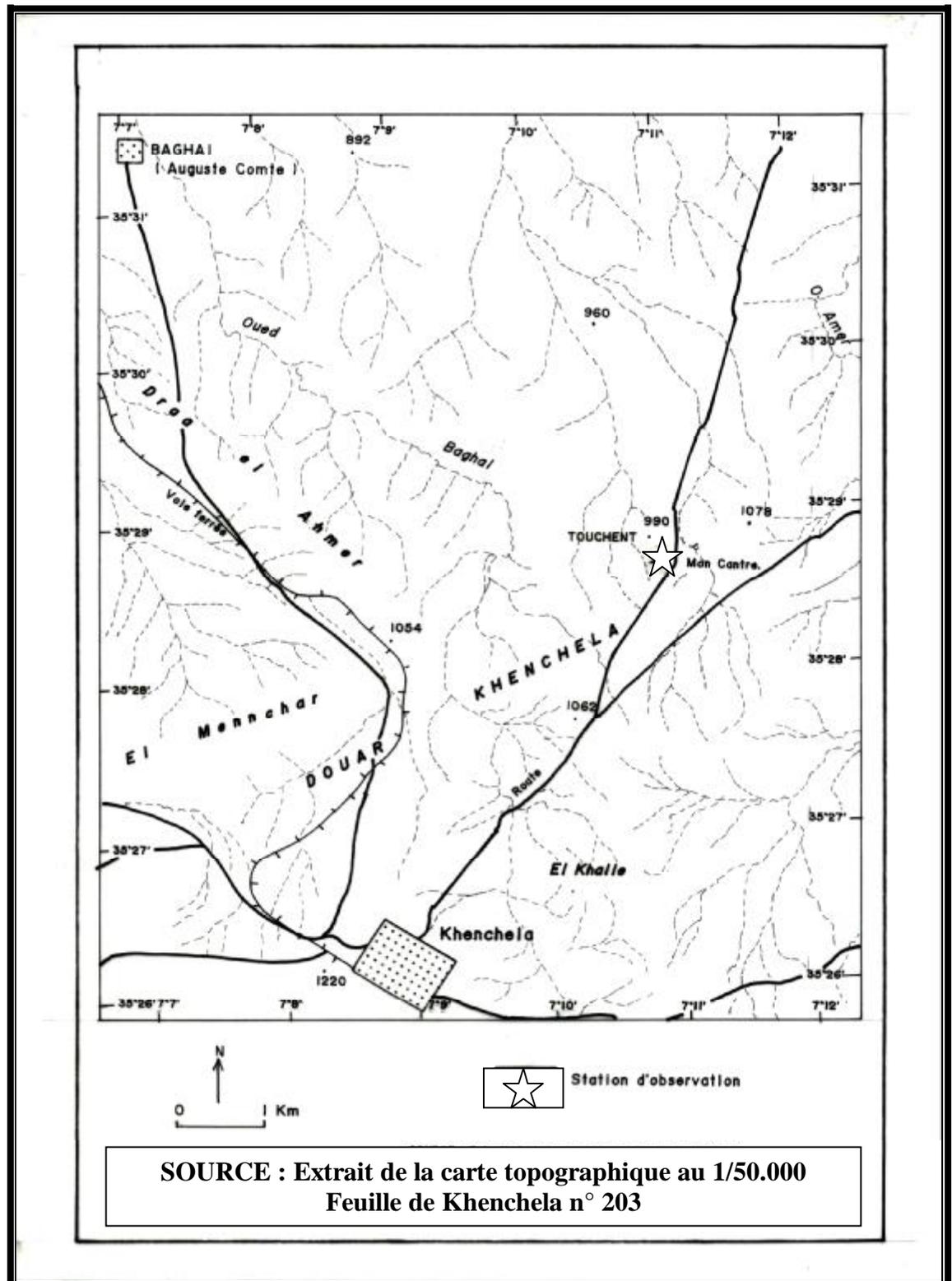


Figure 11. Situation géographique de la station de Touchent

3.2- Echantillonnage et conservation des apoïdes

3.2.1- Sur le terrain

Le matériel utilisé sur terrain est constitué de : Filet entomologique, tubes en plastique, Aspirateur à bouche, des bacs à eau jaunes et des appareils de mesure.

Afin de lier les observations de terrain avec les conditions de températures réellement rencontrées pendant l'étude, des mesures supplémentaires ont été effectuées du 25 Novembre 2004 au 27 Octobre 2005. Les températures et les humidités minimales et maximales de chaque sortie ont été relevées. L'appareil utilisé est un thermo-hygromètre portable modèle testo 625, offrant une précision de 0,4°C.

3.2.1.1- Le Filet entomologique

Les insectes sont échantillonnés à vue, au moyen d'un filet à papillons. Si le temps est ensoleillé, c'est la méthode efficace pour les insectes (MERIGUET et BORGES, 2004). Le filet entomologique comprend trois parties : un cercle (ou cerceau), une poche (ou sac) et un manche. De façon générale, le cercle d'un filet entomologique est en métal. La poche est confectionnée avec un tissu à mailles fines (tulle). La partie supérieure de la poche, qui entoure le cercle, est renforcée avec un tissu plus solide. Ce filet léger se caractérise par la longueur de sa poche, qui mesure environ deux fois le diamètre du cercle. Le tissu de la poche, aux mailles assez fines, offre peu de résistance à l'air.

Le diamètre du cercle mesure habituellement 40 cm et la poche environ 80 cm. Le manche est long (souvent plus de 1 m) (ANONYME, 2003). Ce filet est surtout utilisé pour attraper les grosses abeilles.

3.2.1.2. Chasse avec des contenants transparents ou translucides

Plusieurs espèces d'abeilles peuvent être facilement capturées avec des tubes en plastique de 5 cm de hauteur et 3 cm de diamètre munis d'un couvercle. Ces tubes permettent une chasse efficace en diminuant les risques de bris et les blessures car ils servent à récolter certaines espèces de petite taille.

3.2.1.3- L'aspirateur à bouche

L'aspirateur buccal permet de récolter délicatement les insectes petits ou fragiles observés sur les fleurs (BENKHELIL, 1992). Il est formé d'un cylindre transparent muni de tubes à ses deux extrémités. Cet appareil sert à aspirer les spécimens de très petites tailles (4 à 6 mm) ainsi que des apoïdes délicats.

Pour l'utiliser, on doit d'abord repérer une abeille à capturer. On met le tube flexible de succion dans la bouche. Ce tube contient un fin grillage protecteur pour éviter le passage de l'insecte dans la bouche. Puis on place l'extrémité de l'autre tube collecteur rigide tout près de l'abeille. On aspire un bon coup, l'abeille entre rapidement dans le cylindre. Le vide d'air créé par l'aspiration transporte l'insecte dans le tube collecteur où il est piégé. Il suffit d'enlever le bouchon pour récolter l'abeille.

3.2.1.4- Le bac à eau jaune

Aussi appelé cuvette jaune, ce piège est constitué simplement d'un bac, d'un bol ou d'un autre contenant de couleur jaune. C'est la couleur du piège qui attire le plus les insectes. Il suffit de déposer la cuvette à la surface du sol. On verse un peu d'eau savonneuse additionnée de sel (ANONYME, 2003). Les abeilles vont se noyer dans le liquide en tombant dans le piège. Les avantages de ce système de piégeage sont : le coût minime et l'installation facile sur le site en raison de leurs faibles dimensions et de leur légèreté. On a utilisé le bac jaune seulement dans le site cultivé de melon *Cucumis melo* L. (Cucurbitaceae).

3.2.2 - Au laboratoire

Pour tuer les abeilles par le froid, il suffit de les déposer au congélateur pendant 5 à 10 mn. Il est préférable de mettre un seul spécimen par contenant, accompagné des renseignements qui le concernent. Parfois, On laisse les spécimens au moins trois jours dans le réfrigérateur pour les maintenir frais et éviter leur durcissement.

L'utilisation de poison pour tuer les apoïdes est toutefois plus risquée que la congélation. Parmi les différents produits disponibles il y a l'acétate d'éthyle. Il s'agit d'un poison liquide incolore qui produit des vapeurs toxiques. Il est considéré comme

efficace et peu nocif, à condition de l'utiliser avec précaution. Mais on doit savoir qu'il s'agit d'un produit très inflammable et qu'il peut, à forte concentration, irriter la gorge, le nez et les yeux. C'est pourquoi, il faut le manipuler prudemment, à l'extérieur ou dans une pièce bien aérée. L'acétate d'éthyle ne tue pas les insectes instantanément. Il faut environ 30 minutes pour asphyxier la plupart des petits arthropodes, Ce poison a l'inconvénient de faire virer au rouge la couleur verte de certains spécimens (ANONYME, 2003).

Le montage et l'étalage des abeilles dans le but de les mettre en collection sont des opérations très délicates. On doit d'abord s'assurer que les spécimens sont assez souples pour être manipulés, car ils risquent de se briser s'ils sont trop secs.

3.2.2.1 - L'ÉPINGLAGE

Les spécimens que l'on récolte sont montés sur des épingles entomologiques. Il s'agit d'épingles spéciales recouvertes d'un verni résistant à la rouille ou fabriquées en acier inoxydable (ANONYME, 2003). Avant de passer une épingle au travers du thorax d'une abeille, on doit choisir le format approprié à la grosseur du spécimen. Les épingles numéro 00 et 1, sont les plus utilisées pour nos abeilles.

3.2.2.2 - L'ÉTALAGE

L'étalage se pratique lorsque un spécimen est monté directement sur une épingle entomologique et pendant que l'insecte est encore souple. Il se déroule habituellement sur une planche de montage appelée étaloir en utilisant des planchettes de la mousse de polystyrène. On laisse sécher les spécimens à l'air libre sur les étaloirs durant deux à trois jours, selon leur taille.

3.2.2.3 - LES ÉTIQUETTES D'IDENTIFICATION

Les étiquettes regroupent les renseignements de base sur chacune des abeilles précieusement conservés. Tous les spécimens doivent être munis d'au moins une étiquette. Ils en portent plus souvent deux. La première étiquette est la plus haute (la plus près de l'insecte). Elle donne des renseignements suivants sur la récolte des spécimens:

- le lieu où l'insecte a été trouvé (pays, wilaya, daïra, commune);

- la date de la récolte : on inscrit le jour en chiffres arabes, le mois en chiffres romains, puis l'année en chiffres arabes : par exemple, le 4 juillet 2005 est noté 4.VII.2005;
- le nom de celui ou celle qui a récolté l'insecte.

La dernière étiquette (la plus basse) concerne l'identification du spécimen.

Elle comprend :

- le nom latin de l'insecte (genre, espèce, nom de l'auteur qui a décrit l'espèce);
- le nom de celui qui a identifié l'insecte, ainsi que l'année de l'identification.

3.2.2.4– IDENTIFICATION

L'identification d'une abeille à l'espèce n'est pas toujours facile. Elle se fait à l'aide d'une loupe binoculaire ou stéréomicroscope grossissant au moins 50 fois en utilisant différentes clés de détermination. On a principalement utilisé la clé des genres d'apiforme réalisé par TERZO (1996). On s'adresse à des entomologistes spécialistes étrangers pour la confirmation des identifications faites en laboratoire.

3.3 – Recensement et détermination de la flore

La flore naturelle recenser durant la présente étude se rapporte à trois stations. Afin d'établir un calendrier de référence de la floraison des plantes spontanées et mener une étude phénologique et de faire un herbier, les plantes sont classées à partir de leur apparition.

3.3.1 – Phénologie des plantes naturelles

La phénologie des plantes naturelles est consignée dans la figure représentant la phénologie des familles et des espèces de plantes spontanées durant l'année d'étude (2004-2005).

3.3.2 – Identification de la flore naturelle

La détermination des plantes spontanées visitées et non visitées par les Apoidea est effectuée à l'aide des ouvrages de QUEZEL et SANTA (1962) et BENISTON (1984).

3.4 - Analyse statistique

Les méthodes d'analyse statistique sont distinctes et variées proposées par plusieurs auteurs dont DAGET (1976) et SOUTHWOOD (1978). Dans ce contexte nous avons estimé les indices écologiques de composition et de structure, ainsi que les indices écologiques de la quantification et de la spécialisation alimentaire.

3.4.1- Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

Pour exploiter les résultats plusieurs indices écologiques de composition sont utilisés telles que la richesse totale, la richesse moyenne, l'abondance relative ainsi que les fréquences d'occurrence et la constance.

3.4.1.1- Richesse totale

Selon MÜLLER (1985), la richesse totale représente l'un de paramètres fondamentaux caractéristique d'un peuplement. La richesse totale S est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (RAMADE, 1984).

3.4.1.2- Richesse moyenne

La richesse moyenne correspond au nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé (BLONDEL, 1979). La richesse moyenne est représentée par la formule suivante:

$$s = \frac{si}{Nr}$$

- s : richesse moyenne d'un peuplement donné.
- si : le nombre moyen observé à chacun des relevés.
- Nr : le nombre de relevés.

3.4.1.3- Abondance relative

L'abondance relative (A.R.) est le rapport du nombre des individus de l'espèce prise en considération au nombre total des individus de toutes espèces confondues (ZAIME et GAUTIER, 1989). Elle est représentée par la formule suivante:

$$\text{A.R. (\%)} = \frac{ni \times 100}{N}$$

- A.R. (%) : L'abondance relative ou fréquence centésimale.
- ni : Le nombre des individus de l'espèce prise en considération.
- N : le nombre total des individus de toutes espèces confondues.

3.4.1.4- Fréquence d'occurrence et constance

D'après DAJOZ (1975 et 1982) la constance C est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés P.

$$C \% = \frac{P_i \times 100}{P}$$

- C % : la fréquence d'occurrence.
- Pi : le nombre des individus de l'espèce prise en considération.
- P : le nombre de relevés.
- Une espèce i est dite omniprésente si : C = 100%.
- Elle est constante si : 75% ≤ C < 100%.
- Elle est régulière si : 50% ≤ C ≤ 75%.
- Elle est accessoire si : 25% ≤ C ≤ 50%.
- Par contre elle est accidentelle si : 5% ≤ C ≤ 25%.

3.4.2- Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Parmi les indices synthétiques ou non-paramétriques, basés sur les abondances relatives des espèces, l'indice de SIMPSON (1949) et l'indice de SHANNON et WEAVER (1963) sont les plus fréquemment utilisés. Ces indices tendent à synthétiser à la fois le nombre d'espèces et l'équilibre de leur répartition dans le milieu (DUFRENE, 1992).

Les coefficients calculés reliés aux caractéristiques des espèces sont les suivants:

3.4.2.1-Indice de diversité spécifique de SHANNON-WEAVER

$$H' = \sum_i^n \frac{N_i}{N \log_2(N_i/N)}$$

Où:

- H' = l'indice de diversité.
- Ni = le nombre d'individus dans le premier groupe taxonomique
- N = le nombre d'individus dans la station

Cet indice permet d'effectuer une mesure de la composition en espèces d'un écosystème, en termes du nombre d'espèces et de leurs abondances relatives. Cependant, des peuplements à physionomie très différente peuvent avoir la même diversité. Il convient donc de calculer, parallèlement aux indices de diversité H' et l'équitabilité E, en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximale par équirépartition des effectifs entre les S espèces présentes :

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

L'équitabilité varie de 0 à 1 : elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une même espèce; ce qui signifie les caractères d'un milieu relativement peu diversifié soumis à des facteurs contraignants (BARTLETT et HIORNS, 1973), elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont même abondance.

Ces indices permettent de comparer des couples de stations entre elles et évaluent la similarité ou la non similarité faunistique d'un taxon de familles ou d'un peuplement complet. Ils permettent aussi de comparer des spectres d'utilisation de ressources et non de véritables indices de compétition. L'un des plus simples et aussi un des plus intéressants est l'indice de similitude proportionnelle et qui prend en compte la disponibilité des ressources (ÉLOUARD *et al*, 1983; BARBAULT, 1992; RAMADE, 1992).

3.4.2.2 - Indice de concentration et uniformité

La concentration et l'uniformité sont mesurées par l'indice proposé par LEGENDRE et LEGENDRE (1984). Ils estiment que lorsque l'échantillon contient un grand nombre de spécimens, la différence se réduit entre N_i et N_{i-1} .

$$\text{Concentration} = \sum_{i=1}^n (N_i/N)^2 = \sum_{i=1}^n P_i^2$$

A partir de cette formule GREENBERG (1956) cité par SOUTHWOOD (1978) suggère une autre formule pour mesurer la diversité spécifique D :

$$D = 1 - \text{concentration}$$

3.4.2.3 – Distribution d'abondance

C'est la distribution des fréquences obtenue en classant les espèces par ordre de fréquences relatives ou absolues décroissantes. Elle permet de comprendre la distribution spatiale des espèces et la structure de la population d'abeilles. Cette étude est menée par la méthode des Log-liniaire (modèle de MOTOMURA). Afin d'effectuer les calculs et les graphes des droites on a utilisé le logiciel Excel 2003.

3.4.3 – Quantification de spécialisation alimentaire

Le degré de spécialisation alimentaire des Apoidea est quantifié par deux indices; celui de SIMPSON (I_s) et celui de SHANNON.

3.4.3.1 – Indice de SIMPSON (I_s)

L'indice de SIMPSON (1949) indique la concentration des individus sur les plantes butinées, il varie entre 0 et 1. La concentration est importante lorsque l'indice de SIMPSON se rapproche de 1.

$$I_s = \frac{\sum_{i=1}^n ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

- n_i : nombre de visites observées sur la $i^{\text{ème}}$ plante.
- N : nombre totale de visites observées sur l'ensemble des plantes.

3.4.3.2 – Largeur de la niche alimentaire

La largeur de la niche alimentaire est exprimée par l'indice de SHANNON-WEAVER H' . H' est plus élevé lorsque le nombre de plantes butinées est important et que les Apoidea d'une espèce donnée sont répartis équitablement sur les différentes plantes.

3.4.4- Exploitation des résultats par des méthodes statistiques

La seule méthode statistique utilisée est l'analyse de la variance (ANOVA). Nous avons effectué l'analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur en utilisant le programme STAT (ARBOGAST, 1987). Cette analyse traite le facteur station, à partir des caractéristiques considérées dans cette étude. On a utilisé deux techniques d'analyse de la variance, la première est consacrée à l'analyse de la variance usuelle (paramétrique), tandis que la deuxième est consacrée à l'analyse de la variance par rangs de KRUSKAL- WALLIS (non paramétrique).

Chapitre 4 : Résultats

4.1. Faune des Apoidea

Notre inventaire en 2004-2005 a révélé la présence de 80 espèces et de 5 familles d'Apoidea : Apidae, Halictidae, Megachilidae, Andrenidae et Melittidae. Cette étude a permis de consigner 15 nouvelles espèces et 3 nouvelles sous-espèces, pour la faune des Apoidea de l'Algérie, qui n'ont pas été signalées par les auteurs au début du XX^{ème} siècle, ni par les auteurs qui ont travaillé dernièrement sur les Apoidea; il s'agit de : *Anthophora (Dasymegilla) quadrimaculata* (Vulpina Pz.), *Tetralonia fulvescens* (Giraud), *Ceratina (Euceratina) saundersi* (Daly, 1983), *Andrena (Melandrena) cineraria* (L., 1758), *Andrena (Lepidandrena) sardoa* (Lepeletier, 1841), *Andrena (Ptilandrena) angustior* (Kirby, 1802) sous espèce *impressa* (Warncke, 1967), *Andrena (Biareolina) lagopus* (Latreille, 1809) *Andrena (Taeniandrena) ovatula* sous espèce *poupillieri* (Dours, 1872), *Andrena (Simandrena) combinata* (Christ, 1791) sous espèce *crudelis* (Warncke, 1967), *Andrena (Simandrena) lepida* (Schenck, 1859), *Lasioglossum (Evyllaesus) leucopus* (Kirby, 1802), *Lithurgus cephalotes* (Van Der Zanden, 1977), *Afranthidium (Mesanthidium) carduele* (Morawitz, 1876), *Megachile (Megachile) octosignata* (Nylander, 1852), *Dasypoda maura* (Pérez, 1895), Ces données restent parcellaires, et seront à confirmer dans l'avenir.

Les tableaux 7 et 8 donnent un aperçu de la richesse spécifique de la faune des Apoidea dans la région de Khenchela, il reprend l'ensemble des espèces qui ont été observées, et pour chacune de ces espèces le nombre de spécimens récoltés et le nombre de données.

Tableau 7 – Espèces d'abeilles sauvages inventoriées dans la région de Khenchela en 2004-2005.

| Famille Sous-Famille/ Tribu | Genre Sous-genre | Espèces Sous-espèces | Synonymes | Observations | |
|--------------------------------------|--|--|---|----------------------------|--|
| Apidae | | | | | |
| Apinae/ | | | | | |
| Anthophorini | <i>Anthophora</i> (Latreille, 1803) : | | | | |
| | 1- <i>Anthophora</i> sensu stricto. | - <i>Anthophora (Anthophora) fulvitaris</i> (Brullé, 1832) | = <i>personata</i> (Imhof et Labram, 1838) | | |
| | | - <i>Anthophora (Anthophora) nigrocincta</i> Lepeletier, 1841 | = <i>subterranea</i> (Germar, 1826). | | |
| | 2- <i>Pyganthophora</i> Brooks 1988 | - <i>Anthophora (Pyganthophora) retusa</i> (L., 1758) | (= <i>aestivalis</i> Panzer 1801) | | |
| | | - <i>Anthophora (Pyganthophora) atriceps</i> (Pérez, 1879) | = <i>angolensis</i> (Brooks, 1988) | | |
| | 3- <i>Dasymegilla</i> | - <i>Anthophora (Dasymegilla) quadrimaculata</i> (Vulpina Pz., 1897) | | Nouvelle espèce en Algérie | |
| | <i>Amegilla</i> (Friese, 1897) : | | | | |
| | 1 - <i>Amegilla</i> sensu stricto. | - <i>Amegilla (Amegilla) quadrifasciata</i> (Villers, 1789) | = <i>mervensis</i> (Radoszkowski, 1893) | | |
| | Eucerini | <i>Tetralonia</i> (Spinola, 1838) : | | | |
| | | | - <i>Tetralonia dentata</i> (Klug, 1835) | | |
| | | - <i>Tetralonia fulvescens</i> (Giraud) | = <i>dufourii</i> (Pérez, 1895) | Nouvelle espèce en Algérie | |
| | | - <i>Tetralonia nigrifacies</i> (Dours, 1873) | = <i>commixta</i> (Dalla Torre et Friese, 1895) | | |
| Sg. <i>Synhalonia</i> | | - <i>Tetralonia (Synhalonia) alternans</i> (Brullé) | = <i>ruficollis</i> (Brullé, 1832) | | |
| <i>Eucera</i> (Scopoli, 1770) | | | | | |
| 1- <i>Eucera</i> (Scopoli, 1770) | | - <i>Eucera (Eucera) eucnemidea</i> (Dours, 1873) | | | |
| | | - <i>Eucera (Eucera) nigrilabris</i> (Lepeletier, 1841) | = <i>terminalis</i> (Smith, 1879) | | |
| | | - <i>Eucera (Eucera) numida</i> (Lepeletier, 1841) | | | |
| 2- <i>Hetereucera</i> (Tkalcu, 1978) | | <i>Eucera (Hetereucera) oraniensis</i> (Lepeletier, 1841) | = <i>grisea</i> (Friese, 1896) | | |
| | <i>Eucera (Hetereucera) elongatula</i> (Vachal, 1907) | = <i>grisea</i> (Alfken, 1935) | | | |
| 3- <i>Stilbeucera</i> (Tkalcu, 1978) | <i>Eucera (Stilbeucera) obliterateda</i> (Pérez, 1896) | = <i>clypeata</i> (Dusmet, 1926) | | | |

| | | | | |
|--|--|--|---|----------------------------|
| Bombini | <i>Bombus</i> (Latreille 1802) : | | | |
| | 1- <i>Bombus</i> sensu stricto. | - <i>Bombus (Bombus) terrestris</i> Linnaeus, 1758, <i>africanus</i> | | |
| | 2- <i>Ashtonipsythirus</i> (Frison, 1927) | - <i>Bombus (Ashtonipsythirus) vestalis</i> (Foucroy, 1785) | | |
| Melectini | <i>Melecta</i> (Latreille, 1802) | | | |
| | 1- <i>Melecta</i> (Latreille, 1802) | <i>Melecta (Melecta) luctuosa</i> (Scopoli, 1770) | = <i>eczmiadzini</i> (Radoszkowski, 1893) | |
| | <i>Thyreus</i> (Panzer, 1806) | | | |
| | | <i>Thyreus histrionicus</i> (Illiger, 1806). | = <i>Crocisa major</i> (Morawitz, 1875) | |
| Xylocopinae Latreille / | | | | |
| Xylocopini | <i>Xylocopa</i> (Latreille 1802) | | | |
| | 1- <i>Xylocopa</i> sensu stricto. | 1- <i>Xylocopa (Xylocopa) violacea</i> Linné, 1758. | | |
| | | 2- <i>Xylocopa (Xylocopa) valga</i> Gerstaecker, 1872. | | |
| | 2- <i>Rhysoxylocopa</i> (Hurd et Moure, 1963) | <i>Xylocopa (Rhysoxylocopa) amadaei</i> (Lepeletier, 1841) | | |
| 3- <i>Copoxyla</i> Maa 1954 | <i>Xylocopa Copoxyla iris</i> (Christ, 1791); <i>cupripennis</i> (Smith, 1874) | = <i>cyanescens</i> (Brullé, 1832) | | |
| Ceratinini | <i>Ceratina</i> (Latreille 1802) | | | |
| | 1- <i>Ceratina</i> sensu stricto. | 1- <i>Ceratina (Ceratina) cucurbitina</i> (Rossi, 1792) | | |
| | 2- <i>Euceratina</i> (Hirashima, Moure et Daly, 1971) | 1- <i>Ceratina (Euceratina) callosa</i> (Fabricius, 1794). | | |
| 2- <i>Ceratina (Euceratina) saundersi</i> (Daly, 1983) | | | Nouvelle espèce en Algérie | |
| Andrenidae | <i>Andrena</i> (Fabricius, 1775) | | | |
| Andreninea/ | | | | |
| | 1- <i>Zonandrena</i> Hedicke, 1933 | - <i>Andrena (Zonandrena) flavipes</i> (Panzer, 1799) | | |
| | 2- <i>Melandrena</i> Pérez 1890. | - <i>Andrena (Melandrena) albopunctata</i> Rossi, 1792; 1- <i>funebri</i> Panzer, 1798. | | |
| | | - <i>Andrena (Melandrena) cineraria</i> (L., 1758) | | Nouvelle espèce en Algérie |
| | | - <i>Andrena (Melandrena) morio</i> (Brullé, 1832) 1- <i>lugubris</i> (Erichson, 1840) | | |
| | 3- <i>Lepidandrena</i> (Hedicke 1933) | - <i>Andrena (Lepidandrena) sardoa</i> (Lepeletier, 1841) | | Nouvelle espèce en Algérie |
| | 4- <i>Ptilandrena</i> (Robertson, 1902) | - <i>Andrena (Ptilandrena) angustior</i> (Kirby, 1802) 1- <i>impressa</i> (Warncke, 1967) | | Nouvelle espèce en Algérie |
| 5- <i>Biareolina</i> (Dours, 1873) | - <i>Andrena (Biareolina) lagopus</i> (Latreille, 1809) | = <i>perezella</i> (Dours, 1873) | Nouvelle espèce en Algérie | |

| | | | | |
|--------------------------------------|--|--|--|---|
| | 6- <i>Agandrena</i> (Warncke, 1968) | - <i>Andrena (Agandrena) agilissima</i> (Scopoli, 1770) | | |
| | 7- <i>Taeniandrena</i> (Hedicke, 1933) | - <i>Andrena (Taeniandrena) Poupillieri</i> (Dours, 1872) | | |
| | | - <i>Andrena (Taeniandrena) ovatula</i> (Kirby, 1802) 1- <i>poupillieri</i> (Dours, 1872) | = <i>albofasciata</i> (Thomson, 1870) | Nouvelle espèce et sous espèce en Algérie |
| | 8- <i>Simandrena</i> Hedicke, 1933) | - <i>Andrena (Simandrena) combinata</i> (Christ, 1791) 1- <i>crudelis</i> (Warncke, 1967) | | Nouvelle espèce et sous espèce en Algérie |
| | | - <i>Andrena (Simandrena) lepida</i> (Schenck, 1859) | | Nouvelle espèce en Algérie |
| | 9- <i>Plastandrena</i> (Hedicke, 1933) | - <i>Andrena (Plastandrena) carbonaria</i> (L., 1767) | = <i>pilipes</i> (Dylewska, 1987) | |
| Panurginae/ | <i>Melitturga</i> (Latreille 1809) | | | |
| Melitturgulini | 1- <i>Petrusianna</i> | <i>Melitturga (Petrusianna) oraniensis</i> (Lepeletier, 1841) | = <i>Melitturga fervens</i> (Lepeletier, 1841) | |
| Halictidae | | | | |
| Halictinae Thomson / | | | | |
| Halictini | <i>Halictus</i> (Latreille 1804) | | | |
| | 1- <i>Halictus</i> sensu stricto | - <i>Halictus (Halictus) brunnescens</i> (Eversmann, 1852) | | |
| | | - <i>Halictus (Halictus) fulvipes</i> (Klug, 1817) | = <i>sexcinctellus</i> (Dours, 1872) | |
| | | - <i>Halictus (Halictus) quadricinctus</i> (F., 1776) | = <i>ecaphosus</i> (Walckenaes, 1817) | |
| | | - <i>Halictus (Halictus) rufipes</i> (F., 1793) | | |
| | | - <i>Halictus (Halictus) scabiosae</i> (Rossi, 1790) | = <i>zebrus</i> (Walckenaes, 1817) | |
| | 2- <i>Seladonia</i> (Robertson, 1918) | - <i>Halictus (Seladonia) gemmeus</i> Dours, 1872 | = <i>cephalicus</i> (Blüthgen, 1922) | |
| | <i>Lasioglossum</i> (Curtis 1833) | | | |
| 1- <i>Lasioglossum</i> sensu stricto | - <i>Lasioglossum (Lasioglossum) albocinctum</i> (Lucas, 1846) | = <i>separandum</i> (Frey-Gessner, 1903) | | |
| | - <i>Lasioglossum (Lasioglossum) callizonium</i> (Pérez, 1896) | | | |
| | <i>Lasioglossum (Lasioglossum) discum</i> (Smith, 1853) | | | |

| | | | | |
|---------------------------------------|--|--|----------------------------------|----------------------------|
| | | - <i>Lasioglossum (Lasioglossum) leucozonium</i> (Schrank,1781) | | |
| | 2- <i>Evylaeus</i> (Robertson, 1902) | - <i>Lasioglossum (Evylaeus) Bluethgeni</i> (Ebmer, 1971) | | |
| | | - <i>Lasioglossum (Evylaeus) interruptum</i> (Panzer,1798) | | |
| | | - <i>Lasioglossum (Evylaeus) leucopus</i> (Kirby, 1802) | | Nouvelle espèce en Algérie |
| | | - <i>Lasioglossum (Evylaeus) malachurum</i> (Kirby,1802) | | |
| | | - <i>Lasioglossum (Evylaeus) mediterraneum</i> (Blüthgen, 1926) | | |
| | | - <i>Lasioglossum (Evylaeus) pauperatum</i> (Brullé,1832) | = <i>pullum</i> (Erichson, 1835) | |
| | | - <i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck,1853) | = <i>malachurops</i> | |
| | | - <i>Lasioglossum (Evylaeus) Subhirtum</i> (Lep.) | | |
| | | - <i>Lasioglossum(Evylaeus) villosulum</i> (Kirby,1802) | = <i>medinai</i> (Vachal, 1895) | |
| | | - <i>Lasioglossum(Evylaeus) immunitum</i> (Vachal, | | |
| Nomiinae | <i>Pseudapis</i> (Kirby, 1800) | | | |
| | 1- <i>Nomiapis</i> Cockerell 1919 | - <i>Pseudapis (Nomiapis) unidentata</i> (Olivier, 1811) 1- <i>albocincta</i> (Lucas, 1849) | = <i>perforata</i> (Lucas, 1849) | |
| Megachilidae | | | | |
| Lithurginae/ | <i>Lithurgus</i> (Latreille, 1825) | | | |
| | | <i>Lithurgus chrysurus</i> (Fonscolombe,1834) | | |
| | | <i>lithurgus cephalotes</i> (Van Der Zanden, 1977) | | Nouvelle espèce en Algérie |
| Megachilinae/ | | | | |
| Anthidiini | <i>Anthidium</i> (Fabricius, 1804) | | | |
| | 1- <i>Anthidium</i> | - <i>Anthidium(Anthidium) diadema</i> (Latreille,1809) 1- <i>obscura</i> (Friese, 1897) | | |
| | <i>Afrantheidium</i> (Michener, 1948) | | | |
| | 1- <i>Mesanthidium</i> | - <i>Afrantheidium (Mesanthidium) carduele</i> (Morawitz, 1876) | = <i>zonulum</i> (Alfken, 1935) | Nouvelle espèce en Algérie |
| | <i>Rhodanthidium</i> (Isensee, 1927) | | | |
| 1- <i>Rhodanthidium</i> sensu stricto | - <i>Rhodanthidium (Rhodanthidium) septemdentatum</i> (Latreille,1809) | = <i>fontanesii</i> (Lepeletier, 1841) | | |

| | | | | |
|---|---|--|------------------------------------|-----------------------------------|
| | | - <i>Rhodanthidium (Rhodanthidium) siculum</i> (Spinola, 1838) | | |
| Megachilini | <i>Megachile</i> (Latreille, 1802) | | | |
| | 1- <i>Megachile</i> sensu stricto | - <i>Megachile (Megachile) octosignata</i> (Nylander, 1852) | | Nouvelle espèce en Algérie |
| | 2- <i>Neoeutricharaea</i> (Thomson, 1872) | - <i>Megachile (Neoeutricharaea) apicalis</i> (Spinola, 1808) | | |
| | <i>Chalicodoma</i> (Lepelletier, 1841) | | | |
| 1- <i>Chalicodoma</i> sensu stricto | - <i>Chalicodoma (Chalicodoma) sicula</i> (Rossi, 1792) | | | |
| Osmiini | <i>Osmia</i> (Panzer, 1806) | | | |
| | 1- <i>chalicosmia</i> (Schmiedeknecht, 1882) | <i>Osmia (chalicosmia) caerulea</i> (Linnaeus, 1758) | = | <i>melanogaster</i> Spinola, 1806 |
| | | <i>Osmia (chalicosmia) notata</i> (Fabricius, 1804) | | |
| | | <i>Osmia (chalicosmia) signata</i> (Erichson, 1835) | | |
| | 2- <i>Osmia</i> sensu stricto | <i>Osmia (Osmia) cornuta</i> (Latreille, 1805) | | |
| | | <i>Osmia (Osmia) rufa</i> (Linnaeus, 1758) | | |
| <i>Osmia (Osmia) tricornis</i> (L., 1811) | | | | |
| Melittidae | | | | |
| Dasypodainae Börner | | | | |
| Dasypodaini | <i>Dasypoda</i> (Latreille, 1802) | | | |
| | | <i>Dasypoda hirtipes</i> (F., 1793) | = <i>Plumipes</i> (Panzer, 1797) | |
| | | <i>Dasypoda maura</i> (Pérez, 1895) | = <i>brunnescens</i> (Pérez, 1895) | Nouvelle espèce en Algérie |

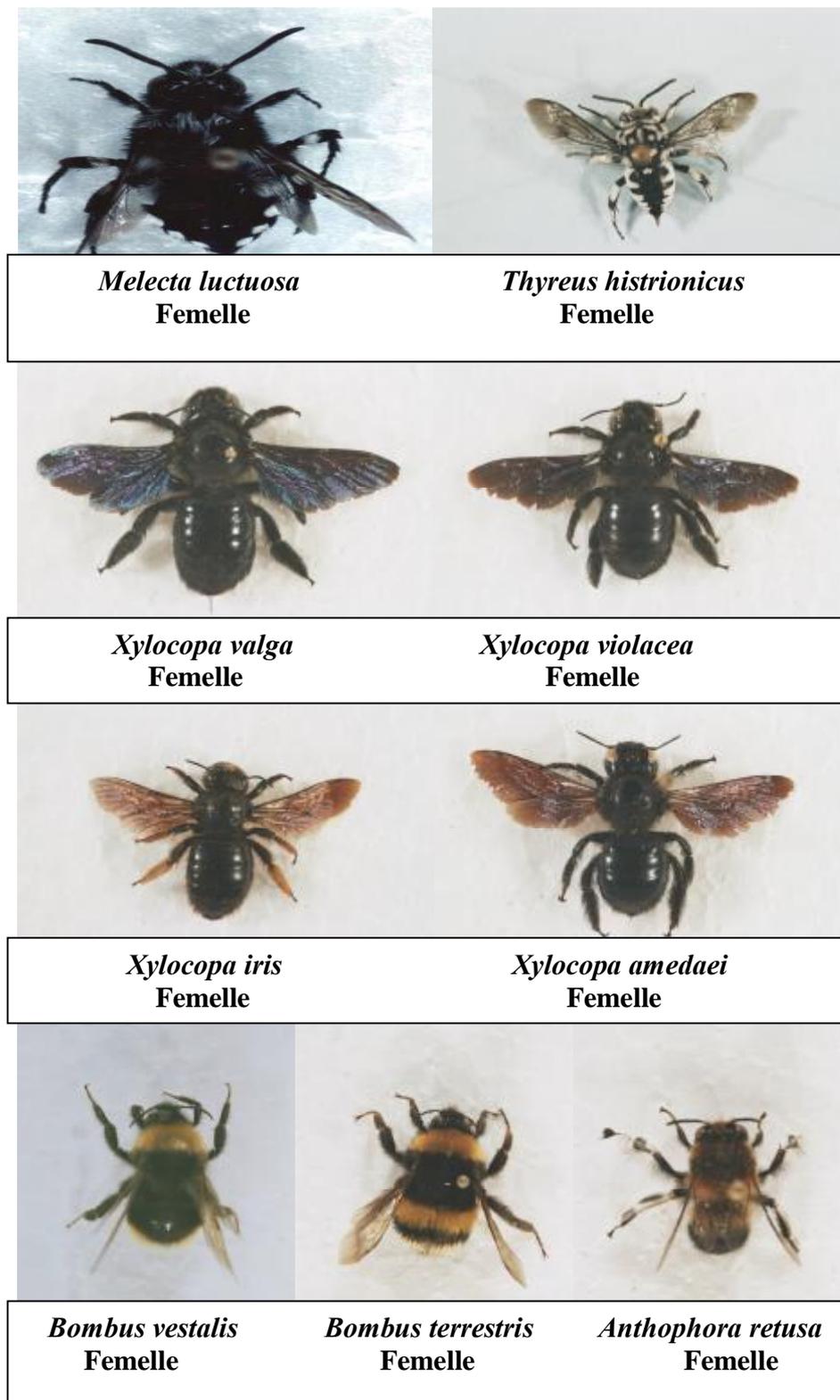


Figure 12a. Quelques Apidae notées dans la région de Khenchela en 2004 et 2005

(Photos originales) Echelle 1cm



Anthophora fulvitaris Femelle *Anthophora quadrimaculata* Femelle *Eucera elongatula* Mâle



Eucera nigrilabris Mâle *Tetralonia alternans* Mâle *Tetralonia alternans* Femelle



Tetralonia nigrifacies Femelle *Tetralonia dentata* Femelle *Eucera oraniensis* Femelle



Eucera obliterate Femelle *Tetralonia fulvescens* Femelle *Amegilla quadrifasciata* Femelle

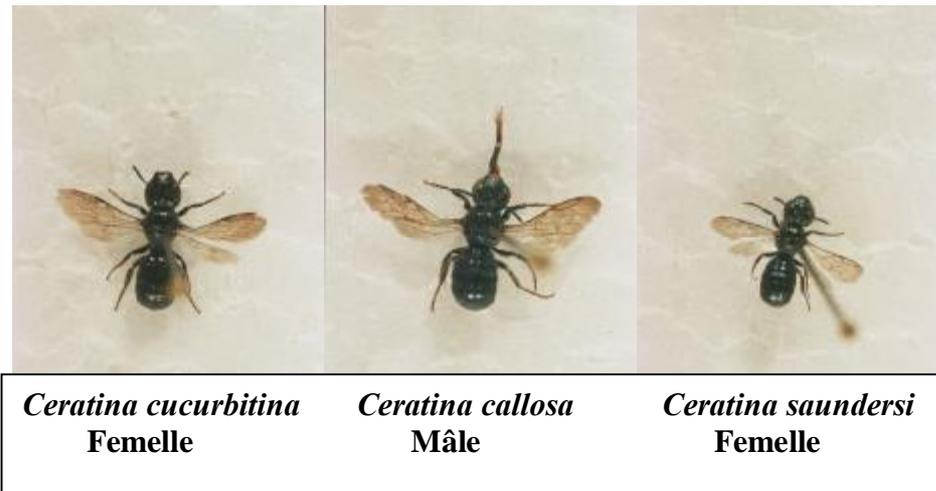
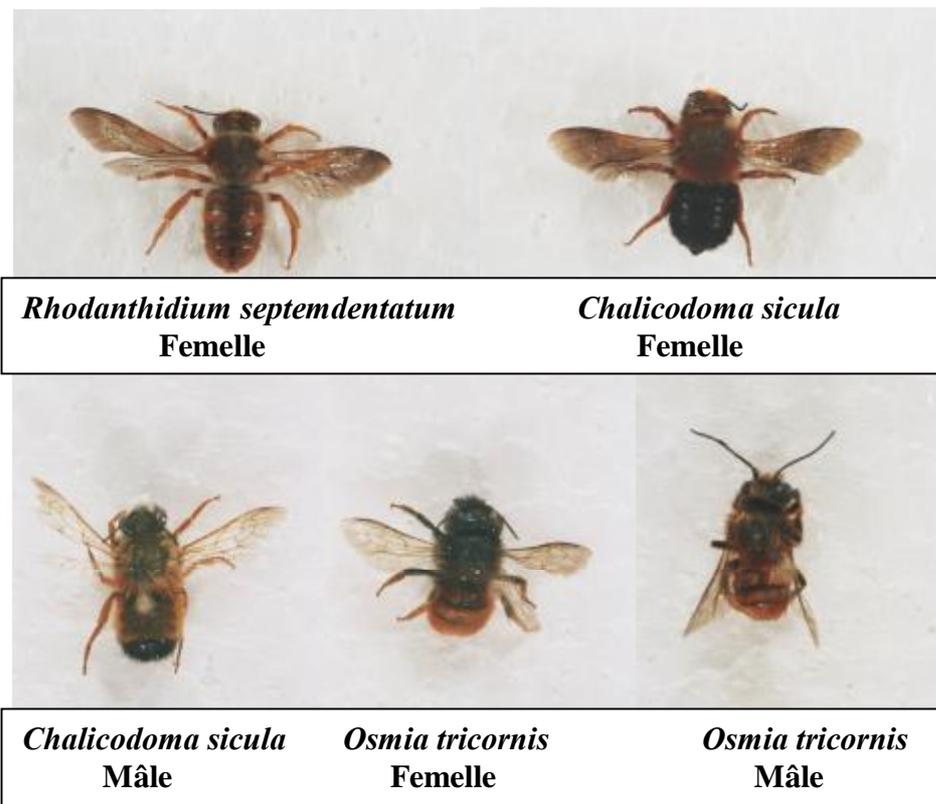


Figure 12. Quelques Apidae notées dans la région de Khenchela en 2004 et 2005
(Photos originales) Echelle **1cm**



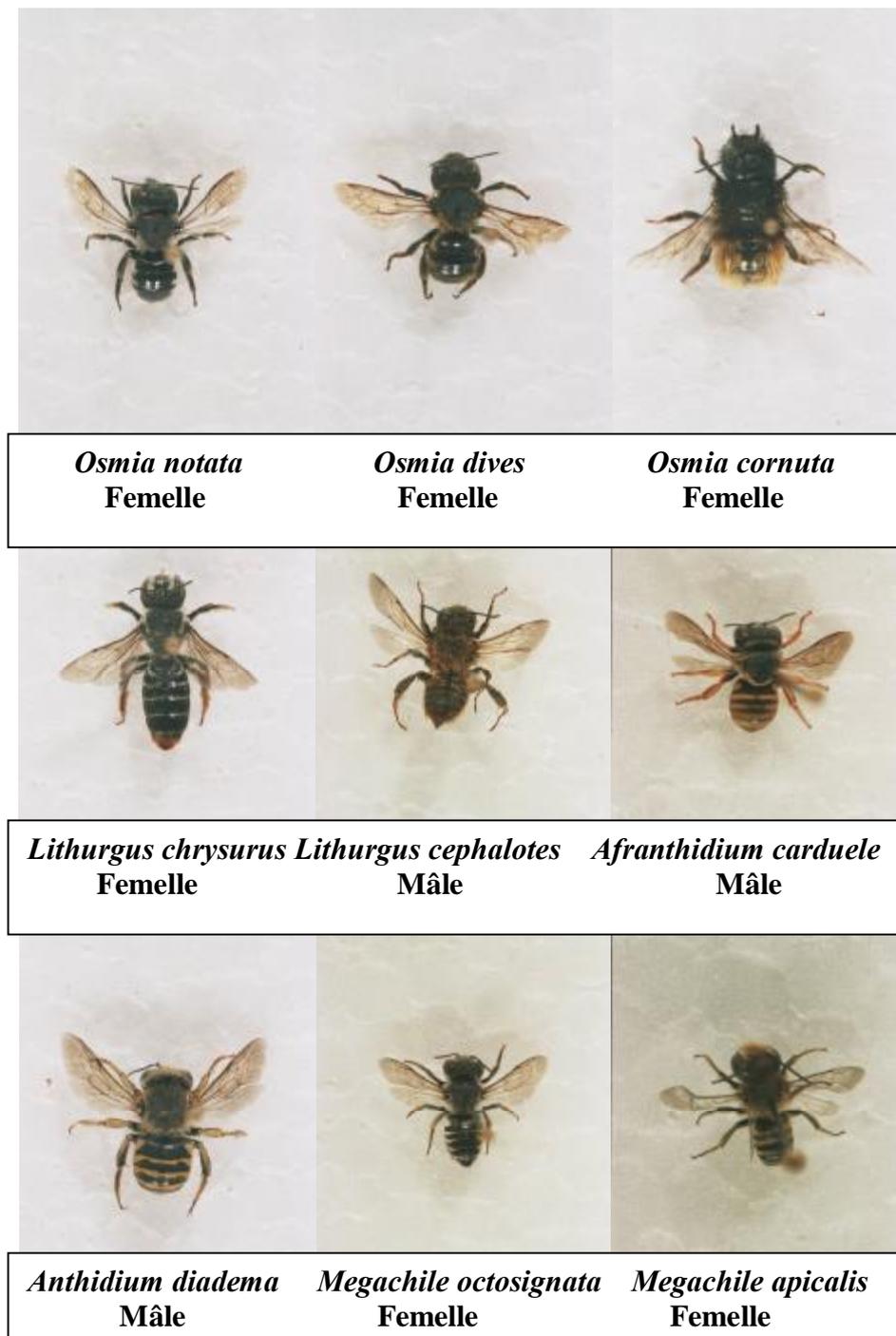


Figure 13. Quelques Megachilidae notées dans la région de Khenchela en 2004 et 2005 (Photos originales). Echelle 1cm



| | |
|---------------------------------|--|
| <i>Andrena morio</i> Femelle | <i>Andrena albopunctata</i> Femelle |
|---------------------------------|--|



| | | |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Andrena albopunctata</i> Femelle | <i>Andrena ovatula</i> Femelle | <i>Andrena lepida</i> Femelle |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|



| | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Andrena angustior</i> Femelle | <i>Andrena combinata</i> Femelle | <i>Andrena cineraria</i> Femelle |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|



| | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Andrena carbonaria</i> Femelle | <i>Andrena agilissima</i> Femelle | <i>Andrena Poupillieri</i> Femelle |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|

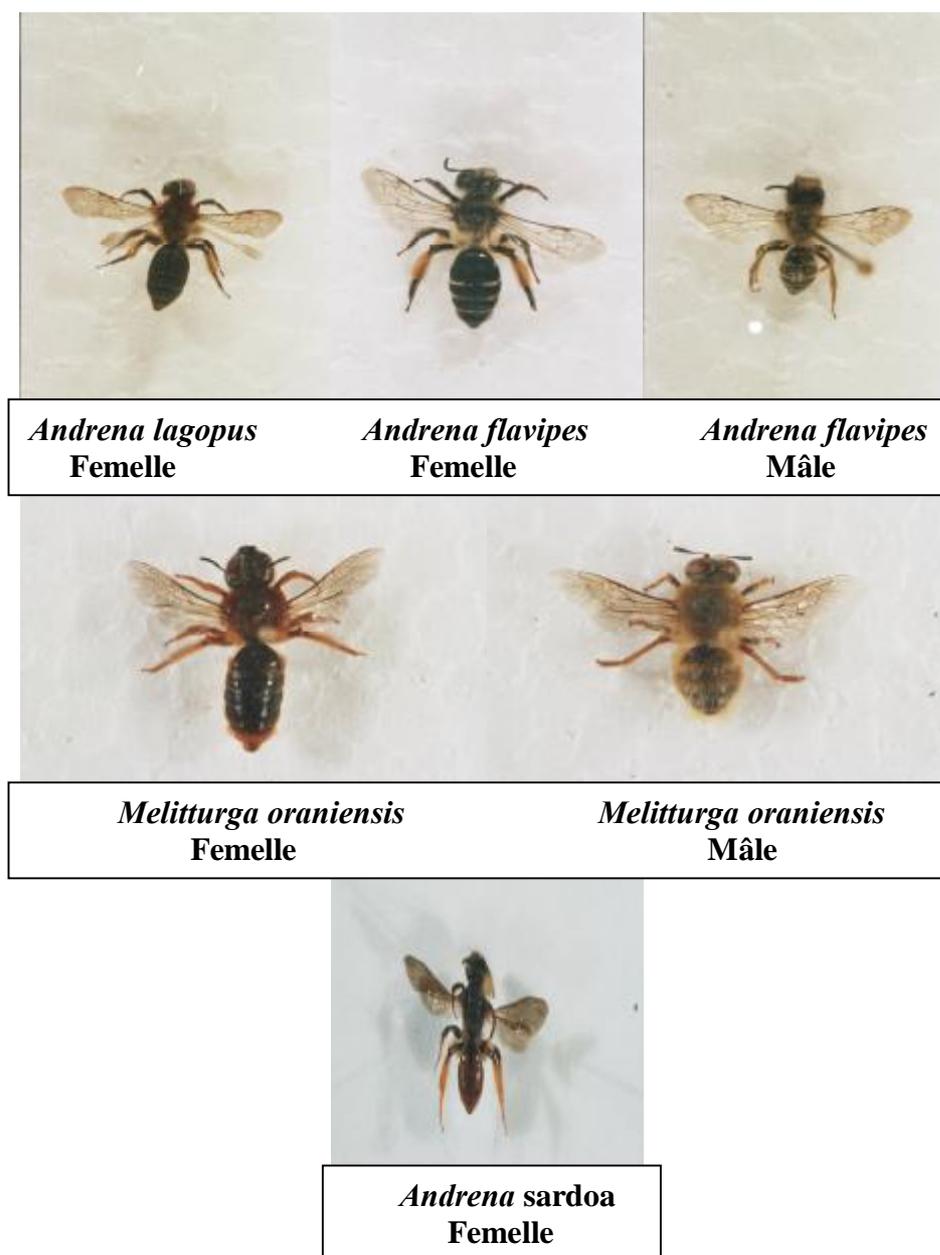


Figure 14. Quelques Andrenidae notées dans la région de Khenchela en 2004 et 2005 (Photos originales). Echelle 1cm



| | |
|--|------------------------------------|
| <i>Halictus brunnescens</i> Femelle | <i>Halictus rufipes</i> Femelle |
|--|------------------------------------|



| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Halictus scabiosae</i> Femelle | <i>Halictus fulvipes</i> Femelle | <i>Halictus fulvipes</i> Mâle |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|



| | |
|---------------------------------------|--|
| <i>Halictus quadricinctus</i> Mâle | <i>Halictus quadricinctus</i> Femelle |
|---------------------------------------|--|



| | | |
|--|---------------------------------|--|
| <i>Lasioglossum leucozonium</i> Femelle | <i>L. malachurum</i> Femelle | <i>Lasioglossum albocinctum</i> Femelle |
|--|---------------------------------|--|



Lasioglossum discum *Lasioglossum callizonium* *Lasioglossum subhirtum*
Femelle **Femelle** **Femelle**



Lasioglossum callizonium *L. mediterraneum* *Lasioglossum malachurum*
Mâle **Femelle** **Mâle**



Lasioglossum leucopus *Lasioglossum immunitum* *Lasioglossum villosulum*
Femelle **Femelle** **Femelle**

Tableau 8 – Répartition des espèces d'Apoidea sauvages dans les trois stations de la région de Khenchela.

(0 = absent ; 1 = présent)

| Stations | Chelia | Tamza | Touchent |
|--|--------|-------|----------|
| Halictidae (21 taxons) | | | |
| <i>Halictus (Halictus) brunnescens</i> Eversmann, 1852 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Halictus fulvipes</i> (Klug, 1817) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Halictus quadricinctus</i> (F., 1776) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Halictus rufipes</i> (F., 1793) | 0 | 1 | 1 |
| <i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Halictus (Seladonia) gemmeus</i> Dours, 1872 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Lasioglossum albocinctum</i> (Lucas, 1846) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Lasioglossum Bluethgeni</i> (Ebmer, 1971) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Lasioglossum callizonium</i> (Pérez, 1895) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Lasioglossum discum</i> (Smith, 1853) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Lasioglossum immunitum</i> (Vachal, | 1 | 0 | 0 |
| <i>Lasioglossum interruptum</i> (Panzer, 1798) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Lasioglossum (Evyllaesus) leucopus</i> Kirby, 1802 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Lasioglossum leucozonium</i> (Schrank, 1781) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby, 1802) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Lasioglossum mediterraneum</i> (Blüthgen, 1926) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Lasioglossum pauperatum</i> (Brullé, 1832) | 0 | 1 | 1 |
| <i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck, 1853) | 0 | 1 | 0 |
| <i>Lasioglossum subhirtum</i> (Lep.) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Lasioglossum villosulum</i> (Kirby, 1802) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Pseudapis Nomiapis unidentata albocincta</i> (Luc.) | 0 | 1 | 0 |
| Andrenidae (14 taxons) | | | |
| <i>Andrena agilissima</i> (Scopoli, 1770) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Andrena albopunctata</i> (Rossi, 1792) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Andrena angustior impressa</i> (Warncke, 1967) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Andrena carbonaria</i> (L., 1767) | 0 | 0 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <i>Andrena cineraria</i> (L., 1758) | 0 | 0 | 1 |
| <i>Andrena flavipes</i> (Panzer, 1799) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Andrena lagopus</i> (Latreille, 1809) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Andrena lepida</i> (Schenck, 1859) | 0 | 1 | 0 |
| <i>Andrena morio</i> (Brullé, 1832) | 0 | 0 | 1 |
| <i>Andrena ovatula</i> (Kirby, 1802) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Andrena Poupillieri</i> (Dours, 1872) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Andrena sardoa</i> (Lepeletier, 1841) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Andrena combinata</i> (Christ, 1791) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Melitturga oraniensis</i> (Lepeletier, 1841) | 0 | 0 | 1 |
| Megachilidae (16 taxons) | | | |
| <i>Megachile apicalis</i> (Spinola, 1808) | 0 | 1 | 0 |
| <i>Megachile octosignata</i> (Nylander, 1852) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Chalicodoma sicula</i> (Rossi, 1792) | 1 | 0 | 1 |
| <i>Lithurgus cephalotes</i> (Van Der Zanden, 1977) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Lithurgus chrysurus</i> (Fonscolombe, 1834) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Anthidium diadema</i> (Latreille, 1809) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Afranthidium carduele</i> (Morawitz, 1876) | 0 | 1 | 1 |
| <i>Rhodanthidium septemdentatum</i> (Latreille, 1809) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Rhodanthidium siculum</i> (Spin.) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Osmia caerulescens</i> (L., 1758) | 0 | 0 | 1 |
| <i>Osmia cornuta</i> (Latreille, 1805) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Osmia dives</i> (Mocs.) | 1 | 0 | 1 |
| <i>Osmia notata</i> (Fabricius,) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Osmia rufa</i> (L., 1758) | 1 | 0 | 1 |
| <i>Osmia signata</i> (Erichson, 1835) | 0 | 1 | 1 |
| <i>Osmia tricornis</i> (L., 1811) | 1 | 1 | 1 |
| Apidae (27 taxons) | | | |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> (Villers, 1789) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Anthophora atriceps</i> (Pérez, 1879) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Anthophora fulvitaris</i> (Brullé, 1832) | 0 | 0 | 1 |
| <i>Anthophora quadrimaculata</i> (Vulpina Pz.) | 0 | 0 | 1 |

| | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|
| <i>Anthophora nigrocincta</i> Lepeletier, 1841 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Anthophora retusa</i> (L., 1758) | 1 | 0 | 1 |
| <i>Tetralonia alternans</i> (Brullé) | 0 | 1 | 1 |
| <i>Tetralonia dentata</i> (Klug,) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Tetralonia fulvescens</i> (Giraud) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Tetralonia nigrifacies</i> (Dours,) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Bombus ruderatus</i> (F., 1775) | 0 | 1 | 1 |
| <i>Bombus terrestris</i> (L., 1758) | 1 | 1 | 1 |
| <i>Melecta luctuosa</i> (Scopoli, 1770) | 0 | 0 | 1 |
| <i>Thyreus histrionicus</i> (Illiger, 1806). | 1 | 1 | 0 |
| <i>Ceratina callosa</i> (Fabricius, 1794). | 0 | 1 | 0 |
| <i>Ceratina cucurbitina</i> (Rossi, 1792) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Ceratina saundersi</i> (Daly, 1983) | 0 | 0 | 1 |
| <i>Eucera nigrilabris</i> (Lepeletier, 1841) | 0 | 0 | 1 |
| <i>Eucera numida</i> (Lepeletier, 1841) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Eucera eucnemidea</i> (Dours, 1873) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Eucera elongatula</i> (Vachal, 1907) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Eucera obliterata</i> (Pérez, 1896) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Eucera oraniensis</i> (Lepeletier, 1841) | 1 | 1 | 0 |
| <i>Xylocopa amedaei</i> (Lepeletier, 1841) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Xylocopa violacea</i> (L., 1758) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Xylocopa valga</i> (Gerstaecker, 1872) | 0 | 0 | 1 |
| <i>Xylocopa iris</i> (Christ, 1791) | 1 | 0 | 0 |
| Melittidae (2 taxons) | | | |
| <i>Dasygaster hirtipes</i> (F., 1793) | 1 | 0 | 0 |
| <i>Dasygaster maura</i> (Pérez, 1895) | 1 | 0 | 0 |
| Total des espèces (sp) | 57 | 45 | 41 |
| Nombre de genres (g) | 18 | 16 | 17 |
| Rapport (sp/g) | 3,17 | 2,81 | 2,41 |

Il y a donc 05 familles, 22 genres et 39 sous-genres. Au total 80 espèces ont été recensées. Ces valeurs sont relativement élevées comparées à celles obtenues par

les mêmes méthodes d'inventaire au niveau d'autres régions du territoire Algérien. Chelia présente une diversité très importante, avec 57 espèces (18 genres), alors que pour Tamza et Touchent; on estime respectivement 45 espèces (16 genres) et 41 espèces (17 genres). Les 80 espèces recensées; sont identifiées jusqu'à l'espèce dont quelques unes à la sous-espèce. On constate que 18 espèces semblent douées d'ubiquité, on les voit dans les trois stations; "*Halictus fulvipes*, *Halictus scabiosae*, *Lasioglossum Bluethgeni*, *Lasioglossum callizonium*, *Lasioglossum discum*, *Lasioglossum interruptum*, *Lasioglossum malachurum*, *Lasioglossum Subhirtum*, *Andrena flavipes*, *Andrena ovatula*, *Andrena Poupillieri*, *Megachile octosignata*, *Rhodanthidium septemdentatum*, *Osmia notata*, *Osmia tricornis*, *Amegilla quadrifasciata*, *Tetralonia nigrifacies*, *Bombus terrestris*" , tandis que 25 espèces se répartissent dans deux stations; " *Halictus brunnescens*, *Halictus quadricinctus*, *Halictus rufipes*, *Halictus gemmeus*, *Lasioglossum albocinctum*, *Lasioglossum leucopus*, *Lasioglossum leucozonium*, *Lasioglossum pauperatum*, *Lasioglossum villosulum*, *Andrena albopunctata*, *Andrena Angustior*, *Andrena combinata*, *Lithurgus chrysurus*, *Afranthidium carduele*, *Osmia dives*, *Osmia rufa*, *Osmia signata*, *Anthophora nigrocincta*, *Anthophora retusa*, *Tetralonia alternans*, *Tetralonia fulvescens* , *Bombus vestalis*, *Thyreus histrionicus*, *Ceratina cucurbitina*, *Eucera oraniensis*". Alors que le reste se trouve seulement dans une station. Donc ces taxons ont une distribution différente. Le rapport (Sp/g) est plus élevé à chelia par rapport aux autres stations. Ce qui montre la présence de plusieurs espèces par genre.

4.1.2 – Composition de la faune d'abeilles sauvages

La composition de la faune d'apoïdes sauvages est représentée dans le tableau 9 et les figures 12 et 13.

Tableau 9 – Nombre de spécimens, de données, fréquences relatives et pourcentages de données des Apoidea sauvages dans la région de Khenchela (2004-2005).

(N. ind. : nombre d'individus. Occ. : nombre de données ou d'occurrence.

N. ind. % : la fréquence relative par espèce. Occ. % : le pourcentage d'occurrence.)

| Espèces | N. ind. | Occ. | N ind. % | Occ. % |
|--|---------|------|----------|--------|
| <i>Halictus (Halictus) brunnescens</i> Eversmann, 1852 | 10 | 5 | 0,83% | 1,64% |
| <i>Halictus fulvipes</i> (Klug,1817) | 40 | 12 | 3,33% | 3,93% |
| <i>Halictus quadricinctus</i> (F.,1776) | 44 | 6 | 3,66% | 1,97% |
| <i>Halictus rufipes</i> (F., 1793) | 10 | 5 | 0,83% | 1,64% |
| <i>Halictus scabiosae</i> (Rossi,1790) | 41 | 12 | 3,41% | 3,93% |
| <i>Halictus (Seladonia)gemmeus</i> Dours, 1872 | 3 | 2 | 0,25% | 0,66% |
| <i>Lasioglossum albocinctum</i> (Lucas,1846) | 3 | 2 | 0,25% | 0,66% |
| <i>Lasioglossum Bluethgeni</i> (Ebmer,1971) | 45 | 8 | 3,74% | 2,62% |
| <i>Lasioglossum callizonium</i> (Pérez,1895) | 15 | 7 | 1,25% | 2,30% |
| <i>Lasioglossum discum</i> (Smith,1853) | 22 | 9 | 1,83% | 2,95% |
| <i>Lasioglossum immunitum</i> (Vachal, | 3 | 1 | 0,25% | 0,33% |
| <i>Lasioglossum interruptum</i> (Panzer,1798) | 3 | 3 | 0,25% | 0,98% |
| <i>Lasioglossum (Evylaeus) leucopus</i> Kirby, 1802 | 16 | 3 | 1,33% | 0,98% |
| <i>Lasioglossum leucozonium</i> (Schrank,1781) | 61 | 8 | 5,07% | 2,62% |
| <i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby,1802) | 21 | 11 | 1,75% | 3,61% |
| <i>Lasioglossum mediterraneum</i> (Blüthgen,1926) | 3 | 2 | 0,25% | 0,66% |
| <i>Lasioglossum pauperatum</i> (Brullé,1832) | 10 | 2 | 0,83% | 0,66% |
| <i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck,1853) | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Lasioglossum Subhirtum</i> (Lep.) | 80 | 16 | 6,66% | 5,25% |
| <i>Lasioglossum villosulum</i> (Kirby,1802) | 55 | 6 | 4,58% | 1,97% |
| <i>Pseudapis Nomiapis Unidentata albocincta</i> (Luc.) | 8 | 3 | 0,67% | 0,98% |
| <i>Andrena agilissima</i> (Scopoli, 1770) | 2 | 2 | 0,17% | 0,66% |
| <i>Andrena albopunctata</i> (Rossi,1792) | 7 | 2 | 0,58% | 0,66% |
| <i>Andrena Angustior impressa</i> (Warncke,1967) | 34 | 6 | 2,83% | 1,97% |
| <i>Andrena carbonaria</i> (L.,1767) | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Andrena cineraria</i> (L., 1758) | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |

| | | | | |
|---|-----|----|--------|-------|
| <i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799 | 166 | 9 | 13,81% | 2,95% |
| <i>Andrena lagopus</i> Latreille, 1809 | 70 | 2 | 5,82% | 0,66% |
| <i>Andrena (Simandrena) lepida</i> Schenck, 1859. | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Andrena morio</i> Brullé, 1832 | 2 | 1 | 0,17% | 0,33% |
| <i>Andrena ovatula</i> (Kirby, 1802) | 31 | 9 | 2,58% | 2,95% |
| <i>Andrena Poupillieri</i> (Dours, 1872) | 6 | 4 | 0,50% | 1,31% |
| <i>Andrena sardoa</i> Lepeletier, 1841. | 33 | 2 | 2,75% | 0,66% |
| <i>Andrena combinata</i> (Christ, 1791) | 35 | 4 | 2,91% | 1,31% |
| <i>Melitturga oraniensis</i> Lepeletier, 1841 | 2 | 2 | 0,17% | 0,66% |
| <i>Megachile apicalis</i> Spinola, 1808 | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Megachile octosignata</i> Nylander, 1852 | 14 | 6 | 1,16% | 1,97% |
| <i>Chalicodma sicula</i> Rossi, 1792 | 25 | 9 | 2,08% | 2,95% |
| <i>lithurgus cephalotes</i> Van Der Zanden, 1977 | 1 | 1 | 0,33% | 0,33% |
| <i>Lithurgus chrysurus</i> Fonscolombe, 1834 | 7 | 4 | 0,58% | 1,31% |
| <i>Anthidium diadema</i> latreille, 1809 | 5 | 2 | 0,42% | 0,66% |
| <i>Afranthidium carduele</i> (Morawitz, 1876) | 4 | 3 | 0,33% | 0,98% |
| <i>Rhodanthidium septemdentatum</i> (Latreille, 1809) | 4 | 3 | 0,33% | 0,98% |
| <i>Rhodanthidium siculum</i> (Spin.) | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Osmia caerulescens</i> (L., 1758) | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Osmia cornuta</i> (Latreille, 1805) | 2 | 2 | 0,17% | 0,66% |
| <i>Osmia dives</i> (Mocs.,) | 22 | 2 | 1,83% | 0,66% |
| <i>Osmia notata</i> (Fabricius,) | 13 | 8 | 1,08% | 2,62% |
| <i>Osmia rufa</i> (L., 1758) | 3 | 2 | 0,25% | 0,66% |
| <i>Osmia signata</i> Erichson, 1835 | 3 | 3 | 0,25% | 0,98% |
| <i>Osmia tricornis</i> (L., 1811) | 9 | 5 | 0,75% | 1,64% |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> (Villers, 1789) | 21 | 10 | 1,75% | 3,28% |
| <i>Anthophora atriceps</i> | 2 | 1 | 0,17% | 0,33% |
| <i>Anthophora fulvitaris</i> (Brullé, 1832) | 2 | 1 | 0,17% | 0,33% |
| <i>Anthophora quadrimaculata</i> (Vulpina Pz.) | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Anthophora nigrocincta</i> Lepeletier, 1841 | 3 | 1 | 0,25% | 0,33% |
| <i>Anthophora retusa</i> (L., 1758) | 4 | 3 | 0,33% | 0,98% |
| <i>Tetralonia alternans</i> (Brullé) | 2 | 2 | 0,17% | 0,66% |
| <i>Tetralonia dentata</i> (Klug,) | 6 | 2 | 0,50% | 0,66% |

| | | | | |
|--|-------------|------------|----------------|----------------|
| <i>Tetralonia fulvescens</i> (Giraud) | 19 | 3 | 1,58% | 0,98% |
| <i>Tetralonia nigrifacies</i> (Dours,) | 9 | 4 | 0,75% | 1,31% |
| <i>Bombus ruderatus</i> (F., 1775) | 4 | 3 | 0,33% | 0,98% |
| <i>Bombus terrestris</i> (L., 1758) | 61 | 18 | 5,07% | 5,90% |
| <i>Melecta luctuosa</i> (Scopoli, 1770) | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Thyreus histrionicus</i> (Illiger, 1806). | 3 | 3 | 0,98% | 0,98% |
| <i>Ceratina callosa</i> (Fabricius, 1794). | 4 | 4 | 0,33% | 1,31% |
| <i>Ceratina cucurbitina</i> (Rossi, 1792) | 5 | 5 | 0,42% | 1,64% |
| <i>Ceratina saundersi</i> Daly, 1983 | 2 | 1 | 0,17% | 0,33% |
| <i>Eucera nigrilabris</i> Lepeletier, 1841 | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Eucera numida</i> Lepeletier, 1841 | 3 | 1 | 0,25% | 0,33% |
| <i>Eucera eucnemidea</i> Dours, 1873 | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Eucera elongatula</i> Vachal, 1907 | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Eucera obliterata</i> | 2 | 1 | 0,17% | 0,33% |
| <i>Eucera oraniensis</i> (Lepeletier, 1841) | 8 | 3 | 0,67% | 0,98% |
| <i>Xylocopa amedaei</i> (Lepeletier, 1841) | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Xylocopa violacea</i> (L., 1758) | 6 | 3 | 0,50% | 0,98% |
| <i>Xylocopa valga</i> (Gerstaecker, 1872) | 2 | 2 | 0,17% | 0,66% |
| <i>Xylocopa iris</i> (Christ, 1791) | 1 | 1 | 0,08% | 0,33% |
| <i>Dasygaster hirtipes</i> (F., 1793) | 3 | 1 | 0,25% | 0,33% |
| <i>Dasygaster maura</i> (Pérez, 1895) | 24 | 3 | 2,00% | 0,98% |
| Total | 1202 | 305 | 100,00% | 100,00% |

Selon le tableau 9 on constate que l'effectif total soit de 1202 individus. On remarque que les Apoidea les plus abondants par leur fréquences relatives dans la région de Khenchela sont respectivement : *Andrena flavipes* "13,81%", *Lasioglossum Subhirtum* "6,66%", *Andrena lagopus* "5,82%", *Lasioglossum leucozonium* et *Bombus terrestris* "5,07%", *Lasioglossum villosulum* "4,58%". Les autres taxons donnent des abondances relatives fluctuant entre "0,08% et 3,74%". En ce qui concerne le nombre de données on observe "5,90%" de données pour *Bombus terrestris*, "5,25%" pour *Lasioglossum Subhirtum*, "3,93%" pour *Halictus fulvipes* et

Halictus scabiosae, le nombre de données pour les autres taxons varie entre "0,33% et 3,61%".

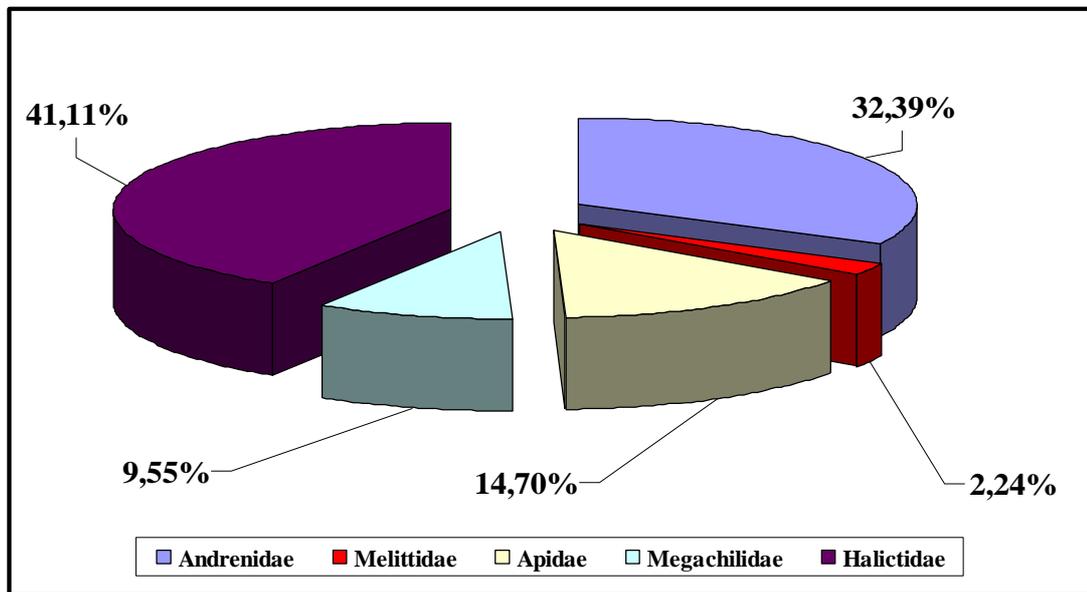


Figure 17. Répartition du nombre de spécimens par famille dans les trois stations d'étude en 2004-2005.

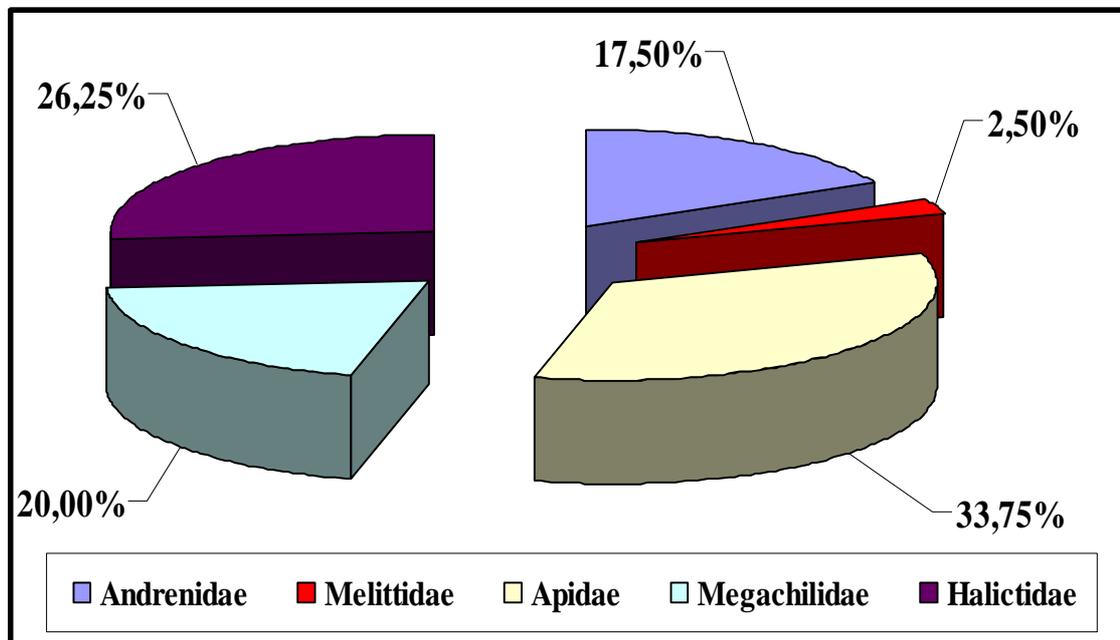


Figure 18. Répartition du nombre d'espèces par famille dans les trois stations d'étude en 2004-2005.

4.1.3 – Phénologie des Apoidea

Plusieurs facteurs peuvent influencer l'activité des Apoidea sauvages. L'étude de la phénologie des abeilles sauvages s'illustre dans le tableau 10 et les figures 19, 20, 21, 22,23.

Tableau 10 – Nombre de spécimens listés par famille durant l'année d'étude 2004-2005.

| Années | 2004 | | 2005 | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | Mois | | Mois | | | | | | | | | |
| Familles d'apoïdes | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
| Halictidae | 23 | 22 | 37 | 7 | 76 | 29 | 11 | 88 | 138 | 25 | 21 | 17 |
| Andrenidae | 2 | 5 | 1 | 0 | 201 | 87 | 47 | 27 | 2 | 0 | 1 | 17 |
| Apidae | 4 | 11 | 8 | 7 | 21 | 19 | 9 | 26 | 56 | 7 | 4 | 4 |
| Megachilidae | 0 | 0 | 2 | 5 | 16 | 11 | 10 | 43 | 23 | 3 | 2 | 0 |
| Mellitidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| Totaux | 29 | 38 | 48 | 19 | 314 | 146 | 77 | 187 | 243 | 35 | 28 | 38 |

En consultant la figure 19 reprenant les données sur 494 spécimens des Halictidae, on note qu'ils sont plus nombreux en juillet, ils atteignent leur premier pic en mars, la population diminue jusqu'à la fin du mois de mai, les Halictidae reprennent leur vol et la population de ceux-ci augmente rapidement pour être maximale au cours du mois de juillet (deuxième pic). L'effectif diminue progressivement vers la fin du mois d'octobre.

Pour les Andrenidae et comme on peut le voir sur la figure 20, ils volent en effet en plus grand nombre pendant le mois de mars. L'activité des mâles et des femelles est plus intense au cours de ce mois, puis elle diminue progressivement, et les Andrenidae disparaissent vers la fin du mois d'août.

Les Apidae (figure 21) sont plus abondants en juillet, leur premier pic est enregistré en janvier, le deuxième en mars. La population est maximale au cours du mois de juillet.

Les Megachilidae (figure 22) se retrouvent en plus grand nombre durant le mois de juin, l'effectif diminue progressivement pour s'annuler en octobre. Ils reprennent leur vol à partir du mois de janvier, pour atteindre leur premier pic en mars.

La faune des Melittidae (figure 23) est plus abondante en juillet, les premiers individus ont été observés au cours du mois de juin atteignant un pic en juillet, ils disparaissent vers la fin de ce mois.

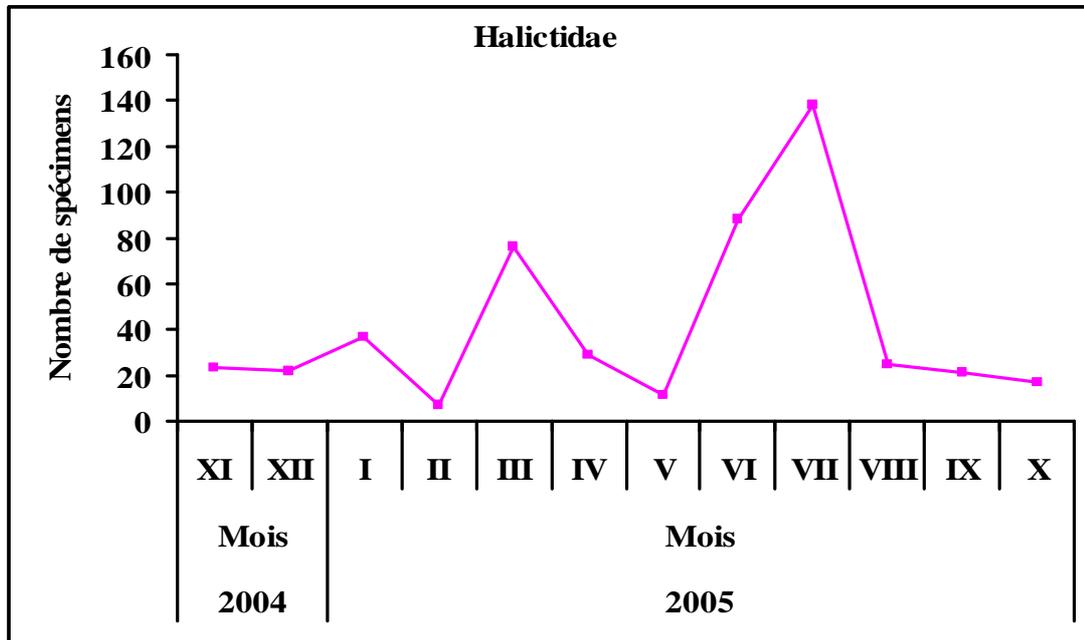


Figure 19. Phénologie des Halictidae dans les 3 stations durant la période d'étude.

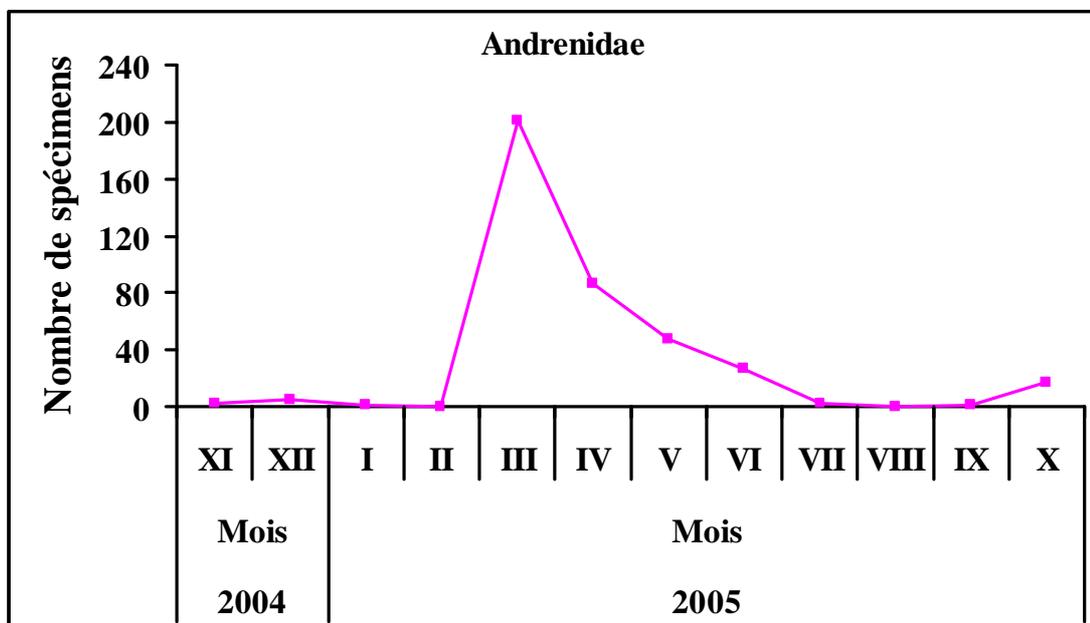


Figure 20. Phénologie des Andrenidae dans les 3 stations durant la période d'étude.

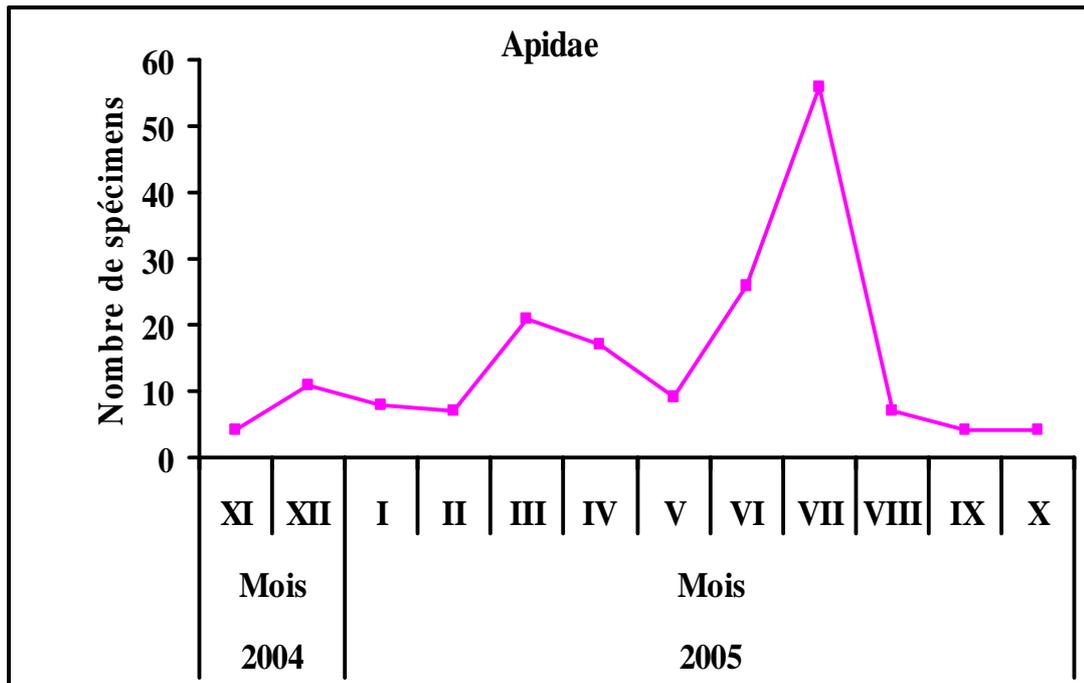


Figure 21. Phénologie des Apidae dans les 3 stations durant la période d'étude.

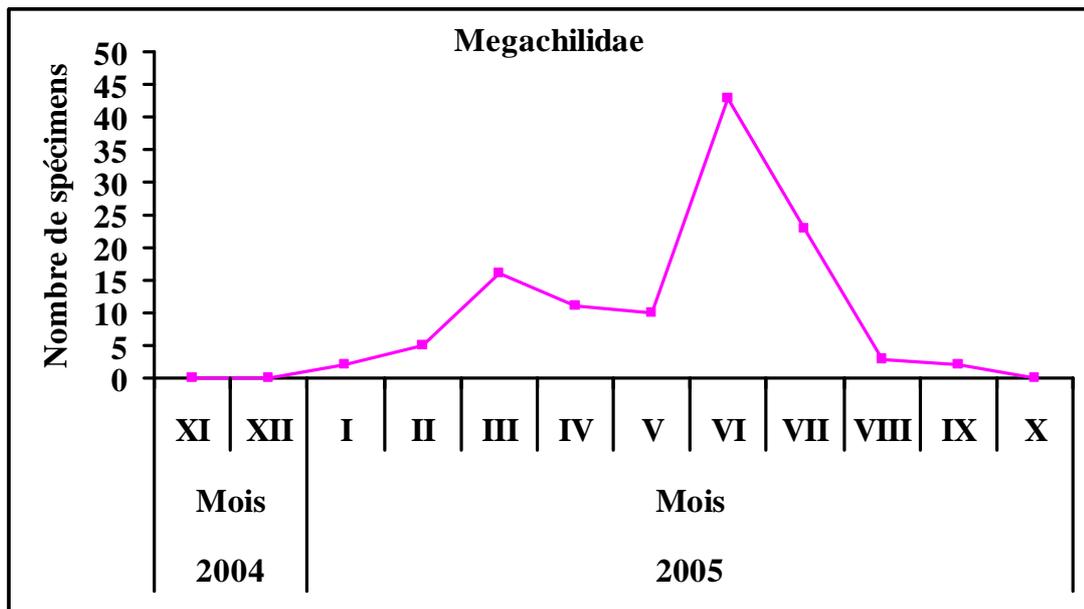


Figure 22. Phénologie des Megachilidae dans les 3 stations durant la période d'étude.

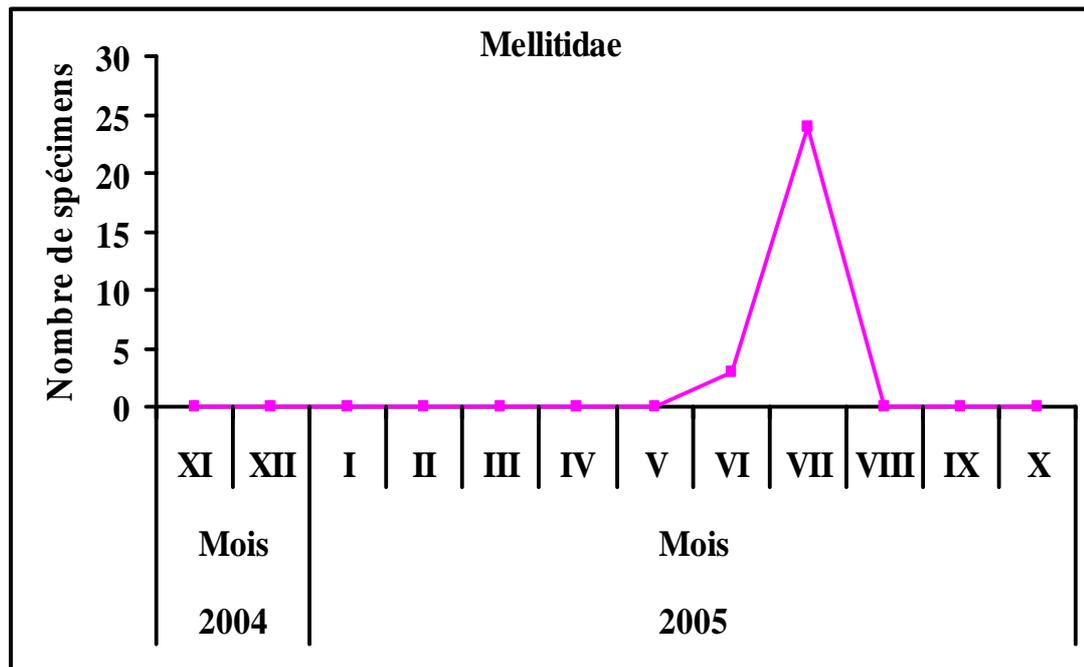


Figure 23. Phénologie des Melittidae dans les 3 stations durant la période d'étude

Tableau 11 – Nombre d'espèces répertoriées par famille au cours de l'année d'étude 2004-2005 dans la région de Khenchela.

| Années | 2004 | | 2005 | | | | | | | | | |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| | Mois | | Mois | | | | | | | | | |
| Familles d'Apoïdes | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
| Halictidae | 3 | 4 | 6 | 3 | 7 | 5 | 3 | 13 | 13 | 5 | 5 | 6 |
| Andrenidae | 1 | 1 | 1 | 0 | 5 | 7 | 7 | 4 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| Apidae | 2 | 2 | 1 | 1 | 8 | 20 | 9 | 7 | 12 | 2 | 2 | 2 |
| Megachilidae | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 7 | 6 | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 |
| Melittidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Totaux | 6 | 7 | 9 | 5 | 24 | 39 | 25 | 31 | 33 | 9 | 9 | 9 |

Comme on peut le voir dans le tableau 11, le nombre d'espèces récoltées diffère d'un mois à l'autre. Les Halictidae sont plus nombreux durant les mois de juin et juillet avec 13 taxons. Les Andrenidae marquent un nombre supérieur d'espèces en

avril et en mai avec 7 taxons, et ils disparaissent en février et juillet. La faune des Apidae présente un nombre de taxons très élevé au cours du mois d'avril avec 20 espèces, et ils présentent un nombre minimal en janvier et février (1 seul taxon). Les Megachilidae sont plus nombreux en juin avec 7 taxons, à partir du mois de juillet, on remarque une réduction du nombre jusqu'à la disparition de la faune des Megachilidae en octobre. Les Melittidae présentent un seul taxon en juin et en juillet, la population disparaît pendant les autres mois.

4.1.4 - Qualité d'échantillonnage

On a calculé le rapport a/N qui dépend du nombre de relevés, Où :

a = le nombre total des espèces de fréquence 1.

N = le nombre de relevés.

Quand a/N tend vers 0; l'échantillonnage est considéré de bonne qualité.

Quand la valeur de ce rapport s'élève l'échantillonnage est de mauvaise qualité.

Tableau 12 – Fluctuation du quotient a/N dans les trois stations.

| Années | 2004 | | | 2005 | | | |
|--------|---------------|-----------------------|--|------------|-----------------------|--|------------|
| | Stations | Nombre de relevés (N) | Nombre d'espèces notées une seule fois en un seul individu (a) | a/N | Nombre de relevés (N) | Nombre d'espèces notées une seule fois en un seul individu (a) | a/N |
| | Chelia | 3 | 0 | 0,0 | 18 | 6 | 0,3 |
| | Tamza | 2 | 1 | 0,5 | 18 | 2 | 0,1 |
| | Touchent | 3 | 0 | 0,0 | 18 | 6 | 0,3 |
| | Totaux | 8 | 1 | 0,1 | 54 | 14 | 0,3 |

On présente dans le tableau 12, les calculs de la qualité de l'échantillonnage des deux années 2004-2005 dans les trois stations.

Le nombre de relevés en 2004 est égal à 8, alors qu'il est de 54 en 2005. La valeur de la qualité de l'échantillonnage pour l'année 2004 est égale à 0,1. Le quotient a/N moyen des trois stations pour l'année 2005 est de 0,3. Alors on peut dire que l'échantillonnage est de bonne qualité pour les deux années d'étude.

Les espèces contactées une seule fois dans les trois stations sont: *Lasioglossum pauxillum*, *Andrena carbonaria*, *Andrena cineraria*, *Andrena lepida*, *Megachile apicalis*, *lithurgus cephalotes*, *Rhodanthidium siculum*, *Osmia caerulea*, *Anthophora quadrimaculata*, *Melecta luctuosa*, *Eucera nigrilabris*, *Eucera eucnemidea*, *Eucera elongatula*, *Xylocopa amedaei*, *Xylocopa iris*.

4.1.5 - Etude des Apoidea par des indices écologiques

L'étude des Apoidea est faite à l'aide d'indices écologiques de composition et de structure.

4.1.5.1 – Indices écologique de composition

4.1.5.1.1 - Richesse totale ou spécifique et richesse moyenne

D'après LEGENDRE et LEGENDRE (1979), la mesure de la richesse spécifique (R.S.) qui indique le nombre d'espèces récoltées donne des renseignements sur la variété des niches écologiques qu'un écosystème peut abriter; Les variations des richesses totales et moyennes des espèces recensées selon les stations d'étude sont exposées dans le tableau 13.

Tableau 13 – variation des richesses totales S et moyennes s des Apoidea sauvages estimée dans les trois stations de la région de Khenchela étudiées en 2004-2005.

| Années | 2004 | | | | 2005 | | | |
|------------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|------------------|
| Paramètres Stations | Richesse Totale | Nombre de mois | \sum de s Dans \sum mois | Richesse moyenne | Richesse Totale | Nombre de mois | \sum de s dans \sum mois | Richesse moyenne |
| Chelia | 4 | 2 | 2,67 | 1,33 | 52 | 10 | 28,89 | 2,89 |
| Tamza | 7 | 2 | 7,00 | 3,50 | 44 | 10 | 24,44 | 2,44 |
| Touchent | 2 | 2 | 1,33 | 0,67 | 39 | 10 | 21,67 | 2,17 |

Le tableau 13 montre que la richesse totale est comprise entre 2 et 7 espèces en 2004, et entre 39 et 52 taxons pour l'année 2005. La richesse spécifique la plus importante est consignée à Chelia en 2005. La plus basse richesse totale est notée à

Touchent avec 2 espèces en 2004 et 39 en 2005. Tamza marque une richesse spécifique égale à 7 pour l'année 2004 et à 44 pour l'année 2005.

La valeur la plus élevée de la richesse moyenne s est mentionnée pour l'année 2004 à Tamza avec 3,50 espèces, la plus faible étant enregistrée à Touchent avec 0,67 espèces. La richesse moyenne est égale à 1,33 espèces à Chelia en 2004. Pour ce qui concerne l'année 2005 les valeurs de la richesse moyenne sont comprises entre 2,17 et 2,89 espèces. Nous constatons que la station de Chelia présente la plus grande richesse moyenne, alors que la plus faible est consignée à Touchent.

4.1.5.1.2 - Fréquence centésimale ou abondance relative

Les résultats concernant les abondances relatives des différentes espèces sont consignés dans le tableau 14.

Tableau 14 – Abondances relatives des espèces des abeilles sauvages dans les stations étudiées en 2004 et en 2005.

(Ni= nombre d'individus d'abeilles. A.R.= abondance relative).

| Année Stations Espèces | 2004 | | 2005 | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|----------|-------------|------------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|
| | Chelia | | Tamza | | Touchent | | Chelia | | Tamza | | Touchent | |
| | N.i. | A.R. | N.i. | A.R. | N.i. | A.R. | N.i. | A.R. | N.i. | A.R. | N.i. | A.R. |
| <i>Halictus brunnescens</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 9 | 2,1% | 1 | 0,6% |
| <i>Halictus fulvipes</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 23 | 4,3% | 14 | 3,3% | 3 | 1,7% |
| <i>Halictus quadricinctus</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 33 | 6,1% | 11 | 2,6% | 0 | 0,0% |
| <i>Halictus rufipes</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 9 | 2,1% | 1 | 0,6% |
| <i>Halictus scabiosae</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 23 | 4,3% | 13 | 3,1% | 5 | 2,9% |
| <i>Halictus gemmeus</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% | 2 | 1,1% |
| <i>Lasioglossum albocinctum</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 2 | 0,5% | 0 | 0,0% |
| <i>Lasioglossum Bluethgeni</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 19 | 3,5% | 25 | 6,0% | 1 | 0,6% |
| <i>Lasioglossum callizonium</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 9 | 1,7% | 3 | 0,7% | 3 | 1,7% |
| <i>Lasioglossum discum</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 10 | 1,8% | 4 | 1,0% | 8 | 4,6% |
| <i>Lasioglossum immunitum</i> | 3 | 12,5% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Lasioglossum interruptum</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 1 | 0,2% | 1 | 0,6% |
| <i>Lasioglossum leucopus</i> | 1 | 4,2% | 14 | 36,8% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% |
| <i>Lasioglossum leucozonium</i> | 0 | 0,0% | 1 | 2,6% | 0 | 0,0% | 58 | 10,7% | 2 | 0,5% | 0 | 0,0% |
| <i>Lasioglossum malachurum</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 11 | 2,6% | 8 | 4,6% |
| <i>Lasioglossum mediterraneum</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% |
| <i>Lasioglossum pauperatum</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 9 | 5,1% |
| <i>Lasioglossum pauxillum</i> | 0 | 0,0% | 1 | 2,6% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Lasioglossum Subhirtum</i> | 0 | 0,0% | 6 | 15,8% | 0 | 0,0% | 7 | 1,3% | 57 | 13,6% | 10 | 5,7% |
| <i>Lasioglossum villosulum</i> | 18 | 75,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 36 | 6,7% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% |
| <i>Pseudapis unidentata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 8 | 1,5% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| Total Halictidae | 22 | 91,7% | 22 | 57,9% | 0 | 0,0% | 233 | 43,1% | 165 | 39,4% | 52 | 29,7% |
| <i>Andrena agilissima</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Andrena albopunctata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 5 | 0,9% | 2 | 0,5% | 0 | 0,0% |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------|-------------|-----------|--------------|----------|-------------|------------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|
| <i>Andrena Angustior</i> | 2 | 8,3% | 5 | 13,2% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 27 | 6,4% | 0 | 0,0% |
| <i>Andrena carbonaria</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,6% |
| <i>Andrena cineraria</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,6% |
| <i>Andrena flavipes</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 20 | 3,7% | 112 | 26,7% | 34 | 19,4% |
| <i>Andrena lagopus</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 70 | 12,9% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Andrena lepida</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% |
| <i>Andrena morio</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 1,1% |
| <i>Andrena ovatula</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 7 | 1,3% | 17 | 4,1% | 7 | 4,0% |
| <i>Andrena Poupillieri</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 4 | 0,7% | 1 | 0,2% | 1 | 0,6% |
| <i>Andrena sardoa.</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 33 | 6,1% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Andrena combinata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 22 | 4,1% | 13 | 3,1% | 0 | 0,0% |
| <i>Melitturga oraniensis</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 1,1% |
| Total Andrenidae | 2 | 8,3% | 5 | 13,2% | 0 | 0,0% | 163 | 30,1% | 173 | 41,3% | 47 | 26,9% |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 7 | 1,3% | 11 | 2,6% | 3 | 1,7% |
| <i>Anthophora atriceps</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Anthophora fulvitaris</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 1,1% |
| <i>Anthophora quadrimaculata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,6% |
| <i>Anthophora nigrocincta</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% |
| <i>Anthophora retusa</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 0 | 0,0% | 2 | 1,1% |
| <i>Tetralonia alternans</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 1 | 0,6% |
| <i>Tetralonia dentata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 6 | 1,1% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Tetralonia fulvescens</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 18 | 4,3% | 0 | 0,0% |
| <i>Tetralonia nigrifacies</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 6 | 1,4% | 1 | 0,6% |
| <i>Bombus vestalis</i> | 0 | 0,0% | 2 | 5,3% | 2 | 50,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Bombus terrestris</i> | 0 | 0,0% | 9 | 23,7% | 2 | 50,0% | 25 | 4,6% | 8 | 1,9% | 17 | 9,7% |
| <i>Melecta luctuosa</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,6% |
| <i>Thyreus histrionicus</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 2 | 0,5% | 0 | 0,0% |
| <i>Ceratina callosa</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 4 | 1,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Ceratina cucurbitina</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 4 | 1,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Ceratina saundersi</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 1,1% |
| <i>Eucera nigrilabris</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,6% |
| <i>Eucera numida</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 3 | 0,6% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Eucera eucnemidea</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Eucera elongatula</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Eucera obliterata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Eucera oraniensis</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 7 | 1,7% | 0 | 0,0% |
| <i>Xylocopa amedaei</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Xylocopa violacea</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 6 | 1,1% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Xylocopa valga</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 1,1% |
| <i>Xylocopa iris</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| Total Apidae | 0 | 0,0% | 11 | 28,9% | 4 | 100% | 65 | 12,0% | 62 | 14,8% | 33 | 18,9% |
| <i>Megachile apicalis</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% |
| <i>Megachile octosignata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 5 | 1,2% | 8 | 4,6% |
| <i>Megachile sicula</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 3 | 0,6% | 0 | 0,0% | 22 | 12,6% |
| <i>lithurgus cephalotes</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Lithurgus chrysurus</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 6 | 1,1% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% |
| <i>Anthidium diadema</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 5 | 0,9% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Afranthidium carduele</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,5% | 2 | 1,1% |
| <i>Rhodanthidium septemdentatum</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 1 | 0,2% | 1 | 0,6% |
| <i>Rhodanthidium siculum</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Osmia caerulescens</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,6% |
| <i>Osmia cornuta</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,4% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Osmia dives</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 21 | 3,9% | 0 | 0,0% | 1 | 0,6% |
| <i>Osmia notata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 6 | 1,1% | 6 | 1,4% | 1 | 0,6% |
| <i>Osmia rufa</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 0,2% | 0 | 0,0% | 2 | 1,1% |
| <i>Osmia signata</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 2 | 0,5% | 1 | 0,6% |
| <i>Osmia tricornis</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 4 | 0,7% | 1 | 0,2% | 4 | 2,3% |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|
| Total Megachilidae | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 53 | 9,8% | 19 | 4,5% | 43 | 24,6% |
| <i>Dasygaster hirtipes</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 3 | 0,6% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Dasygaster maura</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 24 | 4,4% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| Total Melittidae | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 27 | 5,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| Somme n.i. | 24 | 100% | 38 | 100% | 4 | 100% | 541 | 100% | 419 | 100% | 176 | 100% |

Les résultats du Tableau 14 montrent les différentes abondances relatives trouvées pour chaque taxon dans les trois stations étudiées. On notera que le nombre d'individus récoltés en 2004 est très faible avec 66 individus comparé à celui de 2005 avec 1136 individus. Pour l'année 2004, nous remarquons la présence de trois familles (Halictidae, Andrenidae et Apidae), et l'absence des Megachilidae et Melittidae. Au niveau de la station de Chelia; la famille des Halictidae est la mieux notée avec une fréquence centésimale de 91,7%, la famille des Andrenidae est représentée par une abondance relative de 8,3%, la famille des Apidae est absente. La station de Tamza marque une fréquence centésimale élevée pour les Halictidae "57,9%", cette famille est absente à Touchent, l'abondance relative des Andrenidae est égale à 13,2% à Tamza et à 0% à Touchent. Concernant les Apidae, on remarque une abondance relative de 28,9% à Tamza et de 100% à Touchent "la seule famille remarquée à cette station en 2004". Pour l'année 2005, nous constatons l'existence des cinq familles, avec des abondances relatives qui varient d'une station à l'autre et d'une famille à l'autre. Pour les Halictidae, la fréquence centésimale est de 43,1% à Chelia, 39,4% à Tamza et de 26,9% à Touchent. Les Andrenidae ont une abondance relative de " 30,1%, 41,3%, 26,9%" dans les trois stations respectivement : Chelia, Tamza et Touchent. Les fréquences centésimales des Apidae sont : 12,0% à Chelia, 14,8% à Tamza et 18,9% à Touchent. En ce qui concerne les Megachilidae, on a constaté les Abondances relatives suivantes : 9,8% pour Chelia, 4,5% pour Tamza et 24,6% pour la station de Touchent. Enfin les Melittidae ont été observés seulement à Chelia avec une fréquence centésimale de 5,0%.

4.1.5.1.3 - Indice d'occurrence et constance des Apoidea

Les fréquences d'occurrences et constances des différentes espèces d'Apoidea sont notées dans le tableau 15.

Tableau 15 – Fréquences d'occurrence et constance des Apoidea dans les stations d'étude en 2004-2005.

(Const. : constance, Cat. : catégorie, At : accidentelle, Ré : régulière, Ac : accessoire.)

| Année | 2004 | | | | | | 2005 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|------|--------|------|----------|------|--------|------|--------|------|----------|------|
| | Chelia | | Tamza | | Touchent | | Chelia | | Tamza | | Touchent | |
| Espèces | Const. | Cat. | Const. | Cat. | Const. | Cat. | Const. | Cat. | Const. | Cat. | Const. | Cat. |
| <i>Halictus brunnescens</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,17 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Halictus fulvipes</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,38 | Ac. | 0,28 | Ac. | 0,11 | At. |
| <i>Halictus quadricinctus</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,15 | At. | 0,11 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Halictus rufipes</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,22 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Halictus scabiosae</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,46 | Ac. | 0,17 | At. | 0,17 | At. |
| <i>Halictus gemmeus</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Lasioglossum albocinctum</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Lasioglossum Bluethgeni</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,23 | At. | 0,22 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Lasioglossum callizonium</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,23 | At. | 0,11 | At. | 0,11 | At. |
| <i>Lasioglossum discum</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,23 | At. | 0,17 | At. | 0,17 | At. |
| <i>Lasioglossum immunitum</i> | 0,33 | Ac. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Lasioglossum interruptum</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,06 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Lasioglossum leucopus</i> | 0,33 | Ac. | 0,50 | Ac. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Lasioglossum leucozonium</i> | 0,00 | At. | 0,50 | Ac. | 0,00 | At. | 0,46 | Ac. | 0,06 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Lasioglossum malachurum</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,33 | Ac. | 0,22 | At. |
| <i>Lasioglossum mediterraneum</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Lasioglossum pauperatum</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Lasioglossum pauxillum</i> | 0,00 | At. | 0,50 | Ac. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Lasioglossum Subhirtum</i> | 0,00 | At. | 0,50 | Ac. | 0,00 | At. | 0,23 | At. | 0,39 | Ac. | 0,28 | Ac. |
| <i>Lasioglossum villosulum</i> | 0,33 | Ac. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,31 | Ac. | 0,06 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Pseudapis unidentata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,17 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Andrena agilissima</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,15 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Andrena albopunctata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,15 | At. | 0,11 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Andrena Angustior</i> | 0,33 | Ac. | 0,50 | Ac. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,22 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Andrena carbonaria</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Andrena cineraria</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Andrena flavipes</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,22 | At. | 0,22 | At. |
| <i>Andrena lagopus</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,15 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Andrena lepida</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Andrena morio</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Andrena ovatula</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,15 | At. | 0,28 | Ac. | 0,11 | At. |
| <i>Andrena Poupillieri</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,15 | At. | 0,06 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Andrena sardoa.</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,15 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Andrena combinata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,17 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Melitturga oraniensis</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,31 | Ac. | 0,22 | At. | 0,11 | At. |
| <i>Anthophora atriceps</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Anthophora fulvitaris</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Anthophora quadrimaculata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Anthophora nigrocincta</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| <i>Anthophora retusa</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,08 | At. | 0,00 | At. | 0,11 | At. |
| <i>Tetralonia alternans</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Tetralonia dentata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,11 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Tetralonia fulvescens</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,11 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Tetralonia nigrifacies</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,11 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Bombus vestalis</i> | 0,00 | At. | 0,50 | Ac. | 0,33 | Ac. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Bombus terrestris</i> | 0,00 | At. | 0,50 | Ac. | 0,67 | Ré. | 0,28 | Ac. | 0,17 | At. | 0,39 | Ac. |
| <i>Melecta luctuosa</i> | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Thyreus histrionicus</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,11 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Ceratina callosa</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,17 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Ceratina cucurbitina</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,22 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Ceratina saundersi</i> | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Eucera nigrilabris</i> | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Eucera numida</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Eucera eucnemidea</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Eucera elongatula</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Eucera obliterata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Eucera oraniensis</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,11 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Xylocopa amedaei</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Xylocopa violacea</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,17 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Xylocopa valga</i> | 0,00 | At. | 0,11 | At. |
| <i>Xylocopa iris</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Megachile apicalis</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Megachile octosignata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,11 | At. | 0,17 | At. |
| <i>Megachile sicula</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,44 | Ac. |
| <i>lithurgus cephalotes</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Lithurgus chrysurus</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,17 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Anthidium diadema</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,11 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Afranidium carduele</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,11 | At. |
| <i>Rhodanthidium septemdentatum</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,06 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Rhodanthidium siculum</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Osmia caeruleascens</i> | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Osmia cornuta</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,11 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Osmia dives</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,11 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Osmia notata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,22 | At. | 0,17 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Osmia rufa</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Osmia signata</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,11 | At. | 0,06 | At. |
| <i>Osmia tricornis</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,11 | At. | 0,06 | At. | 0,11 | At. |
| <i>Dasypoda hirtipes</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,06 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |
| <i>Dasypoda maura</i> | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. | 0,17 | At. | 0,00 | At. | 0,00 | At. |

Selon le tableau 15 nous avons noté une seule espèce régulière à Touchent en 2004; il s'agit de *Bombus terrestris*, d'autres espèces sont accessoires. On compte 3 à Chelia, 7 à Tamza et 1 espèce à Touchent. En 2005 nous avons constaté également des espèces accessoires dont 6 à Chelia, 4 à Tamza et 3 à Touchent. Les autres espèces sont accidentelles.

4.1.5.2 – Indices écologiques de structure

4.1.5.2.1 - Indice de diversité (H') de SHANNON-WEAVER et équitabilité (E) des taxons récoltés

Les résultats obtenus à l'aide de l'indice de diversité de SHANNON-WEAVER (H') sont consignés dans le tableau 16. L'indice de diversité de SHANNON-WEAVER dans les trois stations se rapproche de la diversité maximale (H'); ce qui signifie que le peuplement des abeilles sauvages est diversifié et que la richesse spécifique est importante. L'équitabilité est élevée dans les trois stations : Chelia, Tamza et Touchent (0,82; 0,75 et 0,82). Ces valeurs indiquent que les populations sont en équilibre entre elles.

4.1.5.2.2– Concentration et uniformité

L'indice de concentration (Tableau 16) noté dans les trois stations est très faible " 0,05; 0,11 et 0,08" respectivement à Chelia, Tamza et Touchent. Ceci implique que la diversité est très importante. On en déduit que deux spécimens du même peuplement d'abeille n'appartiennent pas à la même espèce.

Tableau 16 – Variation des indices de diversité basés sur le nombre de spécimens dans les stations d'étude en 2004 et 2005.

| Stations | Chelia | Tamza | Touchent |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Indices | | | |
| Indice de SHANNON-WEAVER (H') | 4,79 | 4,14 | 4,39 |
| Indice de diversité maximale (H' max) | 5,83 | 5,49 | 5,32 |
| Équitabilité (E) | 0,82 | 0,75 | 0,82 |
| Indice de concentration | 0,05 | 0,11 | 0,08 |
| Indice de diversité (D) | 0,95 | 0,89 | 0,92 |

4.1.5.2.3 – Distribution d'abondance des taxons d'Apoidea

Les espèces récoltées durant la période d'étude sont classées par de fréquences absolues et relatives décroissant. Nous avons en abscisse le rang i des espèces, et en ordonnées les nombres de spécimens.

Le graphique de la distribution d'abondance est représenté dans la figure 24. La courbe résultante a la forme de j inversé. Ceci résulte du fait qu'il y a peu d'espèces dont l'effectif est supérieur à la moyenne et que les espèces rares sont nombreuses (15 espèces dont l'effectif est égal à 1).

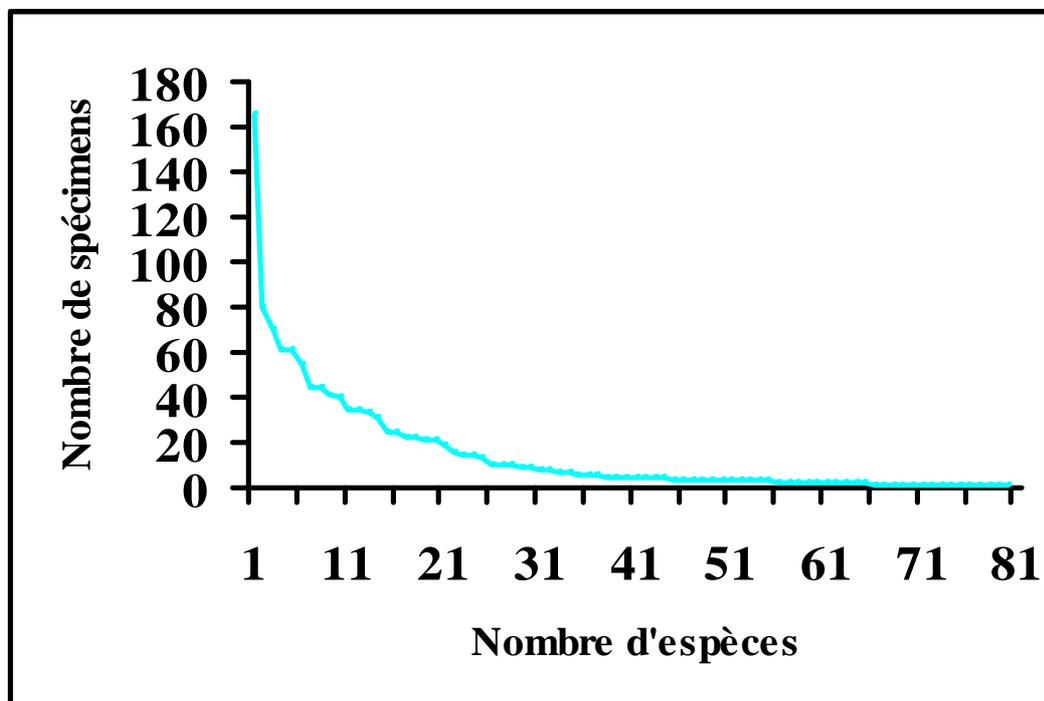


Figure 24. Représentation graphique de la distribution d'abondance des espèces d'Apoidea, i en abscisse et n_i en ordonnées pour la période d'étude 2004-2005.

Afin d'apporter une solution à ce manque de symétrie, nous avons utilisé l'échelle logarithmique pour les ordonnées. La courbe représentée dans la figure 25 a l'allure régulière et présente une certaine linéarité. Les logarithmes des effectifs sont alignés sur une droite de pente peu forte.

La droite qui représente le modèle ajusté est une droite de régression linéaire (Figure 26) de la forme $Y = ai + b$ qui s'écrit $\text{Log } n_i = -0,0252 + 1,7885i$.

a : la pente de la droite est égal à $\text{Log } m$, m est la constante du milieu de Motomura et représente l'antilgarithme de cette pente. La pente de la droite est négative. Elle équivaut à $\text{Log } m = -0,0252$. Donc la valeur de la constante de milieu $m = 0,98$.

La droite de régression passe par le point d'abscisse (figure 26) :

$$N+1/2 = 80+1/2 = 40,5$$

Et le point d'ordonnées :

$$\sum \text{Log } n_i / N = 61,3/80 = 0,76$$

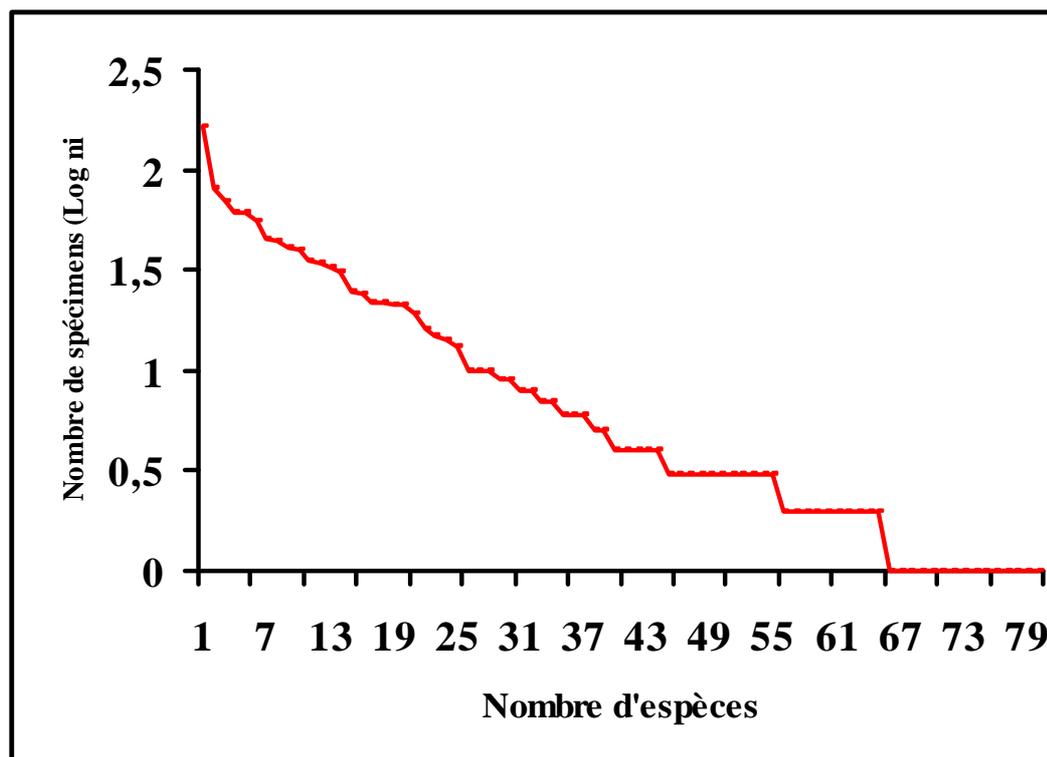


Figure 25. Représentation graphique de la distribution d'abondance des espèces d'Apoidea, i en abscisse et $\text{Log } n_i$ en ordonnées pour la période d'étude 2004-2005.

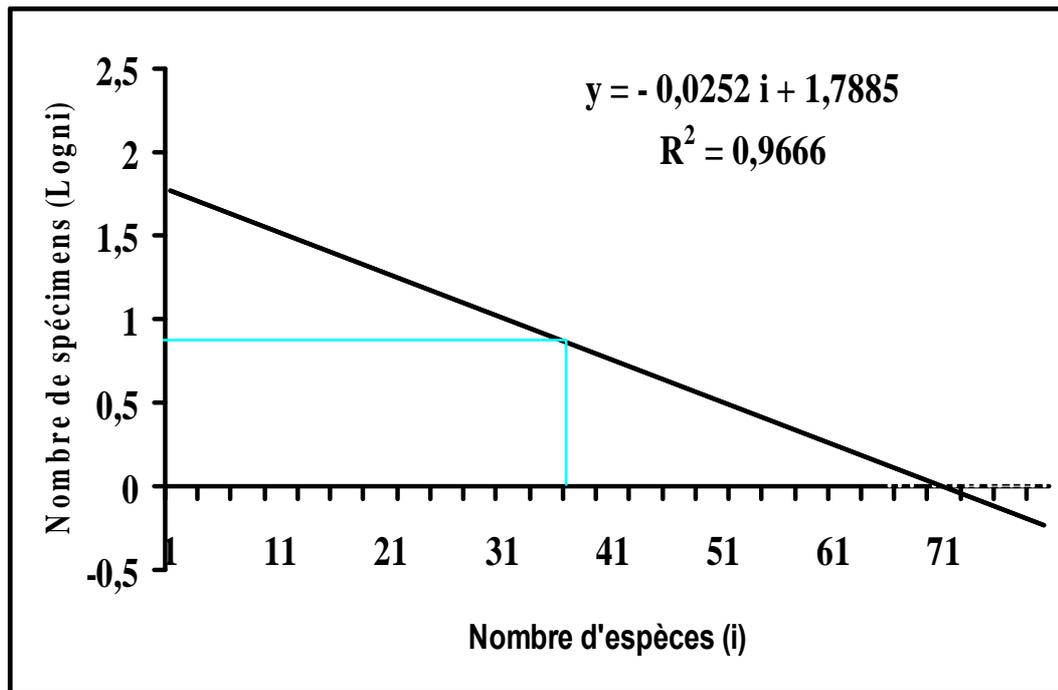


Figure 26. Droite de régression log-linéaire pour la période d'étude 2004-2005

$$\text{Log } n_i = -0,0252 i + 1,7885$$

4.1.6 – Analyse de la variance

4.1.6.1 - Comparaison de la répartition des espèces entre les trois stations d'étude (ANOVA paramétrique)

Le tableau 17 expose la répartition des individus de la superfamille des Apoidea entre les trois stations.

Tableau 17 - Analyse de la variance à un facteur pour la comparaison des différentes espèces dans les trois stations.

**** : Significatif, dl : degré de liberté, P : probabilité que le hasard puisse expliquer le résultat, F : variable caractérisée par une loi de Fisher.

| Source de variation | Somme de carrés | dl | F | P | Observation |
|---------------------|-----------------|-----|----------------|---------------|-------------|
| Station | 949,4334 | 2 | 3,32172 | 0,0378 | **** |
| Erreur | 33870,36 | 237 | | | |
| Total | 34819,8 | 239 | | | |

Selon le tableau 17, au seuil $\alpha = 0,05$; $F^2_{237} = 3,00$. Or F^2_{237} calculé = 3,32, aussi la probabilité p est inférieure à 5%. Donc les 3 stations d'étude diffèrent significativement entre elles à $p < 0,05$; la valeur de F calculé (3,32) est nettement supérieure à la valeur de F observé dans la table statistique (3,00).

4.1.6.2 – Comparaison multiple " test de KRUSKAL- WALLIS " (ANOVA non paramétrique)

Tableau 18 - Test de KRUSKAL- WALLIS ($p = 0,05$; t de Student critique = 1,97).

| | |
|-------------------------|---------------------|
| 1 : Chelia | Rang moyen : 140,18 |
| 2 : Tamza | Rang moyen : 116,18 |
| 3 : Touchent | Rang moyen : 105,16 |
| N.S. : Non Significatif | **** : Significatif |

| Comparaison | Différence entre les rangs moyens | Différence critique | Observations |
|-------------|-----------------------------------|---------------------|--------------|
| 1 et 2 | 23,95 | 20,38 | **** |
| 1 et 3 | 34,97 | 20,38 | **** |
| 2 et 3 | 11,01 | 20,38 | N.S. |

Selon le tableau 18, la différence entre la station de Chelia et les deux autres stations est très significative, tandis que la station de Tamza et Touchent ne diffèrent pas significativement.

4.2 - Activité de butinage des Apoidea en milieu naturel

Dans la présente partie on a traité les choix floraux des Apoidea; en étudiant leur activité de butinage en fonction des facteurs climatiques et leur efficacité pollinisatrice. La morphologie florale des plantes spontanées influence le comportement de butinage des abeilles, la position relative des stigmates et des anthères est en effet un caractère morphologique important pour la pollinisation.

4.2.1 - Composition de la flore naturelle

L'inventaire des apoïdes réalisé dans la région de Khenchela a un rapport étroit avec les plantes spontanées collectées dans différents habitats dont les talus bordant les routes, les friches, les prairies,... L'activité des apoïdes se caractérise par de courtes périodes de butinage synchronisées avec la période de floraison de leurs plantes-hôtes et la majorité sont des espèces printanières. Le tableau 19 donne la liste des plantes naturelles remarquées dans les stations d'étude.



Foeniculum vulgare (Apiaceae)



Senecio nebrodensis (Asteraceae)



Crepis vesicaria (Asteraceae)



Papaver rhoeas (Papaveraceae)

Figure 27. Quelques plantes notées dans la région de Khenchela en 2004 et 2005.
(Photos originales).

Tableau 19 - Calendrier de floraison des plantes spontanées prospectées durant l'année 2004-2005.

| Famille | Plante | Début de floraison | Fin de floraison |
|----------------------------------|--|--------------------|------------------|
| Asteraceae | <i>Bellis annua</i> L. | 10 février | 14 mai |
| | <i>Calendula arvensis</i> L. | 20 décembre | 12 mai |
| | <i>Calendula officinalis</i> | 31 janvier | 23 mai |
| | <i>Calendula suffruticosa</i> BAT. et T. | 20 Février | 20 mai |
| | <i>Catananche coerulea</i> L. | 17 juin | 02 juillet |
| | <i>Centaurea solstitialis</i> L. | 15 juin | 02 octobre |
| | <i>Centaurea calcitrapa</i> L. | 29 juin | 10 octobre |
| | <i>Centaurea pullata</i> | 25 avril | 16 août |
| | <i>Chrysanthemum coronarium</i> L. | 15 mai | 01 juillet |
| | <i>Crepis vesicaria vesicaria</i> L. | 20 juin | 20 septembre |
| | <i>Echinops spinosus</i> L. | 28 mai | 10 juillet |
| | <i>Hertia cheirifolia</i> | Printemps | 12 juin |
| | <i>Pallinis spinosa</i> L. | 10 mai | 02 juin |
| | <i>Santolina rosmarinifolia</i> | 03 juin | 20 juin |
| | <i>Scorzonera undulata</i> | mars | mai |
| | <i>Scolymus grandiflorus</i> Desf. | 05 mai | 04 juin |
| | <i>Scolymus hispanicus</i> L. | 15 mai | 02 juillet |
| | <i>Senecio nebrodensis</i> L. | 05 mai | 14 juillet |
| | <i>Sylibum marianum</i> L. | 05 mai | août |
| | <i>Tanacetum vulgare</i> | juillet | août |
| <i>Urospermum dalechampii</i> L. | 20 mars | avril | |
| Brassicaceae | <i>Brassica fruticulosa</i> Cyr. | 20 septembre | 21 avril |
| | <i>Moricanda arvensis</i> | 26 février | avril |
| | <i>Raphanus raphanistrum</i> L. | mars | mai |
| | <i>Sinapis arvensis</i> L. | avril | juillet |
| Elegnaceae | <i>Elaeagnus angustifolia</i> | 20 mars | 13 avril |
| Hyacinthaceae | <i>Ornithogallum Kochii</i> | avril | Juin |

| | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|------------|------------|
| Ranunculaceae | <i>Caltha palustris</i> L. | mars | juillet |
| | <i>Adonis annua</i> | avril | 20 mai |
| Lamiaceae | <i>Rosmarinus officinalis</i> Linné | 20 mars | 22 mai |
| | <i>mentha pulegium</i> Linné | 20 juin | septembre |
| Liliaceae | <i>Allium roseum</i> L. | 27 avril | mai |
| | <i>Ornithogalum umbellatum</i> | 02 avril | 10 mai |
| Malvaceae | <i>Malva sylvestris</i> L. | 20 mars | 28 mai |
| Apiaceae | <i>Ferula communis</i> L. | 20 mai | juin |
| | <i>Foeniculum vulgare</i> | 15 juin | 02 juillet |
| Boraginaceae | <i>Anchusa azurea</i> Mill. | 22 avril | 10 juin |
| | <i>Borago officinalis</i> L. | 18 mars | 11 juin |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia guyoniana</i> | 03 juin | août |
| | <i>Euphorbia helioscopia</i> L. | 20 février | mai |
| Resedaceae | <i>Reseda alba</i> L. | 15 mars | 06 mai |
| Rutaceae | <i>Ruta chalepensis</i> | 20 avril | juin |
| Papilionaceae | <i>Astragalus armatus</i> | 20 mars | juin |
| | <i>Cytisus arboreus</i> | 20 mars | juin |
| | <i>Cytisus linifolius</i> | 10 mars | juin |
| | <i>Lotus tenuis</i> | août | Octobre |
| Zygophyllaceae | <i>Peganum harmala</i> L. | Printemps | juillet |
| Primulaceae | <i>Anagallis monelli</i> L. | avril | juillet |
| Papaveraceae | <i>Papaver rhoeas</i> L. | avril | juillet |
| Iridaceae | <i>Iris sisyrinchium</i> | 15 mars | avril |
| Globulariaceae | <i>Globularia alypum</i> | 05 février | mai |
| Thymelaeaceae | <i>Thymelaea hirsuta</i> | 15 octobre | mars |
| Convolvulaceae | <i>Convolvulus althaeoides</i> | 03 avril | 10 mai |

Le tableau précédent (Tableau19) montre une grande diversité de plantes spontanées avec 52 espèces appartenant à 21 familles. La première plante fleurit le 31 janvier " *Calendula officinalis* ".

La phénologie des familles et des espèces de plantes naturelles pour l'année d'étude est illustrée dans la figure 28.

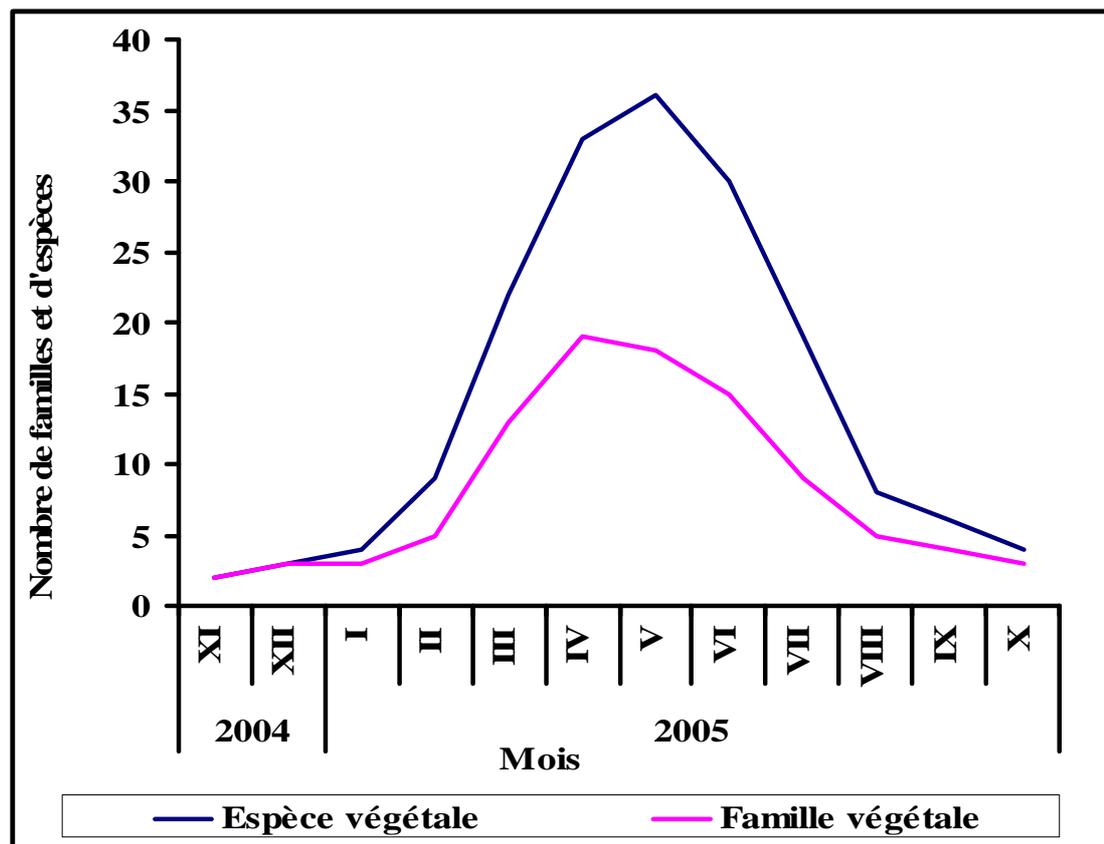


Figure 28. Phénologie des familles et des espèces de plantes spontanées durant l'année d'étude (2004-2005).

En consultant cette figure, on note une floraison d'un nombre maximal d'espèces et de familles botaniques au mois d'avril (familles) et mai (espèces), puis elle diminue progressivement vers la fin du mois d'Octobre.

4.2.2 - Flore visitée par l'ensemble des Apoidea

Le tableau 20 donne la liste des plantes exploitées par les Apoidea dans les stations d'étude. 24 espèces végétales sont butinées par les abeilles.

Douze Asteraceae sont visitées par l'ensemble des abeilles sauvages pour la récolte du pollen et du nectar. Trois Brassicaceae sont fréquentées Plusieurs fois. Deux Papilionaceae sont visitées par les apoïdes, pour les autres familles nous avons remarqué une seule espèce visitée par famille.

Nous avons noté que *Brassica fruticulosa* est la plus visitée avec un taux de visite égal à 24,40%, suivi par *Crepis vesicaria* L. avec un taux de 14,37% et *Sinapis arvensis* L. avec 13,69%.

En ce qui concerne le nombre d'espèces visiteuses, on a constaté que l'Asteraceae *Sylibum marianum* a attiré le plus grand nombre d'espèces visiteuses avec 29 espèces, suivi par *Centaurea calcitrapa* (Asteraceae) avec 24 espèces et *Sinapis arvensis* L. (Brassicaceae) avec 22 espèces. Par contre deux espèces botaniques ne sont butinées que par une seule espèce d'Apoidea " *Bellis annua* (Asteraceae) et *Globularia alypum* (Globulariaceae).

Tableau 20 - Nombre total, taux de visites florales et nombre d'espèces visiteuses des plantes spontanées en 2004-2005.

| Espèces végétales visitées | Famille botanique | Nombre total de visites | Taux de visites florale | Nombre d'espèces visiteuses |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <i>Bellis annua</i> | Asteraceae | 1 | 0,09% | 1 |
| <i>Calendula arvensis</i> | | 12 | 1,02% | 7 |
| <i>Centaurea solstitialis</i> | | 24 | 2,04% | 9 |
| <i>Centaurea calcitrapa</i> | | 109 | 9,27% | 24 |
| <i>Chrysanthemum coronarium</i> | | 2 | 0,17% | 2 |
| <i>Crepis vesicaria vesicaria</i> | | 169 | 14,37% | 13 |
| <i>Echinops spinosus</i> | | 31 | 2,64% | 7 |
| <i>Hertia cheirifolia</i> | | 15 | 1,28% | 6 |
| <i>Scolymus hispanicus</i> | | 6 | 0,51% | 5 |
| <i>Senecio nebrodensis</i> | | 2 | 0,17% | 2 |
| <i>Sylibum marianum</i> | | 128 | 10,88% | 29 |
| <i>Urospermum dalechampii</i> | | 5 | 0,43% | 4 |
| Total | | 505 | 42,94% | |
| <i>Brassica fruticulosa</i> | Brassicaceae | 287 | 24,40% | 19 |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> | | 3 | 0,26% | 2 |
| <i>Sinapis arvensis</i> L. | | 161 | 13,69% | 22 |
| Total | | 451 | 38,35% | |
| <i>Elaeagnus angustifolia</i> | Elegnaceae | 47 | 4,00% | 4 |
| <i>Allium roseum</i> | Liliaceae | 4 | 0,34% | 4 |
| <i>Anchusa azurea</i> | Boraginaceae | 7 | 0,60% | 7 |
| <i>Euphorbia guyoniana</i> | Euphorbiaceae | 26 | 2,21% | 4 |
| <i>Cytisus arboreus</i> | Papilionaceae | 4 | 0,34% | 2 |
| <i>Cytisus linifolius</i> | | 11 | 0,94% | 6 |

| | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------|----------------|------------|
| Total | | 15 | 1,28% | |
| <i>Papaver rhoeas</i> L. | Papaveraceae | 32 | 2,72% | 12 |
| <i>Globularia alypum</i> | Globulariaceae | 16 | 1,36% | 1 |
| <i>Thymelaea hirsuta</i> | Thymelaeaceae | 74 | 6,29% | 9 |
| Totaux | | 1176 | 100,00% | 201 |

4.2.3 - Flore visitée par les familles d'Apoidea

Le tableau 21 et la figure 29 donnent la répartition des visites florales par les familles d'Apoidea dans la région d'étude en 2004-2005.

Tableau 21 – Répartition des visites florales effectuées par les familles d'Apoidea en 2004-2005 dans les trois stations d'étude.

| Famille d'Apoidea Famille botanique | Halictidae | Andrenidae | Apidae | Megachilidae | Mellitidae |
|--|------------|------------|------------|--------------|------------|
| Asteraceae | 293 | 14 | 101 | 70 | 27 |
| Brassicaceae | 161 | 273 | 3 | 14 | 0 |
| Elegnaceae | 5 | 42 | 0 | 0 | 0 |
| Liliaceae | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| Boraginaceae | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| Euphorbiaceae | 5 | 21 | 0 | 0 | 0 |
| Papilionaceae | 0 | 7 | 0 | 8 | 0 |
| Papaveraceae | 1 | 0 | 25 | 6 | 0 |
| Globulariaceae | 0 | 0 | 0 | 46 | 0 |
| Thymelaeaceae | 20 | 32 | 21 | 1 | 0 |
| Total des Apoidea | 488 | 391 | 155 | 146 | 27 |

Les résultats du tableau 21 montrent que les abeilles visitent plusieurs familles de plantes; les Halictidae présentent un nombre de visites égal à 488. Ils sont suivis par les Andrenidae avec 391 visites puis les Apidae avec 155 visites. Les Megachilidae montrent 146 visites, tandis que les mellitidae n'accomplissent que 27 visites assurées par les Asteracea. Les Asteraceae sont visitées par 293 Halictidae, 14 Andrenidae, 101 Apidae, 70 Megachilidae et 27 Melittidae. Les Brassicaceae sont principalement visitées par les Andrenidae avec 273 visites, les Halictidae avec 161 visites, les Megachilidae assurent 14 visites et les Apidae 3 visites. Les Elegnaceae sont principalement visitées par les Apoidea à langues courtes tels que les Andrenidae (42) et les Halictidae (5). Les Thymelaeaceae sont visitées par les

Andrenidae (32), les Apidae (21) et les Halictidae (20), par contre les Megachilidae ne montrent qu'une seule visite. Les Papaveraceae sont fréquemment visitées par les Apidae avec 25 visites, on constate 6 visites réalisées par les Megachilidae et une seule visite par les Halictidae. Les autres familles botaniques ne sont visitées que par certaines familles telles que les Papilionaceae et les Globulariaceae. Ces résultats sont exprimés dans la figure 29.

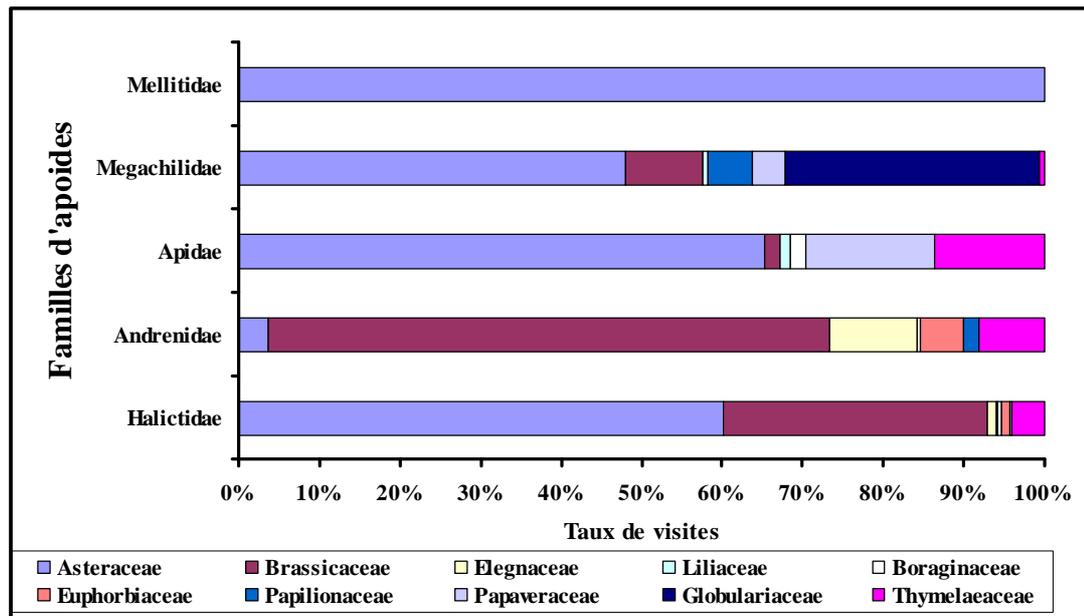


Figure 29 - Répartition des visites florales effectuées par les familles d'Apoidea entre les principales familles botaniques.

4.2.4 - Flore visitée par les espèces d'Apoidea

Les espèces végétales visitées par les Apoidea sont mentionnées dans les tableaux "22 à 26" et dans les figures "30 à 34". Les espèces végétales visitées et les abeilles sont choisies aléatoirement.

Tableau 22 – Visites florales réalisées par quelques espèces de Halictidae entre les principales espèces botaniques.

| Espèces végétales Apoides | Espèces végétales | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | <i>Brassica fruticulosa</i> | <i>Crepis vesicaria</i> | <i>Sylibum marianum</i> | <i>Centaurea calcitrapa</i> | <i>Centaurea solstitialis</i> | <i>Thymelaea hirsuta</i> | <i>Sinapis arvensis</i> |
| <i>Halictus fulvipes</i> | 0 | 20 | 2 | 5 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Lasioglossum callizonium</i> | 0 | 8 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Halictus gemmeus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Lasioglossum immunitum</i> | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lasioglossum leucopus</i> | 15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pseudapis unidentata</i> | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 18 | 29 | 5 | 9 | 6 | 0 | 2 |
| % | 26,09% | 42,03% | 7,25% | 13,04% | 8,70% | 0,00% | 2,90% |

Il ressort de ce tableau que chez les Halictidae, ce sont *Halictus fulvipes* et *Lasioglossum callizonium* qui ont visité le plus grand nombre d'espèces végétales (5 et 4 plantes respectivement), le nombre de plantes visitées par *Lasioglossum leucopus*, *Halictus gemmeus* et *Pseudapis unidentata* est égal à 2, par contre *Lasioglossum immunitum* ne visite qu'une seule espèce végétale.

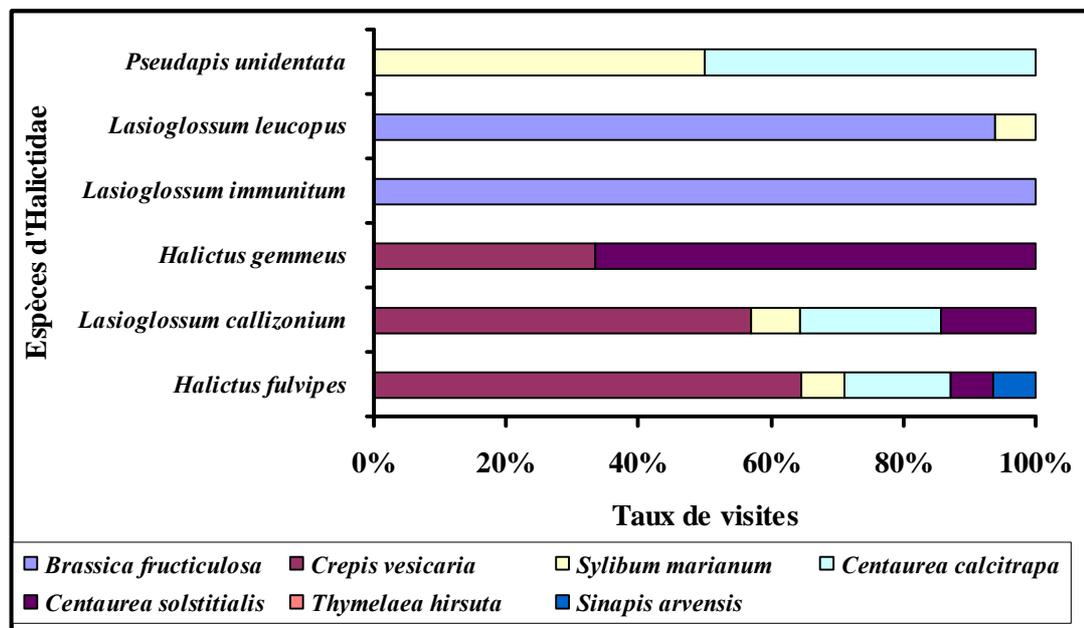


Figure 30. Répartition des visites florales effectuées par quelques espèces d'Halictidae entre les principales espèces végétales en (2004-2005)

Tableau 23 – Visites florales réalisées par quelques espèces d'Andrenidae entre les principales espèces botaniques.

| Espèces végétales Apoïdes | <i>Brassica fruticulosa</i> | <i>Crepis vesicaria</i> | <i>Sylibum marianum</i> | <i>Centaurea calcitrapa</i> | <i>Centaurea solstitialis</i> | <i>Thymelaea hirsuta</i> | <i>Sinapis arvensis</i> |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <i>Andrena angustior</i> | 32 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Andrena flavipes</i> | 101 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 1 |
| <i>Andrena lagopus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 70 |
| <i>Andrena ovatula</i> | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| <i>Andrena combinata</i> | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Andrena albopunctata</i> | 2 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 151 | 0 | 5 | 2 | 0 | 32 | 78 |
| % | 56,34% | 0,00% | 1,87% | 0,75% | 0,00% | 11,94% | 29,10% |

D'après le tableau 23 et la figure 31, nous avons constaté qu'*Andrena flavipes*, *Andrena ovatula* et *Andrena albopunctata* visitent le plus grand nombre d'espèces végétales (3 plantes), les brassicaceae sont appréciées par les Andrenidae. Par contre les Asteraceae sont moins fréquentées par les espèces de cette famille. Nous avons remarqué également qu'*Andrena angustior* visite 2 parmi 7 espèces choisies. *Andrena lagopus* et *Andrena combinata* ne fréquentent qu'une seule espèce botanique.

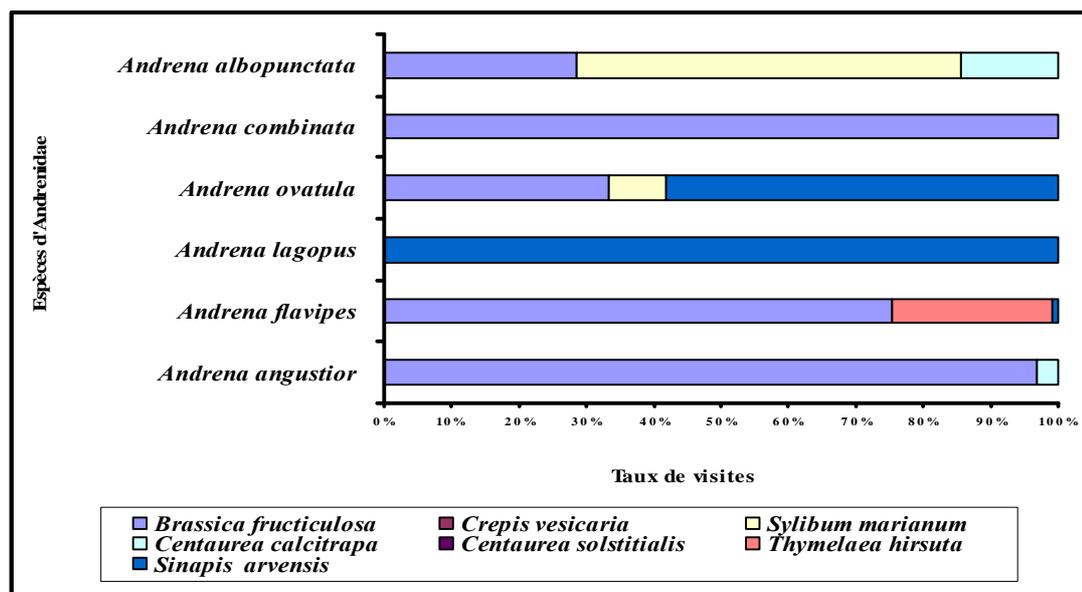


Figure 31. Répartition des visites florales effectuées par quelques espèces d'Andrenidae entre les principales espèces végétales en (2004-2005)

Tableau 24 – Visites florales réalisées par quelques espèces d'Apidae entre les principales espèces botaniques.

| Espèces végétales Apoïdes | Espèces végétales | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | <i>Brassica fruticulosa</i> | <i>Crepis vesicaria</i> | <i>Sylibum marianum</i> | <i>Centaurea calcitrapa</i> | <i>Centaurea solstitialis</i> | <i>Thymelaea hirsuta</i> | <i>Sinapis arvensis</i> |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> | 0 | 7 | 0 | 12 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Tetralonia entate</i> | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tetralonia nigrifacies</i> | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tetralonia fulvescens</i> | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Eucera oraniensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ceratina cucurbitina</i> | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 0 | 7 | 5 | 42 | 1 | 0 | 1 |
| % | 0,00% | 12,50% | 8,93% | 75,00% | 1,79% | 0,00% | 1,79% |

L'analyse du tableau 24 et figure 32 fournit des informations sur la répartition des visites florales réalisées par les Apidae. Nous constatons que les espèces de cette famille se concentrent sur les Asteraceae. *Amegilla quadrifasciata* et *Ceratina cucurbitina* visitent le plus grand nombre d'espèces botaniques (3 plantes).

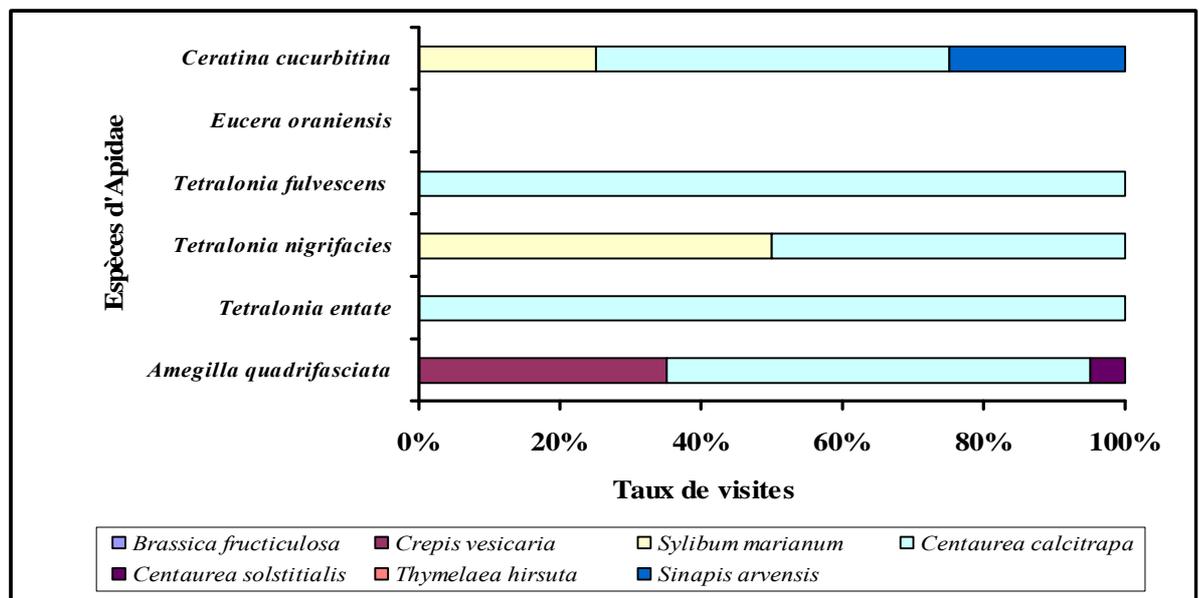


Figure 32. Répartition des visites florales effectuées par quelques espèces d'Apidae entre les principales espèces végétales en (2004-2005)

Tableau 25 – Visites florales réalisées par quelques espèces de Megachilidae entre les principales espèces botaniques.

| Espèces végétales Apoïdes | Espèces végétales | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | <i>Brassica fruticulosa</i> | <i>Crepis vesicaria</i> | <i>Sylibum marianum</i> | <i>Centaurea calcitrapa</i> | <i>Centaurea solstitialis</i> | <i>Thymelaea hirsuta</i> | <i>Sinapis arvensis</i> |
| <i>Megachile octosignata</i> | 0 | 1 | 0 | 4 | 7 | 0 | 0 |
| <i>Afranthidium carduele</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Osmia dives</i> | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Osmia signata</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Osmia notata</i> | 0 | 3 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| <i>lithurgus cephalotes</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 0 | 4 | 31 | 8 | 9 | 1 | 0 |
| % | 0,00% | 7,55% | 58,49% | 15,09% | 16,98% | 1,89% | 0,00% |

L'examen des résultats du tableau 25 et figure 33 montre qu'*Osmia notata* et *Megachile octosignata* présentent le plus grand nombre de visites avec 3 espèces végétales appartiennent aux Asteraceae. *Afranthidium carduele* visite 2 parmi 7 plantes choisies. Par contre les autres abeilles choisies de cette famille ne fréquentent qu'une seule espèce végétale.

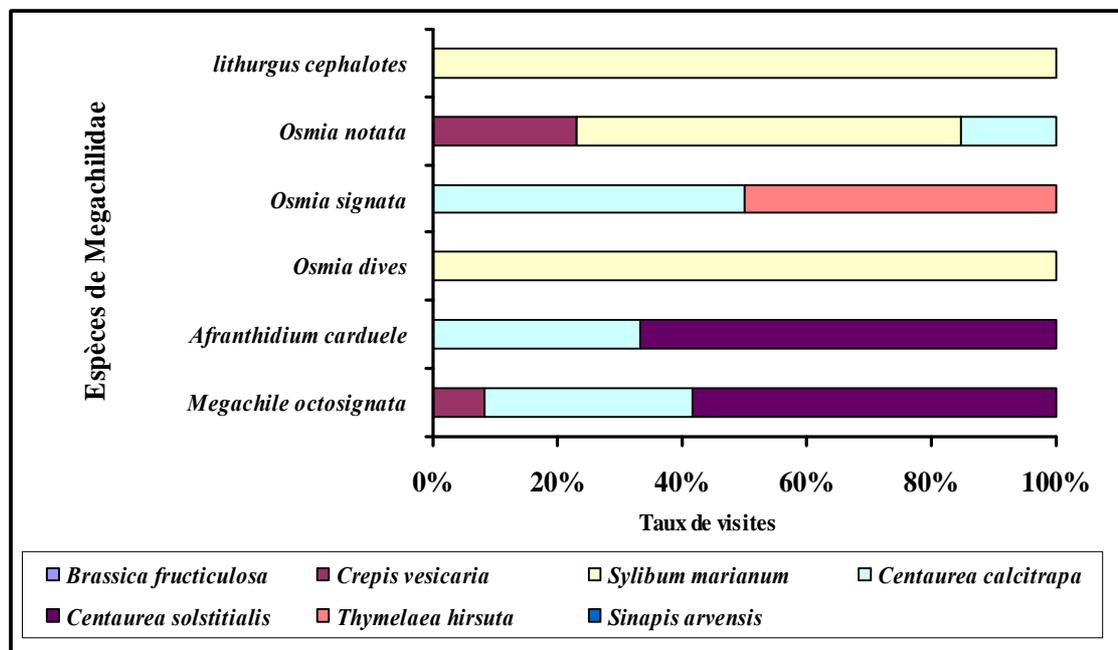


Figure 33. Répartition des visites florales effectuées par quelques espèces de Megachilidae entre les principales espèces végétales en (2004-2005)

Tableau 26 – Visites florales réalisées par quelques espèces de Melittidae entre les principales espèces botaniques.

| Espèces végétales Apoïdes | <i>Brassica fruticulosa</i> | <i>Crepis vesicaria</i> | <i>Sylibum marianum</i> | <i>Centaurea calcitrapa</i> | <i>Centaurea solstitialis</i> | <i>Thymelaea hirsuta</i> | <i>Sinapis arvensis</i> | <i>Echinops spinosus</i> |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | <i>Dasypoda hirtipes</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dasypoda maura</i> | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| Total | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| % | 0,00% | 0,00% | 22,22% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 77,78% |

Les données du tableau 25 et de la figure 34 montrent que *Dasypoda hirtipes* ne visite qu'une seule espèce végétale l'Asteraceae *Echinops spinosus*. L'autre Melittidae *Dasypoda maura* fréquente 2 Asteraceae *Echinops spinosus* et *Sylibum marianum*.

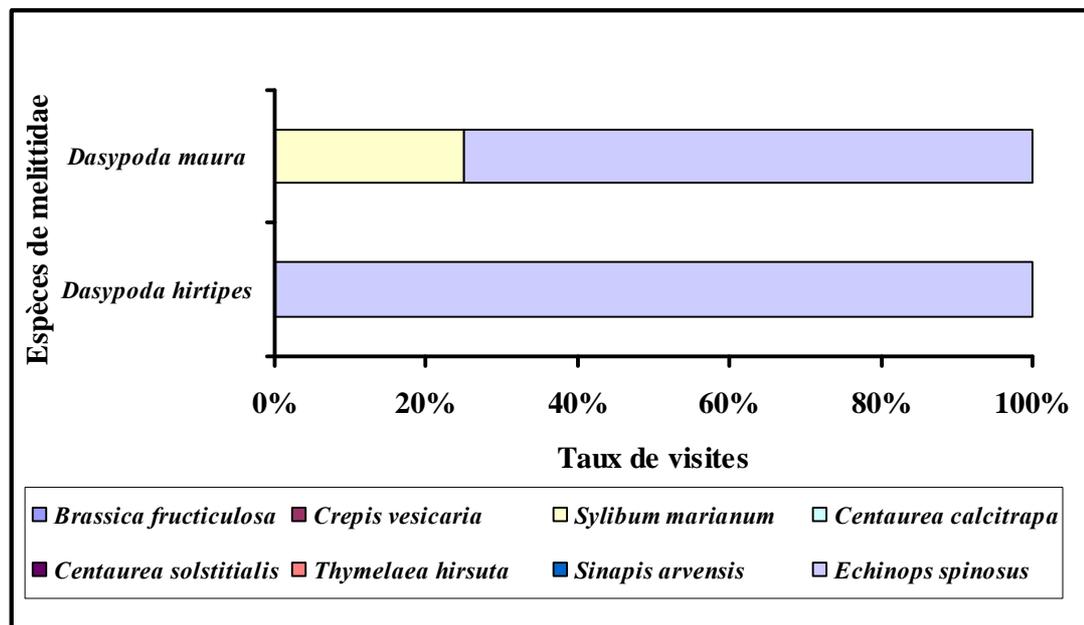


Figure 34. Répartition des visites florales effectuées par quelques espèces de Melittidae entre les principales espèces végétales en (2004-2005)

4.2.5- Spécialisation alimentaire

4.2.5.1 – Concentration :

Le degré de la spécialisation alimentaire est réalisé par l'indice de visites florales de SIMPSON (Is). Cet indice varie entre 0 et 1.

Tableau 27 – Indice de visites florales de SIMPSON (Is) et la niche alimentaire (H') pour la période d'étude 2004-2005 dans la région de Khenchela.

| Espèces | Ni | Is | H' | Nombre d'espèces végétales visitées |
|--------------------------------|-----|------|------|-------------------------------------|
| <i>Halictus brunnescens</i> | 10 | 0,49 | 1,16 | 3,00 |
| <i>Halictus rufipes</i> | 10 | 0,40 | 1,30 | 3,00 |
| <i>Lasioglossum leucopus</i> | 16 | 0,76 | 0,67 | 3,00 |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> | 21 | 0,41 | 1,41 | 4,00 |
| <i>Xylocopa violacea</i> | 6 | 0,27 | 1,46 | 3,00 |
| <i>Megachile octosignata</i> | 14 | 0,30 | 0,55 | 5,00 |
| <i>Afranthidium carduele</i> | 4 | 0,33 | 1,00 | 2,00 |
| <i>Dasypoda hirtipes</i> | 3 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| <i>Dasypoda maura</i> | 24 | 0,61 | 0,81 | 2,00 |
| <i>Andrena Angustior</i> | 34 | 0,94 | 0,19 | 2,00 |
| <i>Andrena flavipes</i> | 166 | 0,42 | 1,66 | 7,00 |

Les résultats illustrés dans le tableau 27 montrent que l'indice de diversité florale varie entre 0 et 1. On constate qu'une seule espèce présente un indice de diversité égal à 1; il s'agit de l'espèce oligotrope *Dasypoda hirtipes* (Asteraceae). *Andrena Angustior*, avec un indice de SIMPSON; Is = 0,94, est aussi oligotrope (Brassicaceae et Asteraceae). *Lasioglossum leucopus* et *Dasypoda maura* ont un indice assez élevé par rapport à celui du reste des espèces qui présentent une préférence pour une ou plusieurs familles. *Andrena flavipes* visite plusieurs familles (Brassicaceae, Asteraceae, Elegendaceae, Euphorbiaceae et Thymelaeaceae), et montre un indice de diversité florale égal à 0,42. *Xylocopa violacea* visite 3 plantes spontanées, et présente l'indice de SIMPSON le plus faible avec 0,27.

4.2.5.2 – Niche alimentaire

La niche alimentaire est dénotée par l'indice de SHANNON-WEAVER (H'). *Dasygoda hirtipes* présente la largeur de la niche alimentaire (H') la plus faible (H' = 0,00 bits), suivie de *Andrena Angustior* (H' = 0,19 bits). Les autres Apoidea choisis montrent une niche plus ou moins large. Parmi elles *Andrena flavipes* présente la niche la plus large avec H' = 1,66 bits, suivie de *Xylocopa violacea* avec H' = 1,46 bits et *Amegilla quadrifasciata* avec H' = 1,41 bits.

4.2.6 - Activité saisonnière

Le tableau 28 montre l'évolution du nombre de quelques espèces d'Apoidea durant les deux premiers mois de la période printanière Mars et Avril 2005 dans la région de Khenchela.

Tableau 28 – Evolution du nombre de spécimens de quelques apoïdes au cours de la période printanière (Mars et Avril 2005).

A.f.: *Andrena flavipes*, **A.o.:** *Andrena ovatula*, **L.s.:** *Lasioglossum subhirtum*.

B.t.: *Bombus terrestris*, **T :** température; **H.R. :** humidité relative de l'air.

| Espèces Mois | A.f. | A.o. | L .s. | B. t. | T °c. | H.R. (%) | Vitesse vent (m/s) | Pluviométrie (mm) |
|-----------------|------|------|-------|-------|-------|-------------|-----------------------|----------------------|
| III | 153 | 1 | 30 | 7 | 10,8 | 61,8 | 3,5 | 35,9 |
| IV | 3 | 10 | 5 | 1 | 13,3 | 61,1 | 2,7 | 36,4 |

Selon le tableau précédent, nous avons constaté que le nombre d'abeilles sauvages est affecté par le changement de l'humidité relative, la température, vitesse du vent et précipitations. On remarque que la température passe de 10,8 °c. En mars à 13,3 °c en avril. L'humidité relative passe de 61,8% en mars à 61,1% en avril. Le nombre de spécimens d'*Andrena flavipes*, *Lasioglossum subhirtum* et *Bombus terrestris* a diminué par une légère augmentation de la température. Par contre *Andrena ovatula* marque une augmentation de nombre avec l'élévation de température.

4.2.7 – L'efficacité de butinage des Apoidea sauvages

L'efficacité de butinage d'une espèce de pollinisateurs (tableau 29); se mesure par le nombre de fleurs butinées en fonction du temps (ici le nombre de fleurs par minute).

Tableau 29 - Nombre moyen de fleurs visitées par minute par quelques espèces d'abeilles.

| Espèces d'abeilles | Nombre moyen de fleurs / mn. |
|--------------------------------|------------------------------|
| <i>Ceratina cucurbitina</i> | 4 |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> | 15 |
| <i>Halictus scabiosae</i> | 11 |
| <i>Apis mellifera</i> | 6 |

D'après l'étude réalisée à Tamza; le tableau révèle qu'*Amegilla quadrifasciata* a la plus grande vitesse de butinage avec 15 fleurs par minute. Elle est suivie par *Halictus scabiosae* avec un nombre de fleurs égal à 11 fleurs/mn. Par contre *Apis mellifera* et *Ceratina cucurbitina* ont une vitesse de butinage plus faible.

4.3 - Faune des Apoidea dans le milieu cultivé

Dans les milieux cultivés, le rôle des apoïdes est surtout d'importance économique, parce qu'ils influencent positivement la production agro-alimentaire. Pour ces cultures, les rendements dépendent surtout de l'efficacité de la pollinisation. Dans ce but on a travaillé sur trois plantes; dont la fève *Vicia faba* L. (Fabaceae), la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) et le melon *Cucumis melo* L. (Cucurbitaceae). Nous avons étudié la phénologie de ces espèces et l'inventaire des abeilles qui butinent ces cultures.

4.3.1 - Dans un champ de fève *Vicia faba* Linné (Fabaceae)

Cette partie s'articule sur la morphologie, développement et l'inventaire des Apoidea sauvages dans un champ de fève.

4.3.1.1 - Morphologie et développement des fleurs de la fève

Les fleurs sont du type papilionacé, blanche ou faiblement violacées, et portant sur chaque aile une macule noire ou violette (figure 35). La fleur est hermaphrodite, dont la floraison débute sur la partie inférieure de la tige, puis s'étend à la partie supérieure de la plante. La pollinisation est essentiellement assurée par les bourdons (CHAUX et FOURY, 1994).



Figure 35. La plante de la fève *Vicia faba* L. durant la période de floraison dans la station de Tamza.

4.3.1.2 - Phénologie des fleurs

Le semis de la fabaceae *Vicia faba* L. s'effectue le 20 Octobre 2004. La floraison s'échelonne de 25 Novembre jusqu'à le 24 Décembre. Elle a duré 30 jours. La floraison maximale a eu lieu 02 Décembre 2004.

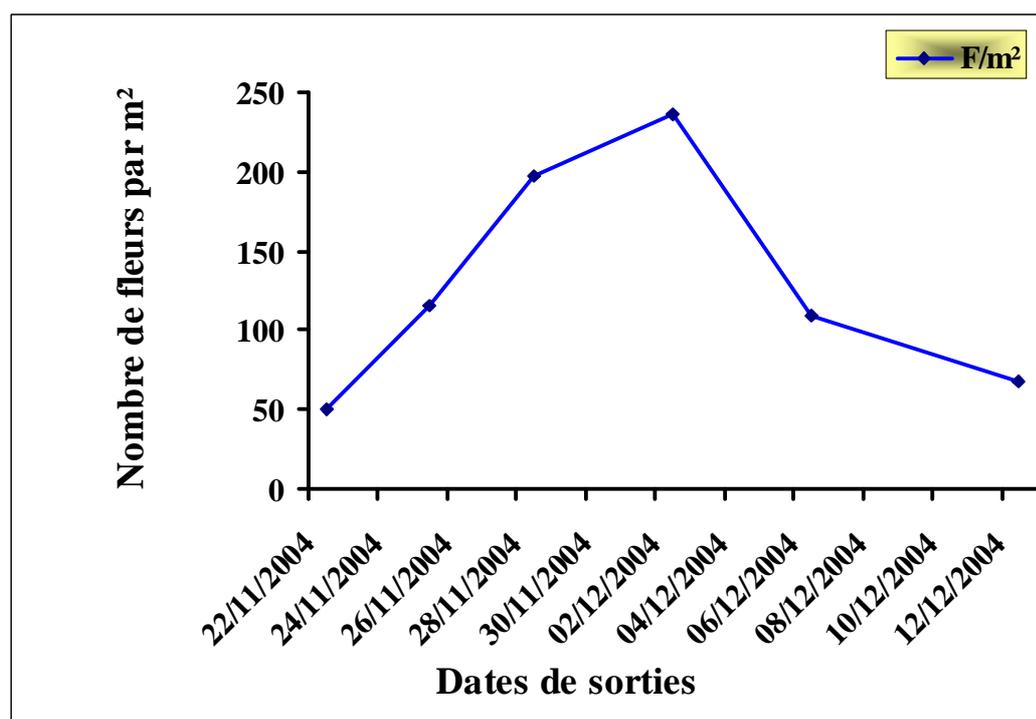


Figure 36. Phénologie des fleurs de la fève *Vicia faba* L.

4.3.1.3 - Abondance relative des Apoidea

La légumineuse *Vicia faba* L. est butinée par deux espèces d'Apoidea, *Bombus terrestris* et *Bombus vestalis*, ces espèces appartiennent à une seule famille : Apidae, avec l'absence des autres familles. Les spécimens rencontrés sont au nombre de 11 (Tableau30, Figure37). On a observé que l'espèce dominante est *Bombus terrestris* avec 81.82% de la faune recensée sur *Vicia faba* L. et *Bombus vestalis* avec 18.18%.

En ce qui concerne le pourcentage du nombre de données l'espèce dominante est toujours *Bombus terrestris* avec 60% la deuxième est *Bombus vestalis* avec 40%.

Tableau 30 - Abondance relative (N.ind. %) et nombre de données (Occ.) des Apoidea recensés sur la légumineuse *Vicia faba* L. en 2004.

| Espèces | N. ind. | Occ. | N. ind.% | Occ.% |
|---|-----------|----------|----------------|----------------|
| <i>Bombus terrestris</i> (L., 1758) | 9 | 3 | 81,82% | 60,00% |
| <i>Bombus vestalis</i> (Fourcroy, 1785) | 2 | 2 | 18,18% | 40,00% |
| Total | 11 | 5 | 100,00% | 100,00% |

De ce tableau on peut conclure que 100% de la pollinisation de la fève a été assurée par les bourdons dans la parcelle étudiée en 2004.

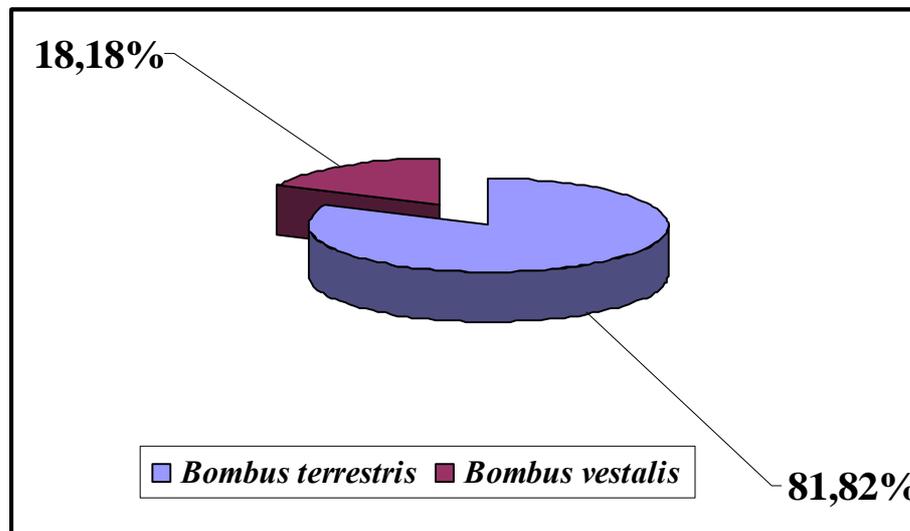


Figure 37. Répartition des espèces d'Apoidea selon l'abondance relative (N.ind. %) en 2004 dans un champ de fève.

4.3.2 - Dans un champ de pomme de terre *Solanum tuberosum* (Solanaceae)

Cette partie est structurée sur la morphologie, développement, phénologie et inventaire des abeilles sauvages dans un champ de pomme de terre.

4.3.2.1 - Morphologie et développement des fleurs de la pomme de terre

La pomme de terre (*S. tuberosum* L.) appartient à la famille des Solanaceae. La variété de pommes de terre étudiée est la rosa. Les fleurs sont blanches, groupées, possédant généralement une corolle pentamère et des étamines exsertes à filet très court (figure 38). En effet, il arrive souvent que le pollen soit stérile et qu'alors une production faible de nectar fasse que les insectes pollinisateurs ne soient pas attirés. Il arrive aussi parfois que les ovules soient stériles (ANONYME, 1996).



Figure 38. La plante de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. durant la période de floraison dans la station de Tamza.

4.3.2.2 - Phénologie des fleurs

La solonaceae *Solanum tuberosum* est semée le 12 mars 2005. Le début de floraison a eu lieu le 13 mai 2005. La floraison s'étale de 13 mai jusqu'à le 23 juin. La floraison maximale a eu lieu le 3 juin 2005 (figure 39).

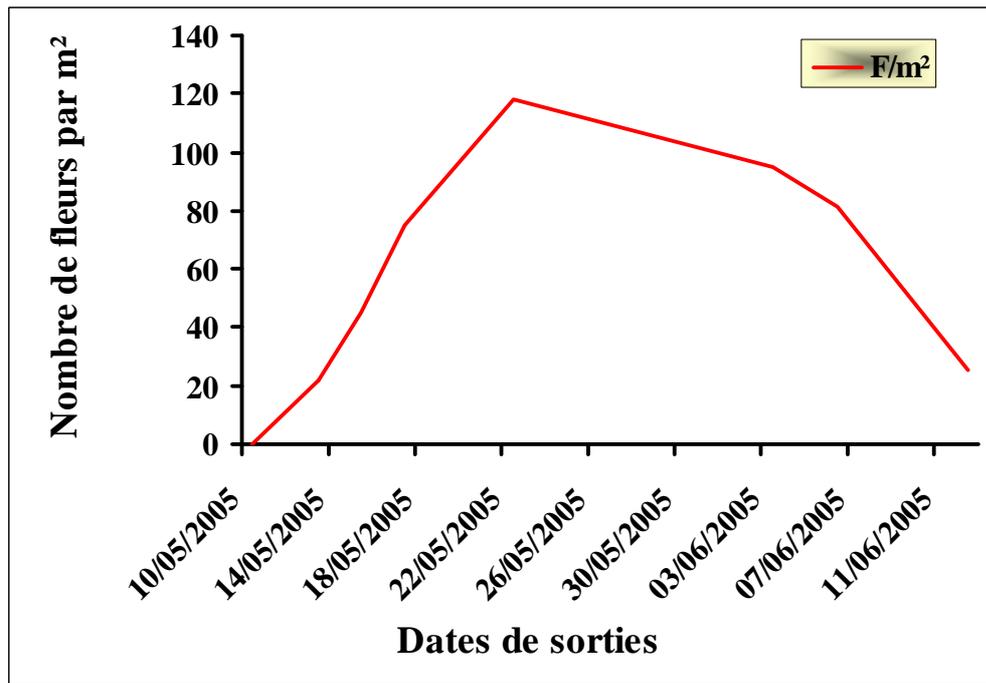


Figure 39. Phénologie des fleurs de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L.

4.3.2.3 - Inventaire des Apoidea

La solonaceae *Solanum tuberosum* n'est butinée qu'une seule fois par *Bombus terrestris*. Alors que les Apoidea ne fréquentent pas cette plante, ceci est dû probablement à une faible production de nectar.

4.3.3 - Dans un champ de melon *Cucumis melo* (Cucurbitaceae)

Cette partie traite les mêmes points étudiés dans les deux autres champs.

4.3.3.1 - Morphologie et développement des fleurs de melon *Cucumis melo* L.

Le melon est une plante de la famille des cucurbitaceae, produit des fleurs mâles et des fleurs bisexuées (fructifères) sur le même pied (figure 40). Bien que les fleurs parfaites des melons aient à la fois les organes mâles et les organes femelles, elles s'autofécondent difficilement sans l'aide des abeilles. Sans pour autant nier

l'autofertilité de ces fleurs, il faut bien comprendre qu'elles sont incapables de réaliser l'autopollinisation (JODY, 1991).



Figure 40. La plante de melon *Cucumis melo* L. durant la période de floraison dans la station de Tamza.

4.3.3.2 - Phénologie des fleurs

Le semis de la Cucurbitaceae *Cucumis melo* L. s'effectue le 02 juin 2005. La floraison s'échelonne de 29 juin jusqu'à le 09 août. elle a duré 42 jours. La floraison maximale a eu lieu le 19 juillet 2005 (figure 41).

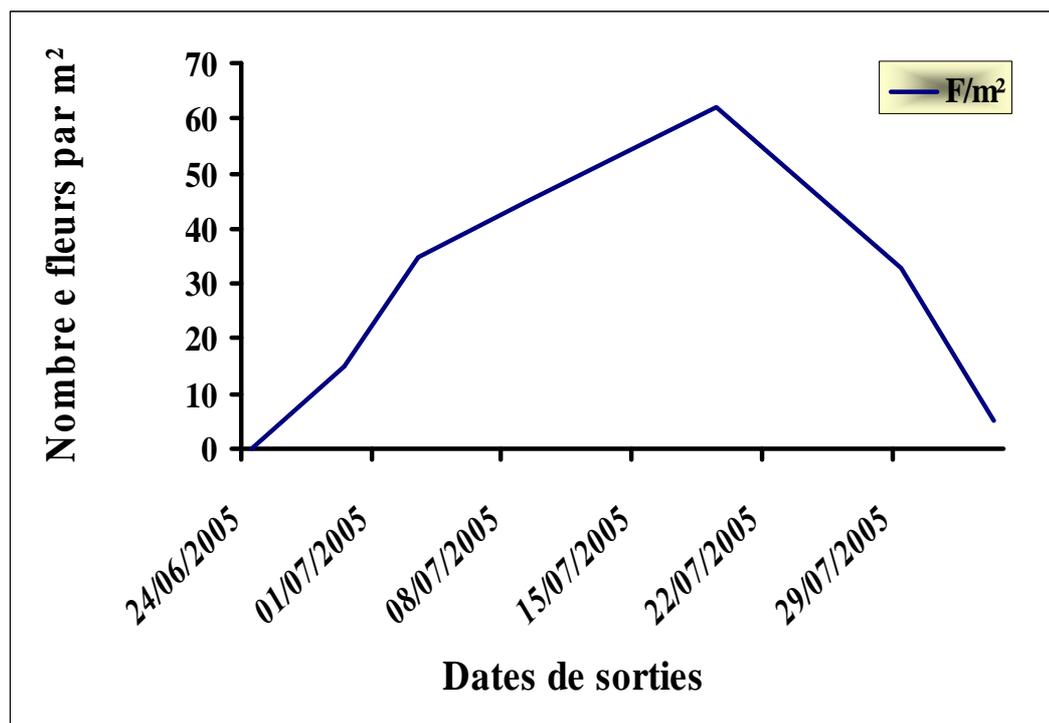


Figure 41. Phénologie des fleurs de melon *Cucumis melo* L.

4.3.3.1 - Abondance relative des Apoidea

Nos observations ont été réalisées du 02 au 29 juillet 2005. Les Apoidea rencontrés sont affiliés à deux familles : Halictidae et Megachilidae. On note l'inexistence des autres familles. Les spécimens capturés sont au nombre de 7 (tableau 31 et figure 42).

Tableau 31 - Abondance relative (N. ind. %) et nombre de données (Occ.) des Apoidea recensés sur la Cucurbitaceae *Cucumis melo* L. en 2005.

| Espèces | N. ind. | Occ. | N. ind. % | Occ. % |
|--|---------|------|-----------|---------|
| <i>Lasioglossum albocinctum</i> | 1 | 1 | 14,29% | 16,67% |
| <i>Lasioglossum leucozonium</i> | 2 | 1 | 28,57% | 16,67% |
| <i>Lasioglossum malachurum</i> | 1 | 1 | 14,29% | 16,67% |
| <i>Lasioglossum Subhirtum</i> | 1 | 1 | 14,29% | 16,67% |
| <i>Pseudapis unidentata albocincta</i> | 1 | 1 | 14,29% | 16,67% |
| <i>Megachile octosignata</i> | 1 | 1 | 14,29% | 16,67% |
| Total | 7 | 6 | 100,00% | 100,00% |

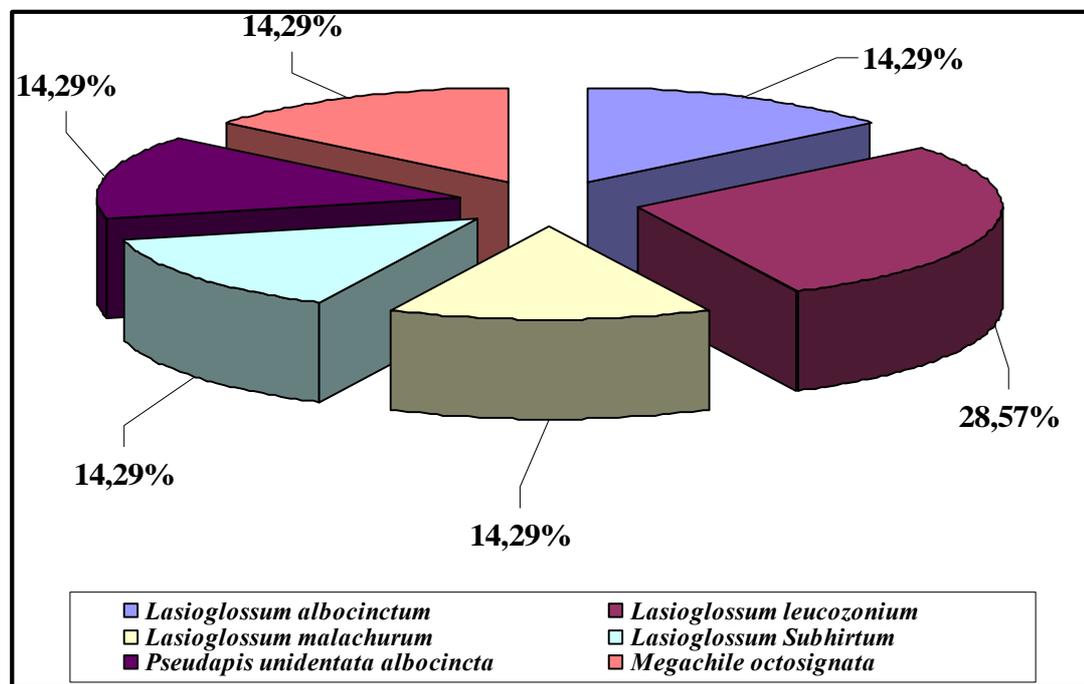


Figure 42. Répartition des espèces d'Apoidea selon l'abondance relative (N.ind. %) en 2005 dans un champ de melon.

Chapitre 5 : Discussion et conclusion générale

La discussion est structurée en deux parties. La première est consacrée à la composition de la faune des Apoidea. Nous y discuterons des espèces d'abeilles sauvages inventoriées dans la région de Khenchela en 2004-2005. L'ensemble des résultats abordés dans la première partie forme la base des thèmes discutés par la suite. Ainsi, dans la deuxième partie, nous discuterons des choix floraux et d'activité de butinage des Apoidea en milieux naturels et cultivés.

5.1- Composition de la faune des Apoidea

On dénombre une faune d'abeilles sauvages de 1202 spécimens durant une année d'étude échelonnée de 25 novembre 2004 au 27 octobre 2005, qui se répartissent entre 22 genres et 80 espèces. Nous évaluons la présence de 27 taxons pour les Apidae, 21 pour les Halictidae, 16 pour les Megachilidae, 14 pour les Andrenidae, et 2 espèces pour les Melittidae.

Les familles indiquées dans le présent travail sont les mêmes révélées par les travaux de LOUADI et DOUMANDJI (1998 a et b) dans la région de Constantine en excluant la famille des Melittidae qui n'a pas été rencontrée. Cette même famille a été recensée en 1914 par ALFKEN dans la région d'Alger et de Médéa. On note cependant l'absence de la famille des Colletidae dans notre région d'étude. Pourtant elle existe dans notre pays (SANDERS, 1908).SONET et JACOB-REMACLE (1987) n'ont pas révélé la présence de cette famille en Tunisie. Il se pourrait que les abeilles recensées forment une infime partie de la faune d'Apoidea de la région de Khenchela.

Les taxons non indiqués dans les travaux des auteurs au début de XX^{ème} siècle et les auteurs qui ont travaillé dernièrement sur les Apoidea LOUADI et DOUMANDJI. (1998a et b); LOUADI (1999 a et b); BENDIFALLAH (2002); MAATALAH (2003); ARIGUE (2004) et BENARFA (2004), sont répertoriés dans la présente étude. Il se rapporte à *Anthophora quadrimaculata*, *Tetralonia fulvescens*, *Ceratina saundersi*, *Andrena cineraria*, *Andrena sardoa*, *Andrena*

angustior sous espèce *impressa*, *Andrena lagopus*, *Andrena ovatula* sous espèce *poupillieri*, *Andrena combinata* sous espèce *crudelis*, *Andrena lepida*, *Lasioglossum leucopus*, *lithurgus cephalotes*, *Afranthidium carduele*, *Megachile octosignata* et *Dasypoda maura*; connue seulement du maroc (MICHEZ, 2002c.).

Concernant les aires de répartition; on a inventorié 1202 spécimens identifiés jusqu'à l'espèce et même à la sous-espèce, ces valeurs sont relativement élevées estimées à celles obtenues par les mêmes façons d'inventaire au niveau d'autres régions du territoire Algérien. Ces taxons sont bien distribués sur les trois stations prospectées dans la région de Khenchela au cours de la période d'étude 2004-2005. On constate que 18 espèces soient omniprésentes, elles se trouvent dans les trois localités. Parmi ces espèces on remarque que quelques unes sont indiquées par les auteurs qui ont travaillé sur les Apoidea telles que *Halictus scabiosae*, *Lasioglossum callizonium* et *Andrena flavipes*, collectées par SAUNDERS (1908) dans plusieurs localités. On peut prendre comme exemple d'autres taxons qui n'ont pas été cités par les autres auteurs; *Megachile octosignata* qui ne se trouve sous aucune synonymie, et il nous semble a priori que cette espèce est omniprésente dans les trois stations de notre étude.

Parmi les 25 espèces qui se répartissent dans deux stations; nous retrouvons *Lasioglossum albocinctum* collectée par SAUNDERS (1908) à Bouzeréa (Alger) et à Biskra. Le taxon *Lasioglossum leucopus* n'est pas cité par les auteurs qui ont prospecté les Apoidea dans le territoire algérien. Cette espèce n'a été décrite sous aucune autre synonymie. Les 37 espèces restantes se répartissent dans une seule localité, on cite comme exemple les spécimens de *Dasypoda hitipes* qui est trouvé exclusivement à Chelia. Cette espèce a été capturée cependant à Aïn Sefra (Algérie) par PÉREZ (1895), et à Skikda par MAATALAH (2003). Le taxon *Dasypoda maura* (PÉREZ 1895) est endémique de l'Afrique du nord. Il est connu uniquement du Maroc par WARNCKE (1975) mais il n'est pas publié (MICHEZ, 2002c.), la présente étude révèle l'existence de cette espèce en Algérie mais seulement dans la station de Chelia qui culmine à une altitude de 2326 m.

La station de Chelia représente la localité la plus riche en espèces avec 57 taxons. Par contre Touchent semble la plus pauvre en espèces avec 41 taxons. Il semble que les Apoidea sont plus abondants en hautes altitudes qu'en basses altitudes. Cette abondance non négligeable (les captures sont abondantes) est due sans aucun doute, à de la juxtaposition des faunes et flores (N'DOYE, 1975).

La famille des Apidae est amplement représentée par les genres *Eucera* et *Anthophora*, le reste est partagé entre les genres *Amegilla*, *Tetralonia*, *Bombus*, *Melecta*, *Thyreus*, *Xylocopa* et *Ceratina*. L'espèce *Eucera elongatula* est déjà capturée en Algérie et au Maroc. Elle est citée par BANASZAK et RASMONT (1994) pour la France. *Ceratina saundersi* qui présente une distribution méditerranéenne se trouve essentiellement au Maghreb. En Tunisie, quelques spécimens ont été capturés par DALY (1983). Cette espèce non décrite dans les premiers travaux est recensée dans la présente étude. On la trouve seulement à Touchent. Les taxons de *Xylocopa* ne sont représentés qu'à Chelia en écartant *Xylocopa valga* récoltée uniquement à Touchent. L'espèce cléptoparasite *Melecta luctuosa* d'*Anthophora fulvitaris* montre une aire de distribution très étroite. Elle n'est consignée que dans la station de Touchent avec un seul spécimen. Cette espèce est déjà citée par SAUNDERS (1908) à Alger, Biskra et à (Annaba). Le genre *Anthophora* est mentionné avec 5 espèces *Anthophora atriceps*, *Anthophora fulvitaris*, *Anthophora quadrimaculata*, *Anthophora nigrocincta* et *Anthophora retusa*. Ces taxons sont énumérés par SAUNDERS (1908) dans différentes localités en éliminant *Anthophora quadrimaculata* noté pour la première fois dans la présente étude. Le genre *Eucera* est indiqué par 6 taxons cités par les auteurs de début de XX^{ème} siècle.

La famille des Halictidae est représentée par 21 taxons dont 6 espèces appartiennent au genre *Halictus* et 15 au genre *Lasioglossum*. La plupart de ces genres ont été déjà énumérés dans les travaux précédents. Nous avons capturé un nouveau taxon *Lasioglossum (Evylaeus) leucopus* qui se trouvent dans 2 localités Chelia et Tamza. L'espèce *Lasioglossum callizonium* est inventoriée par SAUNDERS (1908) et ALFKEN (1914) à Mascara et à Alger (El harrach et Bab El Oued) sous la synonymie d'*Halictus callizonius*. Elle a été consignée par LOUADI (1999b) dans la région de Constantine et par ARIGUE (2004) dans la région saharienne d'El oued. Cette espèce semble donc rechercher des climats chauds et sec. Dans le présent travail le taxon *Lasioglossum callizonium* est capturé dans les trois stations prospectées.

Chez les Andrenidae on perçoit 7 nouvelles espèces pour la faune d'Algérie *Andrena (Melandrena) cineraria*, *Andrena (Lepidandrena) sardoa*, *Andrena (Ptilandrena) angustior* sous espèce *impressa*, *Andrena (Biareolina) lagopus*,

Andrena (Taeniandrena) ovatula sous espèce *poupillieri*, *Andrena (Simandrena) combinata* sous espèce *crudelis*, *Andrena (Simandrena) lepida*.

Le taxon *Andrena cineraria* est signalé par SONET et JACOB-REMACLE (1987) en Tunisie avec un seul spécimen sur *Hedysarum coronarium*. Dans ce travail on a recensé un seul spécimen à Touchent. *Andrena cineraria* n'est pas indiquée par les auteurs qui ont dénombré la faune des Apoidea d'Algérie.

Andrena Poupillieri est une espèce typiquement méditerranéenne. Elle n'est pas signalée par SAUNDERS (1908). Selon WARNCKE (1975), sa distribution en Europe est restreinte au sud de l'Espagne et aux Baléares. Les derniers travaux de MICHEZ et PATINY (2004) présentent une première citation pour la France, en incluant une carte de distribution d' *Andrena Poupillieri* qui comprend le nord d'Algérie comme aire de répartition de ce taxon. La présente étude ajoute la région de Khenchela pour extrapoler les aires de répartition de cette espèce.

La famille des Megachilidae est représentée par 16 taxons dont 3 sont nouveaux pour la faune d'Algérie. Les nouvelles espèces décrites dans ce travail sont : *Lithurgus cephalotes*, *Afranthidium carduele*, *Megachile octosignata*. L'espèce *Lithurgus cephalotes* est capturée à Chelia avec un seul spécimen. Elle n'est pas citée par les auteurs qui ont étudié le territoire d'Algérie.

Le taxon *Chalicodoma sicula* perçu dans l'inventaire actuel est déjà mentionné par SAUNDERS (1908) dans plusieurs localités. SONET et JACOB-REMACLE (1987) n'ont pas montré la présence de cette espèce en Tunisie.

La famille des Melittidae est figurée par deux taxons appartenants au genre *Dasypoda*; *Dasypoda hirtipes* et *Dasypoda maura*. La première est déjà signalée par PÉREZ (1895) et MAATALAH (2003), par ailleurs *Dasypoda maura* est une nouvelle espèce pour l'entomofaune d'Algérie.

Concernant la phénologie des familles des abeilles sauvages, on a constaté que le nombre de famille peu important au printemps, augmente au cours de l'été. Les Apidae sont plus abondants en Juillet, ils marquent un spectre plus étroit en mars-avril. On note que les Halictidae ont été plus nombreux en juillet, ils ont atteint un spectre moins large durant le mois de mai. On remarque une certaine contradiction avec les résultats obtenus par LOUADI (1999a). À Constantine, les Halictidae sont nombreux en avril. La présente étude révèle que les Andrenidae volent en plus grand nombre pendant le mois de mars. LOUADI (1999a) énonce que

cette famille est plus abondante en avril. Ceci relève certainement du climat plus froid en altitude car la région de Khenchela est plus élevée que Constantine.

Les Megachilidae se retrouvent en plus grand nombre durant le mois de juin, par contre l'étude de LOUADI (1999a) montre un spectre plus large en avril. JACOB-REMACLE (1989) note que la famille des Megachilidae marque un pic d'abondance en avril. La faune des Melittidae est plus abondante en Juillet, Ceci confirme les résultats acquis par MICHEZ (2002c.) en Belgique, il remarque que la population des mâles et des femelles est maximale au cours de la deuxième quinzaine du mois de juillet. Les contradictions observées entre Khenchela, Constantine et Liège peuvent s'expliquer par la floraison, les conditions climatiques et la différence d'altitude. En effet, la floraison dans les stations montagnardes de Khenchela débute plus tardivement qu'en Belgique et Constantine.

Selon les résultats obtenus; le rapport a/N moyen pour l'année 2004 varie entre 0 et 0,5. Pour l'année 2005, ce rapport varie entre 0,1 et 0,3. La valeur la plus élevée est notée à Chelia et à Touchent avec 0,3. Tandis que la valeur la plus faible est enregistrée à Tamza avec 0,1. Nous avons constaté que les valeurs obtenues tendent vers le zéro. Ceci s'explique par la bonne qualité de l'échantillonnage.

Concernant la diversité des Apoidea sauvages, nous avons utilisé deux sortes d'indices écologiques; les indices écologiques de composition et de structure.

Les indices écologiques de composition montrent que la richesse totale la plus importante pour l'année 2005 est notée à Chelia avec 52 espèces, suivie par Tamza avec 44 espèces et Touchent avec 39 espèces, tandis qu'en 2004 la richesse spécifique est égale à 7 pour la station de Tamza, 4 pour Chelia et 2 pour Touchent. La station de Chelia présente la plus grande richesse spécifique, ceci peut s'expliquer par son originalité et sa diversité floristique (GHARZOULI et *al.*, 1996).

Concernant les valeurs de la richesse moyenne des abeilles sauvages dans les trois stations prospectées en 2004-2005; elles sont comprises entre 0,67 espèces (Touchent) et 3,5 espèces (Tamza) en 2004. Ces valeurs semblent plus importantes en 2005, elles varient entre 2,17 espèces (Touchent) et 2,89 espèces (Chelia). Ceci se traduit par la situation géographique de la région, à la limite des influences méditerranéennes et sahariennes. Plus l'altitude est forte, plus la richesse est élevée (MEHENNI, 1994). Cette richesse faunique est très élevée dans la région de Khenchela.

Au sujet de l'abondance relative, nous avons récolté 66 spécimens en 2004. En 2005 le nombre des individus est égal à 1136. Pour l'année 2004, nous remarquons la présence de trois familles (Halictidae, Andrenidae et Apidae), avec l'absence des Megachilidae et Melittidae. Pour l'année 2005, nous constatons l'existence des cinq familles, avec des abondances relatives qui changent d'une station à l'autre et d'une famille à l'autre. Pour les Halictidae, la fréquence centésimale est de 43,1% à Chelia, 39,4% à Tamza et de 26,9% à Touchent. Les Andrenidae ont une abondance relative de " 30,1%, 41,3%, 26,9%" dans les trois stations respectivement : Chelia, Tamza et Touchent. Les fréquences centésimales des Apidae sont : 12,0% à Chelia, 14,8% à Tamza et 18,9% à Touchent. En ce qui concerne les Megachilidae, on a constaté les abondances relatives suivantes : 9,8% pour Chelia, 4,5% pour Tamza et 24,6% pour la station de Touchent. Enfin les Melittidae ont été observés seulement à Chelia avec une fréquence centésimale de 5,0%. TASEI (1977) rend cette abondance à un trait commun reliant les différentes espèces d'insectes hyménoptères impliqués dans les transferts de pollen qui sont toutes strictement inféodées aux plantes à fleurs, desquelles elles tirent exclusivement leurs ressources alimentaires, le pollen et le nectar.

La propriété des espèces d'Apoidea sauvages dans la région de Khenchela appuie sur les taxons réguliers, accessoires et accidentels. Selon le tableau 16 nous avons noté une seule espèce régulière à Touchent en 2004; il s'agit de *Bombus terrestris*, d'autres espèces sont accessoires. On compte 3 à Chelia, 7 à Tamza et 1 espèce à Touchent. En 2005 nous avons constaté également des espèces accessoires dont 6 à Chelia, 4 à Tamza et 3 à Touchent. Les autres espèces sont accidentelles. On suppose que la nature du sol et les facteurs climatiques jouent un rôle primordial dans la caractérisation de constance des espèces. De ce fait les conditions climatiques ambiantes (température, précipitations atmosphériques, etc.) exercent une action cinétique directe sur les grandes fonctions physiologiques, la répartition et les réactions comportementales des abeilles sauvages. Il convient d'ajouter celle des facteurs édaphiques, les Bourdons effectuant une partie de leur cycle biologique au-dessous de la couverture végétale, et présentant alors des exigences quant à la structure, la texture et l'humidité du sol (POUVREAU, 1993).

L'impression générale de diversité est confirmée par la valeur élevée de l'indice de SHANNON-WEAVER. Les trois stations ont une diversité élevée, mise en évidence par les valeurs de l'indice de SHANNON-WEAVER " 4,79 (Chelia),

4,14 (Tamza) et 4,39 (Touchent) ". L'indice d'équitabilité "E" de SHANNON basé sur la théorie de l'information, est le plus communément utilisé (DAJOZ, 1996). Le calcul de l'indice d'équitabilité "E" de SHANNON entre 05 familles et 1202 spécimens recensés dans nos stations donne un résultat, caractéristique d'un milieu homogène et équilibré (DAGET, 1976). L'équitabilité, quant à elle, est quasi identique d'une station à l'autre, sa valeur élevée et comprise entre 0.75 et 0.82 indique une bonne équi-répartition des individus entre les différentes familles. Avec une équitabilité proche de 1 lorsque toutes les espèces tendent à avoir une même abondance dans un milieu naturel non perturbé et $<0,80$ quand une espèce plus résistante que les autres est largement prédominante (CANSELA DA FONSECA, 1968). L'indice de concentration est très faible dans les trois stations (entre 0,05 et 0,11). Ceci implique un indice de diversité de GREENBERG fluctuant entre 0,89 et 0,95. On en déduit que deux spécimens du même peuplement d'abeille n'appartiennent pas à la même espèce.

L'analyse de la distribution d'abondance des différentes espèces d'Apoidea réalisée durant 2004 et 2005 dans les trois stations de la région de Khenchela montre que les taxons identifiés suivent une progression géométrique d'ordre 0,98 pour la période d'étude 2004-2005.

L'analyse de la variance qui traite le facteur station prouve par l'analyse de la variance usuelle (paramétrique) que les 3 stations d'étude diffèrent significativement entre elles. Tandis que l'utilisation de l'analyse de la variance par rangs de KRUSKAL-WALLIS (non paramétrique) montre que la différence entre la station de Chelia et les deux autres stations est très significative, tandis que la station de Tamza et Touchent ne diffèrent pas significativement. Ce qui implique que la région de Khenchela est caractérisée par l'hétérogénéité de ses stations (altitudes, couverture végétale, climat,...).

5.2 – Choix floraux et activité de butinage des abeilles sauvages

5.2.1 – Choix floraux des Apoidea sauvages

Le nombre d'espèces de plantes à fleurs à Khenchela varie d'une station à l'autre. On a constaté que le nombre d'espèces et de familles de plantes à fleurs dans la station de Chelia est plus important qu'à Tamza et Touchent. Cette dernière station présente une diversité de plantes spontanées moins étendue que les deux autres stations. L'étude de cette région montre une grande diversité de plantes spontanées avec 52 espèces appartenant à 21 familles. En tenant compte de ces circonstances on peut dire que les massifs montagneux de la wilaya de Khenchela se caractérisent par une richesse et une diversité floristique exceptionnelle. Cette situation orographique constitue une source de précipitation assez importante au milieu des zones steppiques et sahariennes (GHARZOULI *et al.*, 1996).

Nous avons constaté que la famille des Asteraceae est la plus exploitée, ce qui confirme les résultats apportés par JACOB-REMACLE (1989), il a constaté que parmi 49 familles de plantes visitées, celle des Asteraceae est la plus utilisée (1/3 des visites; 60% des espèces d'apoïdes recensées).

D'après les résultats (indice de SIMPSON et de SHANNON-WEAVER) exposés dans le chapitre précédent on peut clairement constater que Certaines abeilles apparaissent nettement polylectiques, comme *Andrena flavipes*, observée sur 7 espèces végétales différentes. *Megachile octosignata* est rencontré sur un nombre de plantes plus élevés que le nombre d'espèces végétales fréquenté par d'autres Megachilidae, alors que d'autres Apoidea sont apparemment strictement inféodées à une espèce végétale, comme *Dasypoda hirtipes* qui comptabilise 3 captures sur une seule plante *Echinops spinosus* (Asteraceae). Les deux types d'indices (de SIMPSON et de SHANNON-WEAVER) donnent donc une mesure assez semblable du degré de spécialisation alimentaire des espèces. Les espèces polytropiques exploitent largement la flore diversifiée comme *Andrena flavipes* qui visite plusieurs familles (Brassicaceae, Asteraceae, Elegendaceae, Euphorbiaceae et Thymelaeaceae),

et montre un indice de diversité florale égal à 0,42. D'autres espèces oligotropiques; (exemple : *Andrena Angustior*, avec un indice de SIMPSON; $I_s = 0,94$, visiteuse de Brassicaceae et Asteraceae, ou même monotropique; *Dasyroda hirtipes* (*Echinops spinosus*). Dans ses choix floraux, cette espèce est typiquement oligolectique : elle butine préférentiellement les Asteraceae, principalement les espèces à fleurs jaunes (GADOUM *et al.*, 2005). *Xylocopa violacea* visite 3 plantes spontanées, et présente l'indice de SIMPSON le plus faible avec 0,27. Cette espèce est répandue en région méditerranéenne et butine une grande diversité de végétaux (BELLMANN, 1999). LOUADI (1999a) en étudiant l'espèce *Andrena flavipes* trouve un indice de diversité florale $I_s = 0,70$, ce qui signifie que cette espèce a une tendance oligotrope. Notre étude montre un indice de SIMPSON pour cette espèce égal à 0,42, ce qui semble indiquer qu'elle est polytrope, ces résultats corroborent ceux de BENDIFALLAH (2002). Les différences enregistrées par rapport au travail de LOUADI (1999a) s'expliquent probablement par la disponibilité des plantes butinées par *Andrena flavipes*.

La largeur de la niche alimentaire H' correspond à l'indice de SHANNON-WEAVER est calculé pour les espèces végétales. *Andrena flavipes* présente la niche la plus large avec $H' = 1,66$ bits, ce qui confirme les résultats apportés par BENDIFALLAH (2002) avec $H' = 1,77$ bits. LOUADI (1999a) note qu' *Andrena flavipes* présente une niche alimentaire avec $H' = 0,48$ bits.

5.2.2 – activité de butinage des Apoidea sauvages

En étudiant l'activité saisonnière des abeilles sauvages durant les deux premiers mois de printemps, on remarque que l'activité des Apoidea sauvages est affectée par le changement de certains facteurs climatiques. Le nombre de spécimens d'*Andrena flavipes*, *Lasioglossum subhirtum* et *Bombus terrestris* a diminué lorsqu'il y a eu une légère augmentation de la température. Par contre le nombre d'*Andrena ovatula* a augmenté avec l'élévation de température. Ceci démontre que l'activité de ces abeilles est affectée à partir d'un certain seuil de température et d'autres facteurs climatiques.

L'efficacité de pollinisation des Abeilles sauvages est illustrée par le nombre de fleurs butinées par minutes. D'après nos observations nous avons constaté

qu'*Amegilla quadrifasciata* a la plus grande vitesse de butinage avec 15 fleurs par minute. Elle est suivie par *Halictus scabiosae* avec un nombre de fleurs égal à 11 fleurs/mn. Par contre *Apis mellifera* et *Ceratina cucurbitina* ont une vitesse de butinage plus faible; respectivement : 6 et 4 fleurs par minute. En comparant les résultats de l'efficacité pollinisatrice d'*Apis mellifera* avec ceux de LOUADI (1999a) et JACOB-REMACLE (1990), on remarque que nos résultats confirment les données apportées auparavant. Selon JACOB-REMACLE (1990) la vitesse de butinage de certains genres (osmies, anthophores, bourdons) est supérieure à celle de l'abeille domestique. Ceci explique le rôle complémentaire des Apoidea sauvages dans la pollinisation des plantes.

Dans les milieux cultivés, l'étude de la fève fait ressortir que La légumineuse *Vicia faba* L. (Fabaceae) est butinée par deux espèces d'Apoidea, *Bombus terrestris* et *Bombus vestalis*, ces espèces appartiennent à une seule famille : Apidae, avec l'absence des autres familles. Selon CHAUX et FOURY (1994) la pollinisation de la fève est essentiellement assurée par les bourdons. Selon RASMONT (1994) la famille des légumineuses est particulièrement dépendante des Apoidea. La responsabilité de ces plantes dans le bon fonctionnement du cycle de l'azote est énorme. Une régression de ces espèces entraînerait une catastrophe écologique. La disparition de leurs agents pollinisateurs devrait donc être considérée comme un risque majeur. ÖZBEK, 1993 a mentionné que *Bombus terrestris* est l'un des pollinisateurs les plus efficaces de beaucoup de plantes cultivées. La Solonaceae *Solanum tuberosum* n'est butinée qu'une seule fois par *Bombus terrestris*. Alors que les Apoidea ne fréquentent pas cette plante. En effet, il arrive souvent que le pollen soit stérile et qu'alors une production faible de nectar fasse que les insectes pollinisateurs ne soient pas attirés. Il arrive aussi parfois que les ovules soient stériles (Anonyme, 1996). Les Apoidea rencontrés sur la Cucurbitaceae *Cucumis melo* sont affiliés à deux familles : Halictidae (*Lasioglossum albocinctum*, *Lasioglossum leucozonium*, *Lasioglossum malachurum*, *Lasioglossum subhirtum* et *Pseudapis unidentata albocincta*) et Megachilidae (*Megachile octosignata*). On note l'inexistence des autres familles. Les spécimens capturés sont au nombre de 7. on suppose que les Halictidae jouent un rôle primordial dans la pollinisation du melon. Le premier but de ce travail a été donc de contribuer à la connaissance d'une des superfamilles d'insectes les plus répandues dans les écosystèmes terrestres. L'étude de la faune des Apoidea sauvages dans la région de Khenchela en milieux naturels et

cultivés a permis de mettre en évidence durant la période 2004-2005 1202 spécimens répartis entre 5 familles Apidae, Halictidae, Megachilidae, Andrenidae et Melittidae. Au total on a dénombré 20 genres et 80 espèces. Les résultats de cette étude permettent de tirer plusieurs conclusions pour expliquer la diversité de la région. Dans ce cadre, notre étude a porté plus spécifiquement sur la diversité des Apoidea sauvages dans cette région qui n'a pas fait l'objet d'étude jusqu'à l'heure actuelle. Ainsi, dans un premier temps, nous avons estimé l'abondance des abeilles sauvages et dressé une première liste des espèces présentes dans la région de Khenchela. Nous avons inventorié 15 espèces qui ne sont pas signalées en Algérie dans les travaux des auteurs du début du XX^{ème} et les auteurs qui ont travaillé dernièrement sur les Apoidea (LOUADI et DOUMANDJI, 1998a et b; LOUADI, 1999 a et b; BENDIFALLAH, 2002; MAATALAH, 2003; ARIGUE, 2004 et BENARFA, 2004).

La présence de 80 espèces dans trois stations de la wilaya de Khenchela indique une richesse spécifique très élevée. La station de Chelia représente la localité la plus riche en espèces avec 57 taxons. Par contre Touchent semble la plus pauvre en espèces avec 41 taxons. Au niveau de la station de Tamza nous avons constaté la présence de 45 taxons.

La répartition et l'activité des espèces et des familles d'Apoidea sont affectées par le changement de certains facteurs climatiques. Ce qui montre l'influence des facteurs climatiques qui résident dans la localité de Chelia par rapport aux autres stations.

Nous avons aussi mis en évidence que la richesse en espèces d'Apoidea provient essentiellement de la diversité floristique.

Il est important de souligner les points suivants :

- Les hautes altitudes marquent une diversité exceptionnelle en espèces d'Apoidea.
- La diversité floristique exerce une influence considérable sur la répartition et la présence des espèces d'Apoidea.
- Les facteurs climatiques jouent un rôle primordial dans la répartition et l'activité des espèces d'Apoidea.

En conclusion, la faune des Apoidea de l'Algérie est l'une des plus diversifiée. Ceci démontre l'importance d'extrapoler l'étude sur toutes les régions et les wilayas non étudiées du territoire Algérien afin d'établir un catalogue de cette faune. Il s'agit

aussi et surtout de protéger les milieux naturels afin de préserver leur habitat et d'éviter la régression de pollinisateurs dans les milieux cultivés. Il est donc important de souligner que notre travail peut mener à des expériences en laboratoire en effectuant des élevages d'espèces ayant un intérêt dans la pollinisation pour procéder ensuite à des lâchés dans les conditions naturelles et valider les prédictions théoriques.

Résumé

Le présent travail consiste à étudier l'entomofaune apoïdienne pollinisatrice dans la région de Khenchela en milieux naturels et cultivés.

Au cours d'une période échelonnée de 25 novembre 2004 au 27 octobre 2005, on a mené un inventaire des espèces et leur répartition à différentes altitudes. Le sommet le plus haut est celui de Chelia "2326 m.", les deux autres stations: Tamza et Touchnet se trouvent à des altitudes plus basses.

Au bout de ce travail 22 genres, 39 sous-genres et 80 espèces répartis entre 5 familles ont été recensés au niveau de la région de Khenchela.

Cette étude a permis de consigner 15 espèces et 3 sous-espèces nouvelles pour la faune des Apoidea de l'Algérie. Celles-ci n'ont pas été signalées par les auteurs du début du XX^{ème} siècle, ni par les auteurs qui ont travaillé récemment sur les Apoidea de ce pays.

Concernant le nombre de taxons pour chaque famille, on a constaté que les Apidae marquent le plus grand nombre avec 27 taxons suivi des Halictidae (21 taxons), Megachilidae (16 taxons), Andrenidae (14 taxons) et enfin les Melittidae avec 2 taxons.

L'étude de la composition de la faune d'Apoidea sauvages et l'utilisation des indices écologiques de composition et de structure ont permis de juger de la structure des populations d'abeille dans la région étudiée.

Nous avons montré que la répartition des abeilles sauvages semble dépendre du type de la couverture végétale. Ces résultats prouvent la nécessité de prendre en considération la conservation des abeilles sauvages qui jouent un rôle prépondérant dans la pollinisation des plantes cultivées et spontanées. La diversité des Apoidea sauvages apparaît essentiellement liées à la diversité des végétaux.

Mots clés : Apoidea, Khenchela, diversité, nouvelle, couverture végétale.

Summary

This work consists of studying the pollinating Apoidea in the area of Khenchela in natural and cultivated environments.

During the period between November 25, 2004 to October 27, 2005, we led an inventory of the species and their distribution in various altitudes. The highest peak is that of Chelia “2326 m.”, the two other stations: Tamza and Touchnet are at lower altitudes.

At the end of this work 22 genera, 39 sub-genera and 80 species distributed between 5 families were listed on the level of the area of Khenchela.

This study made it possible to retrain 15 new species and 3 subspecies for the fauna of Apoidea of Algeria. They were not announced by the authors of the beginning of the 20th century, nor by the authors who worked recently on Apoidea of this country.

Concerning the number of species for each family, we distinguished that Apidae mark the greatest number with 27 species followed by Halictidae (21 species), Megachilidae (16 species), Andrenidae (14 species) and finally Melittidae with 2 species.

The study of the composition of the fauna of Apoidea savages and the use of the ecological indexes of composition and structure made it possible to judge the structure of the populations of bees in the studied region.

We showed that the distribution of the wild bees seems to depend on the type of the vegetable cover. These results prove the need for taking into account the conservation of the wild bees which play a dominating role in the pollination of the crop and the spontaneous plants. The diversity of wild Apoidea appears primarily related to the diversity of the plants.

Key words: Apoidea, Khenchela, diversity, new species, vegetable cover

الخلاصة

يتضمن هذا العمل دراسة الـ Apoidea الملقحة في منطقة خنشلة، حيث شملت هذه الدراسة الوسطين الطبيعي والمزروع.

أثناء الفترة الممتدة بين 25 نوفمبر 2004 و 27 أكتوبر 2005، أجرينا جرداً لأنواع النحل البري وتوزعها على ارتفاعات مختلفة. حيث يظهر أن القمة الأكثر ارتفاعاً هي Chelia "2326 م"، بينما تتواجد المحطتان الأخريان: Tamza و Touchnet على ارتفاعات أقل.

في نهاية هذا العمل أحصينا 22 جنساً، 39 تحت جنس و 80 نوعاً، موزعة بين 5 عائلات على مستوى منطقة خنشلة.

و سمحت هذه الدراسة بتعداد 15 نوعاً و 3 تحت أنواع جديدة لـ Apoidea الجزائر. لم يُشر إليها باحثو بداية القرن العشرين، ولا الباحثون الذين عملوا مؤخراً على Apoidea هذا البلد. فيما يتعلق بعدد الأنواع في كل عائلة، لاحظنا أن عائلة Apidae سجلت أكبر عدد بـ 27 نوعاً تليها عائلة Halictidae (21 نوعاً)، Megachilidae (16 نوعاً)، Andrenidae (14 نوعاً) وأخيراً Melittidae بنوعين (2).

و لقد سمحت دراسة تركيب الـ Apoidea و استعمال المؤشرات البيئية التركيبية والبنوية بتقييم بنية مجتمع النحل في المنطقة المدروسة.

و أثبتنا بأن توزيع النحل البري متعلق بتنوع الغطاء النباتي. كما بينت هذه النتائج مدى أهمية الحفاظ على النحل البري الذي يلعب دوراً جوهرياً في تلقيح النباتات المزروعة و البرية، و يظهر أن تنوع الـ Apoidea مرتبط أساساً بالتنوع النباتي.

الكلمات الحاله: Apoidea، خنشلة، تنوع، أنواع جديدة، الغطاء النباتي.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION GENERALE | 1 |
| Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les Apoidea.... | 3 |
| 1.1- Caractères généraux des apoïdes | 4 |
| 1.2- Classification des Apoidea | 5 |
| 1.3- Bioécologie des Apoidea | 9 |
| 1.3.1- Cycle biologique | 9 |
| 1.3.2- Ecologie | 10 |
| 1.3.2.1- Relations plantes-abeilles | 10 |
| 1.3.2.2- Efficacité de butinage et de pollinisation | 12 |
| 1.3.2.3- Les plantes visitées par les apoïdes | 13 |
| 1.3.2.4- Nidification | 13 |
| 1.3.3- Effets des facteurs physiques sur les activités des abeilles | 14 |
| 1.3.3.1- Température du sol | 15 |
| 1.3.3.2- Température de l'air | 15 |
| 1.3.3.3- L'Insolation | 16 |
| 1.3.3.4- Les Vents | 16 |
| 1.3.3.5- Les pluies | 16 |
| 1.4- Répartition biogéographique | 17 |
| Chapitre 2 - Présentation de la région d'étude | 23 |
| 2.1- Situation géographique | 24 |
| 2.2- Etude climatique | 26 |
| 2.2.1- La température | 26 |
| 2.2.2- Humidité relative | 26 |
| 2.2.3- Les précipitations | 27 |
| 2.2.4- Vent | 28 |
| 2.2.5- Approche synthétique : les bioclimats | 29 |

Chapitre 3 - Matériel et méthodes 34

| | |
|--|----|
| 3.1- Stations d'étude | 35 |
| 3.1.1- Station de Chelia | 35 |
| 3.1.2 -Station de Tamza | 35 |
| 3.1.3 - Station de Touchent | 36 |
| 3.2- Echantillonnage et conservation des apoïdes | 41 |
| 3.2.1- Sur le terrain | 41 |
| 3.2.2 - Au laboratoire | 42 |
| 3.3 – Recensement et détermination de la flore | 44 |
| 3.3.1 – Phénologie des plantes naturelles | 44 |
| 3.3.2 – Identification de la flore naturelle | 45 |
| 3.4 - Analyse statistique | 45 |
| 3.4.1- Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition | 45 |
| 3.4.2- Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure | 47 |
| 3.4.3 – Quantification de spécialisation alimentaire | 49 |
| 3.4.4- Exploitation des résultats par des méthodes statistiques | 49 |

Chapitre 4 – Résultats..... 50

| | |
|--|----|
| 4.1- Faune des Apoidea | 51 |
| 4.1.1– Aires de répartition des Apoidea sauvages dans la région de Khenchela... .. | 65 |
| 4.1.2 – Composition de la faune d'abeilles sauvages | 69 |
| 4.1.3 – Phénologie des Apoidea | 74 |
| 4.1.4 – Qualité d'échantillonnage | 78 |
| 4.1.5 - Etude des Apoidea par des indices écologiques | 79 |
| 4.1.5.1 – Indices écologique de composition | 79 |
| 4.1.5.2 – Indices écologiques de structure | 85 |
| 4.1.6 - Analyse de la variance | 88 |
| 4.2 - Activité de butinage des Apoidea en milieu naturel | 89 |
| 4.2.1 - Composition de la flore naturelle | 90 |
| 4.2.2 - Flore visitée par l'ensemble des Apoidea | 95 |
| 4.2.3 - Flore visitée par les familles d'Apoidea | 97 |

| | |
|---|------------|
| 4.2.4 - Flore visitée par les espèces d'Apoidea | 98 |
| 4.2.5- Spécialisation alimentaire | 104 |
| 4.2.5.1 – Concentration..... | 104 |
| 4.2.5.2 – Niche alimentaire | 105 |
| 4.2.6 - Activité saisonnière | 105 |
| 4.2.7 - L'efficacité de butinage des Apoidea sauvages | 106 |
| 4.3 - Faune des Apoidea dans le milieu cultivé | 106 |
| 4.3.1 - Dans un champ de fève <i>Vicia faba</i> Linné (Fabaceae) | 106 |
| 4.3.2 - Dans un champ de pomme de terre <i>Solanum tuberosum</i> L. | 109 |
| 4.3.3 - Dans un champ de melon <i>Cucumis melo</i> L. (Cucurbitaceae) | 111 |
| Chapitre 5 – Discussion et conclusion générale | 115 |
| 5.1- Composition de la faune des Apoidea | 116 |
| 5.2 – Choix floraux et activité de butinage des abeilles sauvages | 123 |
| 5.2.1 – Choix floraux des Apoidea sauvages | 123 |
| 5.2.2 – activité de butinage des Apoidea sauvages | 124 |
| Références bibliographiques | 129 |
| Annexes | 141 |
| Résumé | 151 |

TABLE
DES MATIÈRES

Annexe 1 – Indices de SHANNON-WEAVER (H') et Equitabilité (E) basés sur le nombre de spécimens dans les stations d'étude en 2004 et 2005.

| Espèces | N ind. | Pi | ln Pi | Log2 Pi | pi*log2pi |
|--|--------|------|-------|---------|-----------|
| <i>Halictus (Halictus) brunnescens</i> Eversmann, 1852 | 10 | 0,01 | -4,79 | -6,94 | -0,06 |
| <i>Halictus fulvipes</i> (Klug,1817) | 40 | 0,03 | -3,40 | -4,93 | -0,16 |
| <i>Halictus quadricinctus</i> (F.,1776) | 44 | 0,04 | -3,31 | -4,79 | -0,18 |
| <i>Halictus rufipes</i> | 10 | 0,01 | -4,79 | -6,94 | -0,06 |
| <i>Halictus scabiosae</i> (Rossi,1790) | 41 | 0,03 | -3,38 | -4,90 | -0,17 |
| <i>Halictus (Seladonia)gemmeus</i> Dours, 1872 | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,69 | -0,02 |
| <i>Lasioglossum albocinctum</i> (Lucas,1846) | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,69 | -0,02 |
| <i>Lasioglossum Bluethgeni</i> (Ebmer,1971) | 45 | 0,04 | -3,29 | -4,76 | -0,18 |
| <i>Lasioglossum callizonium</i> (Pérez,1895) | 15 | 0,01 | -4,38 | -6,35 | -0,08 |
| <i>Lasioglossum discum</i> (Smith,1853) | 22 | 0,02 | -4,00 | -5,80 | -0,11 |
| <i>Lasioglossum immunitum</i> (Vachal, | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,69 | -0,02 |
| <i>Lasioglossum interruptum</i> (Panzer,1798) | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,69 | -0,02 |
| <i>Lasioglossum (Evylaeus) leucopus</i> Kirby, 1802 | 16 | 0,01 | -4,32 | -6,26 | -0,08 |
| <i>Lasioglossum leucozonium</i> (Schränk,1781) | 61 | 0,05 | -2,98 | -4,32 | -0,22 |
| <i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby,1802) | 21 | 0,02 | -4,05 | -5,87 | -0,10 |
| <i>Lasioglossum mediterraneum</i> (Blüthgen,1926) | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,69 | -0,02 |
| <i>Lasioglossum pauperatum</i> (Brullé,1832) | 10 | 0,01 | -4,79 | -6,94 | -0,06 |
| <i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck,1853) | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Lasioglossum Subhirtum</i> (Lep.) | 80 | 0,07 | -2,71 | -3,93 | -0,26 |
| <i>Lasioglossum villosulum</i> (Kirby,1802) | 55 | 0,05 | -3,08 | -4,47 | -0,20 |
| <i>Pseudapis Nomiapis Unidentata albocincta</i> (Luc.) | 8 | 0,01 | -5,01 | -7,26 | -0,05 |
| <i>Andrena agilissima</i> (Scopoli, 1770) | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Andrena albopunctata</i> (Rossi,1792) | 7 | 0,01 | -5,15 | -7,46 | -0,04 |
| <i>Andrena Angustior impressa</i> (Warncke,1967) | 34 | 0,03 | -3,57 | -5,17 | -0,15 |
| <i>Andrena carbonaria</i> (L.,1767) | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Andrena cineraria</i> (L., 1758) | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Andrena flavipes</i> Panzer,1799 | 166 | 0,14 | -1,98 | -2,87 | -0,40 |
| <i>Andrena lagopus</i> Latreille,1809 | 70 | 0,06 | -2,84 | -4,12 | -0,24 |
| <i>Andrena (Simandrena) lepida</i> Schenck, 1859. | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Andrena morio</i> Brullé,1832 | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Andrena ovatula</i> (Kirby, 1802) | 31 | 0,03 | -3,66 | -5,30 | -0,14 |
| <i>Andrena Poupillieri</i> (Dours, 1872) | 6 | 0,00 | -5,30 | -7,68 | -0,04 |
| <i>Andrena sardoa</i> Lepeletier, 1841. | 33 | 0,03 | -3,60 | -5,21 | -0,14 |

| | | | | | |
|--|----|------|-------|--------|-------|
| <i>Andrena combinata</i> (Christ, 1791) | 35 | 0,03 | -3,54 | -5,13 | -0,15 |
| <i>Melitturga (Petruccianna) oraniensis</i> Lepeletier, 1841 | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Megachile apicalis</i> Spinola, 1808 | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Megachile octosignata</i> Nylander, 1852 | 14 | 0,01 | -4,45 | -6,45 | -0,08 |
| <i>Chalicodoma sicula</i> (Rossi, 1792) | 25 | 0,02 | -3,87 | -5,61 | -0,12 |
| <i>lithurgus cephalotes</i> Van Der Zanden, 1977 | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Lithurgus chrysurus</i> Fonscolombe, 1834 | 7 | 0,01 | -5,14 | -7,46 | -0,04 |
| <i>Anthidium diadema</i> Latreille, 1809 | 5 | 0,00 | -5,48 | -7,94 | -0,03 |
| <i>Afranthidium carduele</i> (Morawitz, 1876) | 4 | 0,00 | -5,70 | -8,27 | -0,03 |
| <i>Rhodanthidium septemdentatum</i> (Latreille, 1809) | 4 | 0,00 | -5,70 | -8,27 | -0,03 |
| <i>Rhodanthidium siculum</i> (Spin.) | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Osmia caerulescens</i> (L., 1758) | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Osmia cornuta</i> (Latreille, 1805) | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Osmia dives</i> (Mocs.,) | 22 | 0,02 | -4,00 | -5,80 | -0,11 |
| <i>Osmia notata</i> (Fabricius,) | 13 | 0,01 | -4,53 | -6,56 | -0,07 |
| <i>Osmia rufa</i> (L., 1758) | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,68 | -0,02 |
| <i>Osmia signata</i> Erichson, 1835 | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,68 | -0,02 |
| <i>Osmia tricornis</i> (L., 1811) | 9 | 0,01 | -4,89 | -7,09 | -0,05 |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> (Villers, 1789) | 21 | 0,02 | -4,05 | -5,86 | -0,10 |
| <i>Anthophora atriceps</i> | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Anthophora fulvitaris</i> (Brullé, 1832) | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Anthophora quadrimaculata</i> (Vulpina Pz.) | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Anthophora nigrocincta</i> Lepeletier, 1841 | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,68 | -0,02 |
| <i>Anthophora retusa</i> (L., 1758) | 4 | 0,00 | -5,70 | -8,27 | -0,03 |
| <i>Tetralonia alternans</i> (Brullé) | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Tetralonia dentata</i> (Klug,) | 6 | 0,00 | -5,30 | -7,68 | -0,04 |
| <i>Tetralonia fulvescens</i> (Giraud) | 19 | 0,02 | -4,15 | -6,01 | -0,10 |
| <i>Tetralonia nigrifacies</i> (Dours,) | 9 | 0,01 | -4,89 | -7,09 | -0,05 |
| <i>Bombus ruderatus</i> (F., 1775) | 4 | 0,00 | -5,70 | -8,27 | -0,03 |
| <i>Bombus terrestris</i> (L., 1758) | 61 | 0,05 | -2,98 | -4,32 | -0,22 |
| <i>Melecta luctuosa</i> (Scopoli, 1770) | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Thyreus histrionicus</i> (Illiger, 1806). | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,68 | -0,02 |
| <i>Ceratina callosa</i> (Fabricius, 1794). | 4 | 0,00 | -5,70 | -8,27 | -0,03 |
| <i>Ceratina cucurbitina</i> (Rossi, 1792) | 5 | 0,00 | -5,48 | -7,94 | -0,03 |
| <i>Ceratina saundersi</i> Daly, 1983 | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Eucera nigrilabris</i> Lepeletier, 1841 | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Eucera numida</i> Lepeletier, 1841 | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,68 | -0,02 |
| <i>Eucera eucnemidea</i> Dours, 1873 | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Eucera elongatula</i> Vachal, 1907 | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Eucera obliterata</i> | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Eucera oraniensis</i> Lepeletier, 1841 | 8 | 0,01 | -5,01 | -7,26 | -0,05 |
| <i>Xylocopa amedaei</i> Lepeletier, 1841. | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |

| | | | | | |
|---|----------------|------|-----------------------|--------|-------|
| <i>Xylocopa violacea</i> (L., 1758) | 6 | 0,00 | -5,30 | -7,68 | -0,04 |
| <i>Xylocopa valga</i> Gerstaecker, 1872 | 2 | 0,00 | -6,40 | -9,27 | -0,02 |
| <i>Xylocopa iris</i> Christ, 1791 | 1 | 0,00 | -7,09 | -10,28 | -0,01 |
| <i>Dasygaster hirtipes</i> (F., 1793) | 3 | 0,00 | -5,99 | -8,68 | -0,02 |
| <i>Dasygaster maura</i> (Pérez, 1895) | 24 | 0,02 | -3,91 | -5,67 | -0,11 |
| <i>Total</i> | 1202 | | $\sum p_i \log_2 p_i$ | | -5,16 |
| Indice de SHANNON-WEAVER (H') | H' = 5.16 bits | | | | |
| Equitabilité (E) | E = 0.81 | | | | |

Annexe 2 – Distribution d'abondance des espèces d'Apoidea par ordre décroissant en 2004-2005.

| Espèces | Nombre d'individus | Position |
|--|--------------------|----------|
| <i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799 | 166 | 1 |
| <i>Lasioglossum Subhirtum</i> (Lep.) | 80 | 2 |
| <i>Andrena lagopus</i> Latreille, 1809 | 70 | 3 |
| <i>Lasioglossum leucozonium</i> (Schrank, 1781) | 61 | 4 |
| <i>Bombus terrestris</i> (L., 1758) | 61 | 5 |
| <i>Lasioglossum villosulum</i> (Kirby, 1802) | 55 | 6 |
| <i>Lasioglossum Bluethgeni</i> (Ebmer, 1971) | 45 | 7 |
| <i>Halictus quadricinctus</i> (F., 1776) | 44 | 8 |
| <i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790) | 41 | 9 |
| <i>Halictus fulvipes</i> (Klug, 1817) | 40 | 10 |
| <i>Andrena combinata</i> (Christ, 1791) | 35 | 11 |
| <i>Andrena Angustior impressa</i> (Warncke, 1967) | 34 | 12 |
| <i>Andrena sardoa</i> Lepeletier, 1841. | 33 | 13 |
| <i>Andrena ovatula</i> (Kirby, 1802) | 31 | 14 |
| <i>Chalicodoma sicula</i> Rossi, 1792 | 25 | 15 |
| <i>Dasypoda maura</i> (Pérez, 1895) | 24 | 16 |
| <i>Osmia dives</i> (Mocs.,) | 22 | 17 |
| <i>Lasioglossum discum</i> (Smith, 1853) | 22 | 18 |
| <i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby, 1802) | 21 | 19 |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> (Villers, 1789) | 21 | 20 |
| <i>Tetralonia fulvescens</i> (Giraud) | 19 | 21 |
| <i>Lasioglossum (Evylaeus) leucopus</i> Kirby, 1802 | 16 | 22 |
| <i>Lasioglossum callizonium</i> (Pérez, 1895) | 15 | 23 |
| <i>Megachile octosignata</i> Nylander, 1852 | 14 | 24 |
| <i>Osmia notata</i> (Fabricius,) | 13 | 25 |
| <i>Halictus (Halictus) brunnescens</i> Eversmann, 1852 | 10 | 26 |
| <i>Lasioglossum pauperatum</i> (Brullé, 1832) | 10 | 27 |
| <i>Halictus rufipes</i> | 10 | 28 |
| <i>Tetralonia nigrifacies</i> (Dours,) | 9 | 29 |
| <i>Osmia tricornis</i> (L., 1811) | 9 | 30 |
| <i>Pseudapis Nomiapis Unidentata albocincta</i> (Luc.) | 8 | 31 |
| <i>Eucera oraniensis</i> Lepeletier, 1841 | 8 | 32 |
| <i>Lithurgus chrysurus</i> Fonscolombe, 1834 | 7 | 33 |
| <i>Andrena albopunctata</i> (Rossi, 1792) | 7 | 34 |
| <i>Xylocopa violacea</i> (L., 1758) | 6 | 35 |
| <i>Tetralonia dentata</i> (Klug,) | 6 | 36 |
| <i>Andrena Poupillieri</i> (Dours, 1872) | 6 | 37 |
| <i>Ceratina cucurbitina</i> (Rossi, 1792) | 5 | 38 |

| | | |
|--|---|----|
| <i>Anthidium diadema</i> latreille, 1809 | 5 | 39 |
| <i>Rhodanthidium septemdentatum</i> (Latreille,1809) | 4 | 40 |
| <i>Ceratina callosa</i> (Fabricius, 1794). | 4 | 41 |
| <i>Bombus ruderatus</i> (F., 1775) | 4 | 42 |
| <i>Anthophora retusa</i> (L., 1758) | 4 | 43 |
| <i>Afranthidium carduele</i> (Morawitz,1876) | 4 | 44 |
| <i>Thyreus histrionicus</i> (Illiger, 1806). | 3 | 45 |
| <i>Osmia signata</i> Erichson,1835 | 3 | 46 |
| <i>Osmia rufa</i> (L.,1758) | 3 | 47 |
| <i>Lasioglossum mediterraneum</i> (Blüthgen,1926) | 3 | 48 |
| <i>Lasioglossum interruptum</i> (Panzer,1798) | 3 | 49 |
| <i>Lasioglossum immunitum</i> (Vachal, | 3 | 50 |
| <i>Lasioglossum albocinctum</i> (Lucas,1846) | 3 | 51 |
| <i>Halictus (Seladonia)gemmeus</i> Dours, 1872 | 3 | 52 |
| <i>Eucera numida</i> Lepeletier, 1841 | 3 | 53 |
| <i>Dasygoda hirtipes</i> (F., 1793) | 3 | 54 |
| <i>Anthophora nigrocincta</i> Lepeletier,1841 | 3 | 55 |
| <i>Xylocopa valga</i> Gerstaecker, 1872 | 2 | 56 |
| <i>Tetralonia alternans</i> (Brullé) | 2 | 57 |
| <i>Osmia cornuta</i> (Latreille,1805) | 2 | 58 |
| <i>Melitturga oraniensis</i> (Lepeletier, 1841) | 2 | 59 |
| <i>Eucera obliterata</i> | 2 | 60 |
| <i>Ceratina saundersi</i> (Daly, 1983) | 2 | 61 |
| <i>Anthophora fulvitaris</i> (Brullé, 1832) | 2 | 62 |
| <i>Anthophora atriceps</i> | 2 | 63 |
| <i>Andrena morio</i> (Brullé,1832) | 2 | 64 |
| <i>Andrena agilissima</i> (Scopoli, 1770) | 2 | 65 |
| <i>Xylocopa iris</i> Christ, 1791 | 1 | 66 |
| <i>Xylocopa amedaei</i> Lepeletier, 1841. | 1 | 67 |
| <i>Rhodanthidium siculum</i> (Spin.) | 1 | 68 |
| <i>Osmia caerulescens</i> (L.,1758) | 1 | 69 |
| <i>Melecta luctuosa</i> (Scopoli, 1770) | 1 | 70 |
| <i>Megachile apicalis</i> Spinola,1808 | 1 | 71 |
| <i>lithurgus cephalotes</i> Van Der Zanden, 1977 | 1 | 72 |
| <i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck,1853) | 1 | 73 |
| <i>Eucera nigrilabris</i> Lepeletier, 1841 | 1 | 74 |
| <i>Eucera eucnemidea</i> Dours, 1873 | 1 | 75 |
| <i>Eucera elongatula</i> Vachal, 1907 | 1 | 76 |
| <i>Anthophora quadrimaculata</i> (Vulpina Pz.) | 1 | 77 |
| <i>Andrena cineraria</i> (L., 1758) | 1 | 78 |
| <i>Andrena carbonaria</i> (L.,1767) | 1 | 79 |
| <i>Andrena (Simandrena) lepida</i> Schenck, 1859. | 1 | 80 |

Annexe 3 – Distribution d'abondance des espèces d'Apoidea ajustée au modèle de Motomura ($e_1 = i - (i+1)$; $e_2 = \log ni - \sum \log ni / 80$) en 2004-2005.

| Espèces | N ind. | N ind. % | i | Ln ni | e 1 | e 2 | e1*e1 | e2*e2 | e 1* e 2 |
|-------------------------------------|--------|----------|----|-------|-------|-------|--------|-------|----------|
| <i>Andrena flavipes</i> | 166 | 13,81% | 1 | 5,11 | 0,00 | 3,35 | 0,00 | 11,20 | 0,00 |
| <i>Lasioglossum Subhirtum</i> | 80 | 6,66% | 2 | 4,38 | 0,50 | 2,62 | 0,25 | 6,85 | 1,31 |
| <i>Andrena lagopus</i> | 70 | 5,82% | 3 | 4,25 | 1,00 | 2,48 | 1,00 | 6,17 | 2,48 |
| <i>Lasioglossum leucozonium</i> | 61 | 5,07% | 4 | 4,11 | 1,50 | 2,35 | 2,25 | 5,50 | 3,52 |
| <i>Bombus terrestris</i> | 61 | 5,07% | 5 | 4,11 | 2,00 | 2,35 | 4,00 | 5,50 | 4,69 |
| <i>Lasioglossum villosulum</i> | 55 | 4,58% | 6 | 4,01 | 2,50 | 2,24 | 6,25 | 5,03 | 5,61 |
| <i>Lasioglossum Bluethgeni</i> | 45 | 3,74% | 7 | 3,81 | 3,00 | 2,04 | 9,00 | 4,17 | 6,13 |
| <i>Halictus quadricinctus</i> | 44 | 3,66% | 8 | 3,78 | 3,50 | 2,02 | 12,25 | 4,08 | 7,07 |
| <i>Halictus scabiosae</i> | 41 | 3,41% | 9 | 3,71 | 4,00 | 1,95 | 16,00 | 3,80 | 7,80 |
| <i>Halictus fulvipes</i> | 40 | 3,33% | 10 | 3,69 | 4,50 | 1,92 | 20,25 | 3,70 | 8,66 |
| <i>Andrena combinata</i> | 35 | 2,91% | 11 | 3,56 | 5,00 | 1,79 | 25,00 | 3,21 | 8,95 |
| <i>Andrena angustior</i> | 34 | 2,83% | 12 | 3,53 | 5,50 | 1,76 | 30,25 | 3,10 | 9,69 |
| <i>Andrena sardoa.</i> | 33 | 2,75% | 13 | 3,50 | 6,00 | 1,73 | 36,00 | 3,00 | 10,39 |
| <i>Andrena ovatula</i> | 31 | 2,58% | 14 | 3,43 | 6,50 | 1,67 | 42,25 | 2,79 | 10,85 |
| <i>Chalicodoma sicula</i> | 25 | 2,08% | 15 | 3,22 | 7,00 | 1,45 | 49,00 | 2,11 | 10,18 |
| <i>Dasyglossa maura</i> | 24 | 2,00% | 16 | 3,18 | 7,50 | 1,41 | 56,25 | 2,00 | 10,60 |
| <i>Lasioglossum discum</i> | 22 | 1,83% | 17 | 3,09 | 8,00 | 1,33 | 64,00 | 1,76 | 10,61 |
| <i>Osmia dives</i> | 22 | 1,83% | 18 | 3,09 | 8,50 | 1,33 | 72,25 | 1,76 | 11,27 |
| <i>Lasioglossum malachurum</i> | 21 | 1,75% | 19 | 3,04 | 9,00 | 1,28 | 81,00 | 1,64 | 11,52 |
| <i>Amegilla quadrifasciata</i> | 21 | 1,75% | 20 | 3,04 | 9,50 | 1,28 | 90,25 | 1,64 | 12,16 |
| <i>Tetralonia fulvescens</i> | 19 | 1,58% | 21 | 2,94 | 10,00 | 1,18 | 100,00 | 1,39 | 11,80 |
| <i>Lasioglossum leucopus</i> | 16 | 1,33% | 22 | 2,77 | 10,50 | 1,01 | 110,25 | 1,02 | 10,58 |
| <i>Lasioglossum callizonium</i> | 15 | 1,25% | 23 | 2,71 | 11,00 | 0,94 | 121,00 | 0,89 | 10,38 |
| <i>Megachile octosignata</i> | 14 | 1,16% | 24 | 2,64 | 11,50 | 0,87 | 132,25 | 0,76 | 10,06 |
| <i>Osmia notata</i> | 13 | 1,08% | 25 | 2,56 | 12,00 | 0,80 | 144,00 | 0,64 | 9,60 |
| <i>Halictus brunnescens</i> | 10 | 0,83% | 26 | 2,30 | 12,50 | 0,54 | 156,25 | 0,29 | 6,72 |
| <i>Halictus rufipes</i> | 10 | 0,83% | 27 | 2,30 | 13,00 | 0,54 | 169,00 | 0,29 | 6,99 |
| <i>Lasioglossum pauperatum</i> | 10 | 0,83% | 28 | 2,30 | 13,50 | 0,54 | 182,25 | 0,29 | 7,26 |
| <i>Osmia tricornis</i> | 9 | 0,75% | 29 | 2,20 | 14,00 | 0,43 | 196,00 | 0,19 | 6,06 |
| <i>Tetralonia nigrifacies</i> | 9 | 0,75% | 30 | 2,20 | 14,50 | 0,43 | 210,25 | 0,19 | 6,27 |
| <i>Pseudapis unidentata</i> | 8 | 0,67% | 31 | 2,08 | 15,00 | 0,31 | 225,00 | 0,10 | 4,72 |
| <i>Eucera oraniensis</i> | 8 | 0,67% | 32 | 2,08 | 15,50 | 0,31 | 240,25 | 0,10 | 4,88 |
| <i>Andrena albopunctata</i> | 7 | 0,58% | 33 | 1,95 | 16,00 | 0,18 | 256,00 | 0,03 | 2,90 |
| <i>Lithurgus chrysurus</i> | 7 | 0,58% | 34 | 1,95 | 16,50 | 0,18 | 272,25 | 0,03 | 2,99 |
| <i>Andrena Poupillieri</i> | 6 | 0,50% | 35 | 1,79 | 17,00 | 0,03 | 289,00 | 0,00 | 0,46 |
| <i>Tetralonia dentata</i> | 6 | 0,50% | 36 | 1,79 | 17,50 | 0,03 | 306,25 | 0,00 | 0,47 |
| <i>Xylocopa violacea</i> | 6 | 0,50% | 37 | 1,79 | 18,00 | 0,03 | 324,00 | 0,00 | 0,49 |
| <i>Anthidium diadema</i> | 5 | 0,42% | 38 | 1,61 | 18,50 | -0,16 | 342,25 | 0,02 | -2,87 |
| <i>Ceratina cucurbitina</i> | 5 | 0,42% | 39 | 1,61 | 19,00 | -0,16 | 361,00 | 0,02 | -2,95 |
| <i>Afranidium carduele</i> | 4 | 0,33% | 40 | 1,39 | 19,50 | -0,38 | 380,25 | 0,14 | -7,38 |
| <i>Rhodanthidium septemdentatum</i> | 4 | 0,33% | 41 | 1,39 | 20,00 | -0,38 | 400,00 | 0,14 | -7,57 |

Annexes

| | | | | | | | | | |
|--|------|---------|----|--------|-------|-------|-----------------|--------|----------|
| <i>Anthophora retusa</i> | 4 | 0,33% | 42 | 1,39 | 20,50 | -0,38 | 420,25 | 0,14 | -7,76 |
| <i>Bombus ruderatus</i> | 4 | 0,33% | 43 | 1,39 | 21,00 | -0,38 | 441,00 | 0,14 | -7,94 |
| <i>Ceratina callosa</i> | 4 | 0,33% | 44 | 1,39 | 21,50 | -0,38 | 462,25 | 0,14 | -8,13 |
| <i>Halictus gemmeus</i> | 3 | 0,25% | 45 | 1,10 | 22,00 | -0,67 | 484,00 | 0,44 | -14,65 |
| <i>Lasioglossum albocinctum</i> | 3 | 0,25% | 46 | 1,10 | 22,50 | -0,67 | 506,25 | 0,44 | -14,99 |
| <i>Lasioglossum immunitum</i> | 3 | 0,25% | 47 | 1,10 | 23,00 | -0,67 | 529,00 | 0,44 | -15,32 |
| <i>Lasioglossum interruptum</i> | 3 | 0,25% | 48 | 1,10 | 23,50 | -0,67 | 552,25 | 0,44 | -15,65 |
| <i>Lasioglossum mediterraneum</i> | 3 | 0,25% | 49 | 1,10 | 24,00 | -0,67 | 576,00 | 0,44 | -15,98 |
| <i>Osmia rufa</i> | 3 | 0,25% | 50 | 1,10 | 24,50 | -0,67 | 600,25 | 0,44 | -16,32 |
| <i>Osmia signata</i> | 3 | 0,25% | 51 | 1,10 | 25,00 | -0,67 | 625,00 | 0,44 | -16,65 |
| <i>Anthophora nigrocincta</i> | 3 | 0,25% | 52 | 1,10 | 25,50 | -0,67 | 650,25 | 0,44 | -16,98 |
| <i>Thyreus histrionicus</i> | 3 | 0,25% | 53 | 1,10 | 26,00 | -0,67 | 676,00 | 0,44 | -17,32 |
| <i>Eucera numida</i> | 3 | 0,25% | 54 | 1,10 | 26,50 | -0,67 | 702,25 | 0,44 | -17,65 |
| <i>Dasygaster hirtipes</i> | 3 | 0,25% | 55 | 1,10 | 27,00 | -0,67 | 729,00 | 0,44 | -17,98 |
| <i>Andrena agilissima</i> | 2 | 0,17% | 56 | 0,69 | 27,50 | -1,07 | 756,25 | 1,15 | -29,47 |
| <i>Andrena morio</i> | 2 | 0,17% | 57 | 0,69 | 28,00 | -1,07 | 784,00 | 1,15 | -30,00 |
| <i>Melitturga oraniensis</i> | 2 | 0,17% | 58 | 0,69 | 28,50 | -1,07 | 812,25 | 1,15 | -30,54 |
| <i>Osmia cornuta</i> | 2 | 0,17% | 59 | 0,69 | 29,00 | -1,07 | 841,00 | 1,15 | -31,07 |
| <i>Anthophora atriceps</i> | 2 | 0,17% | 60 | 0,69 | 29,50 | -1,07 | 870,25 | 1,15 | -31,61 |
| <i>Anthophora fulvitaris</i> | 2 | 0,17% | 61 | 0,69 | 30,00 | -1,07 | 900,00 | 1,15 | -32,14 |
| <i>Tetralonia alternans</i> | 2 | 0,17% | 62 | 0,69 | 30,50 | -1,07 | 930,25 | 1,15 | -32,68 |
| <i>Ceratina saundersi</i> | 2 | 0,17% | 63 | 0,69 | 31,00 | -1,07 | 961,00 | 1,15 | -33,22 |
| <i>Eucera obliterateda</i> | 2 | 0,17% | 64 | 0,69 | 31,50 | -1,07 | 992,25 | 1,15 | -33,75 |
| <i>Xylocopa valga</i> | 2 | 0,17% | 65 | 0,69 | 32,00 | -1,07 | 1024,00 | 1,15 | -34,29 |
| <i>Lasioglossum pauxillum</i> | 1 | 0,08% | 66 | 0,00 | 32,50 | -1,76 | 1056,25 | 3,11 | -57,35 |
| <i>Andrena carbonaria</i> | 1 | 0,08% | 67 | 0,00 | 33,00 | -1,76 | 1089,00 | 3,11 | -58,23 |
| <i>Andrena cineraria</i> | 1 | 0,08% | 68 | 0,00 | 33,50 | -1,76 | 1122,25 | 3,11 | -59,11 |
| <i>Andrena lepida</i> | 1 | 0,08% | 69 | 0,00 | 34,00 | -1,76 | 1156,00 | 3,11 | -60,00 |
| <i>Megachile apicalis</i> | 1 | 0,08% | 70 | 0,00 | 34,50 | -1,76 | 1190,25 | 3,11 | -60,88 |
| <i>lithurgus cephalotes</i> | 1 | 0,08% | 71 | 0,00 | 35,00 | -1,76 | 1225,00 | 3,11 | -61,76 |
| <i>Rhodanthidium siculum</i> | 1 | 0,08% | 72 | 0,00 | 35,50 | -1,76 | 1260,25 | 3,11 | -62,64 |
| <i>Osmia caerulescens</i> | 1 | 0,08% | 73 | 0,00 | 36,00 | -1,76 | 1296,00 | 3,11 | -63,53 |
| <i>Anthophora quadrimaculata</i> | 1 | 0,08% | 74 | 0,00 | 36,50 | -1,76 | 1332,25 | 3,11 | -64,41 |
| <i>Melecta luctuosa</i> | 1 | 0,08% | 75 | 0,00 | 37,00 | -1,76 | 1369,00 | 3,11 | -65,29 |
| <i>Eucera nigrilabris</i> | 1 | 0,08% | 76 | 0,00 | 37,50 | -1,76 | 1406,25 | 3,11 | -66,17 |
| <i>Eucera eucnemidea</i> | 1 | 0,08% | 77 | 0,00 | 38,00 | -1,76 | 1444,00 | 3,11 | -67,06 |
| <i>Eucera elongatula</i> | 1 | 0,08% | 78 | 0,00 | 38,50 | -1,76 | 1482,25 | 3,11 | -67,94 |
| <i>Xylocopa amedaei</i> | 1 | 0,08% | 79 | 0,00 | 39,00 | -1,76 | 1521,00 | 3,11 | -68,82 |
| <i>Xylocopa iris</i> | 1 | 0,08% | 80 | 0,00 | 39,50 | -1,76 | 1560,25 | 3,11 | -69,70 |
| Total | 1202 | 100,00% | | 141,17 | | | 41870,00 | 149,06 | -1239,61 |
| Covariance | | | | | | | = -1239,61/80 | | -15,49 |
| variance de i | | | | | | | = 41870,00/80 | | 523,38 |
| Variance de log ni | | | | | | | = 149,06/80 | | 1,86 |
| Pente de la droite d'ajustement | | | | | | | = -15,49/523,38 | | -0,030 |

| | | |
|-----------------------|--|------|
| constante de Motomura | | 0,98 |
|-----------------------|--|------|

Annexe 4 – Nid de *Chalicodoma sicula* (Rossi, 1792) construit par la femelle adossé à une pierre repéré dans la station de Touchent en 2005.

(Cellules construites avec de la boue, contenant des larves)



Annexe 5 - Récolte des abeilles sur *Senecio nebrodensis* (Asteraceae)
en utilisant l'aspirateur à bouche dans la station de Chelia

