

Chapitre III : Matériel et Méthodes

3.1. Stations d'étude

Cette étude est focalisée sur le recensement à l'échelle régionale. Pour réaliser ce projet, nous avons élaboré un plan qui nous permet de structurer notre recherche par une série de paramètres quantifiables qui affectent la répartition et la présence des apoïdes, (Fig.5).

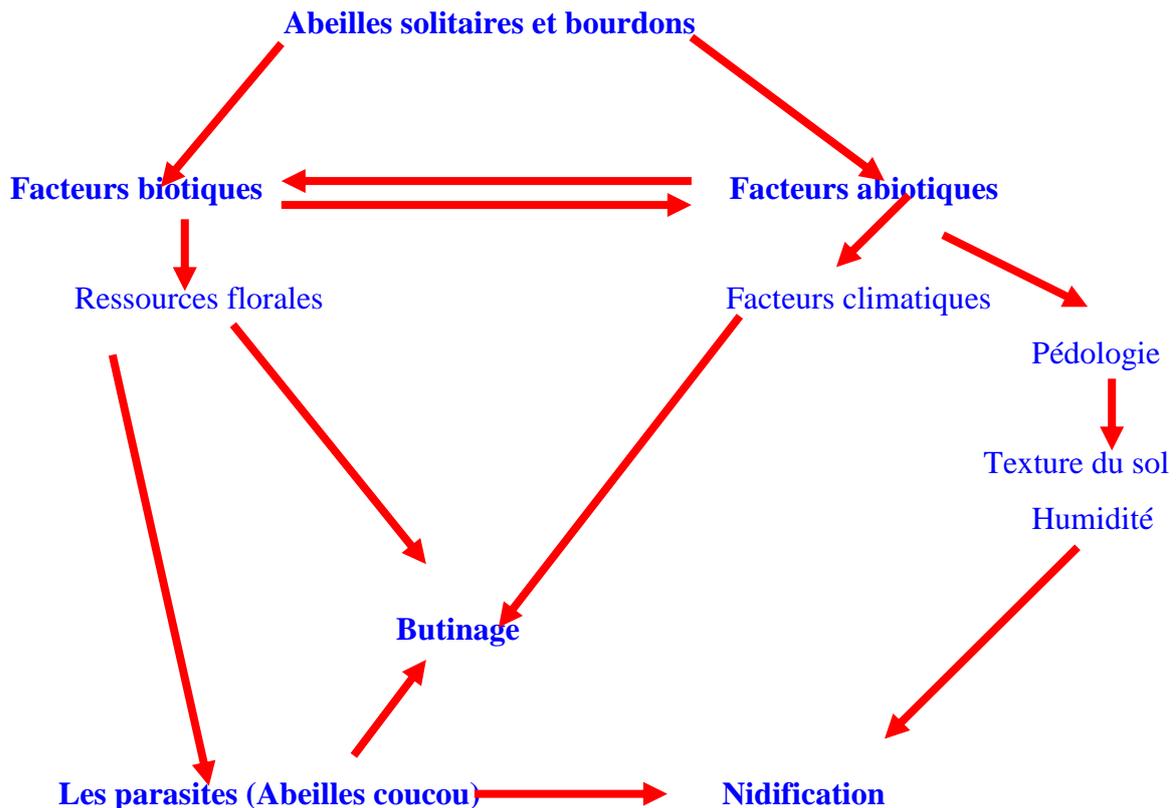


Fig. 5 : Les facteurs contrôlant la répartition des abeilles

Nous avons choisi trois sites dans deux localités: commune de Skikda (Larbi ben M'Hidi et l'école d'agriculture) et commune de Filfila (Salah Chebel) (Fig.6).

Les méthodes utilisées, développées et expliquées concernent l'échantillonnage des abeilles, leur conservation, leur comptage et l'étude de leur comportement dans le milieu naturel. Il a été préférable de recenser l'ensemble des espèces végétales localisées dans les trois stations.

Pour l'identification et la description des plantes, nous avons consulté plusieurs ouvrages Beniston (1984), Encyclopédie Jardin (1992), Beloued (1998) ainsi que d'anciennes collections de l'école d'agriculture.

Les stations dans lesquelles, nous avons effectué notre expérimentation sont des terres cultivées et des friches. Ce travail nous a permis d'établir un transect nord sud du littoral de Skikda à l'école d'agriculture dans un rayon de 37 km. La distance qui sépare deux stations voisines est comprise entre 7 Km et 30 km. Les trois sites possèdent le même couvert végétal mais la texture du sol, l'altitude, la pente et l'exposition sont des paramètres qui varient d'une station à l'autre. Les sites d'étude portent trois strates végétales, une strate herbacée qui regroupe la majorité des espèces, une strate arbustive et une strate arborescente. La strate herbacée est dominante dans les trois milieux d'étude. Elle est essentiellement de Thérophytes et de Chaméphytes.

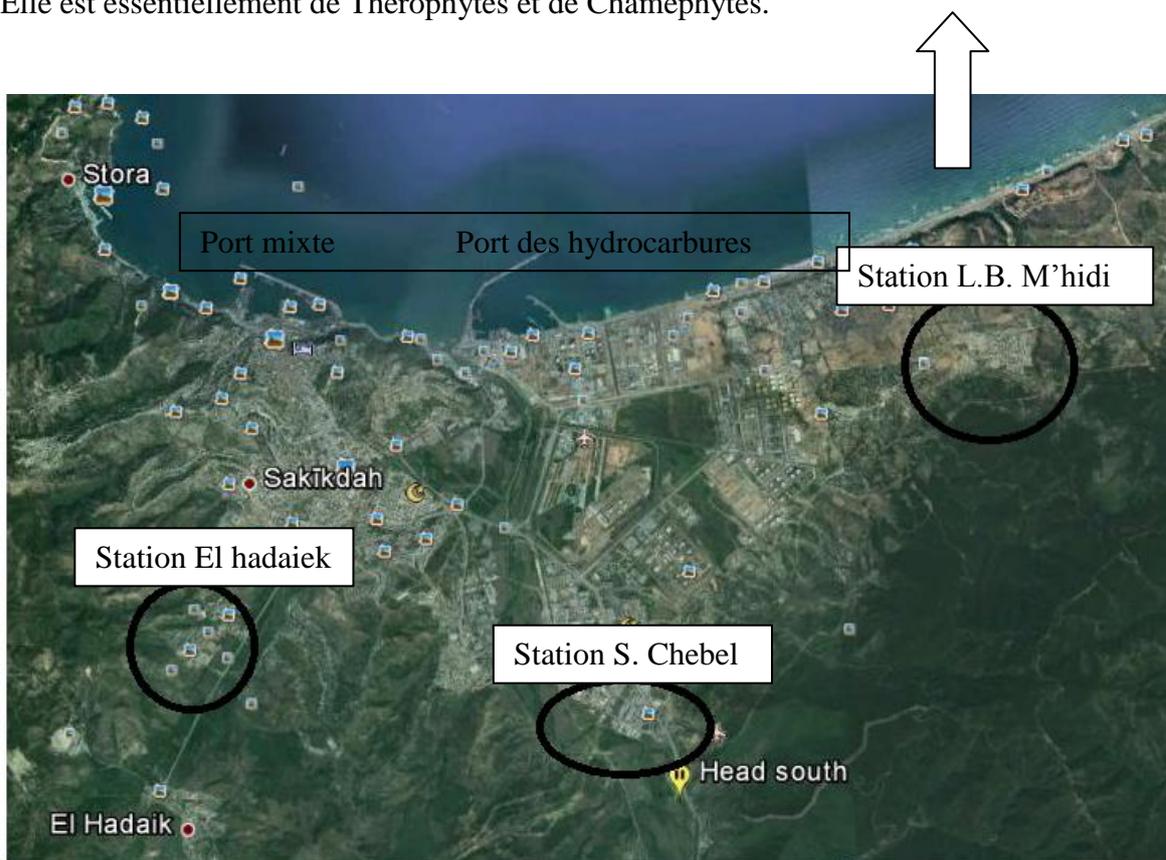


Fig.6 : Localisation par satellite des 3 stations d'étude de la région de Skikda (Source google map)

3.1.1. Station de Salah Chebel de Filfila

Salah Chebel se situe dans le deuxième plateau de l'Oued Righa, au pied du Djebel El Alia. Cette région s'étale sur une superficie de 219,95 ha (36°53'N, 06° 55'E). Elle est limitée au nord par méditerranée, à l'est et au nord par la commune de djendel, à l'ouest par Hamadi Krouma. Elle est à une vingtaine de km de chef de lieu de la wilaya sur le chemin de wilaya n°12 (**Fig. 7**).

Le site d'étude est une parcelle de 2 ha, c'est un milieu ouvert, parmi les espèces végétales spontanées recensées: *Centaurea pullata* L., *Galactite tomentosa* (L.) Moench, *Cchrysantemum paludosum* Poiret (Asteraceae), *Sinapis arvensis*, *Capsella bursa pastoris* L. (Brassicaceae), *Oxalis pes capreae* L. (Oxalidaceae). Cette station comporte également des arbres fruitiers : figuier, pommier, vignobles.



Station A



Fig.7 : Localisation de la station d'étude Salah Chebel de la région de Skikda (Source google map).

3.1.2. Station Larbi Ben M'hidi

Larbi Ben M'Hidi est une aire qui appartient au troisième plateau de l'Oued Righa ($36^{\circ} 53'N$, $06^{\circ} 54'E$). Elle est limitée au nord par la méditerranée, au sud par une série de montagnes formant un arc, à l'ouest par la zone industrielle des hydrocarbures et à l'est par Filfila .Elle est à environ 20Km de Skikda sur le chemin de wilaya n°18. La superficie est de 266Km^2 . Le site d'étude est à 2 km, à l'extérieur du camp caravaning, c'est une large bande à pentes irrégulières, bordée par des vergers, des surfaces aménagées pour la production agricole et la forêt de Salah Chebel (**Fig. 8**). Les plantes spontanées les plus importantes sont: *Capsella bursa pastoris* L. (Brassicaceae), *Papaver rhoeas* (Papaveraceae), *Trifolium pratense* (Fabaceae), *Oxalis pes capreae* L. (Oxalidaceae), *Tamarix gallica* (Tamaricaceae), *Olea europea ssp sativa* (Oleaceae), *Mesenbryantemum edulis* (Aizoaceae).

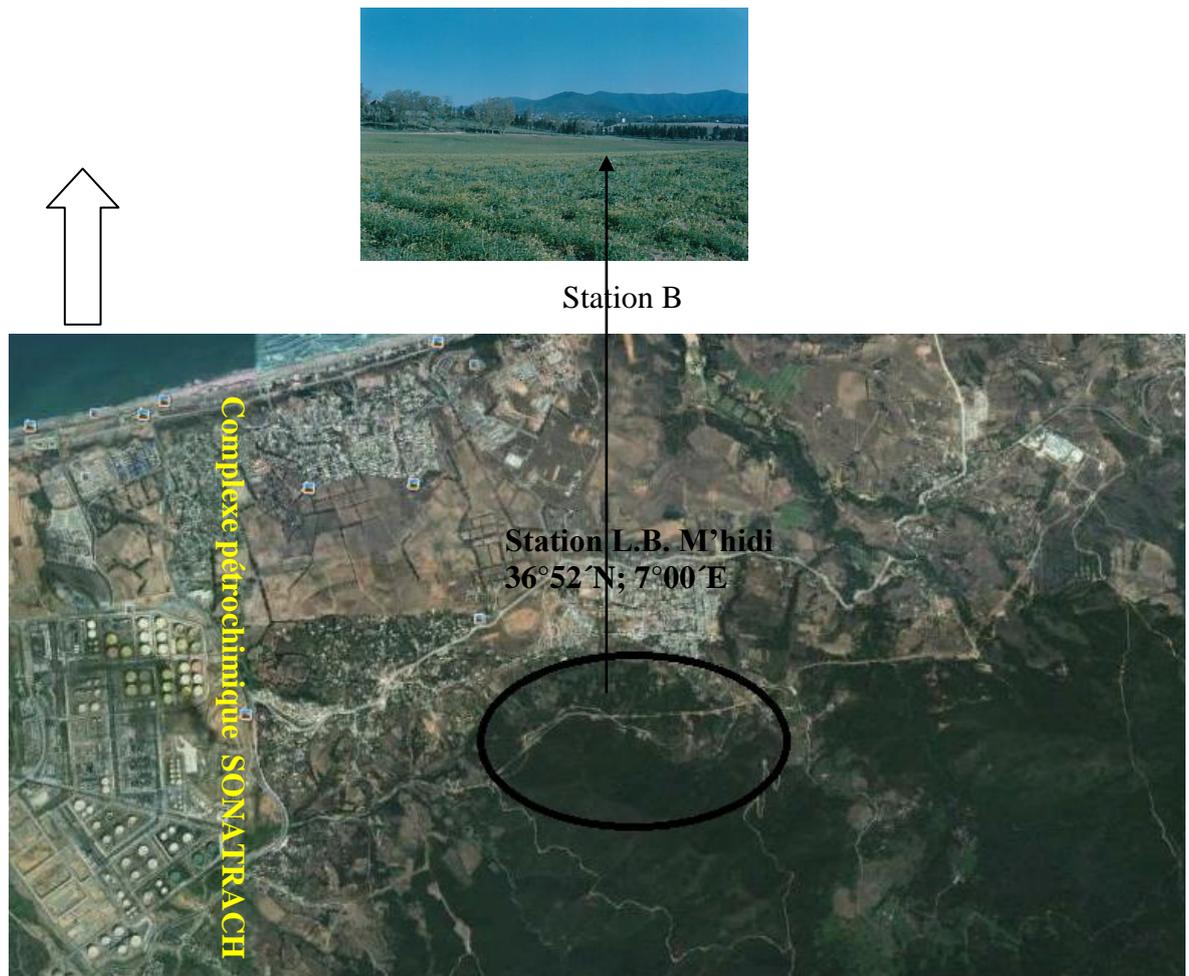


Fig.8 : Localisation de la station d'étude L.B. M'hidi de la région de Skikda (Source google map)

3.1.3. Station de l'école d'agriculture

Cette école est située à 7km au sud est de la wilaya dans la vallée de Oued Zeramna (36°53' N, 06°55'E, 17 m). Elle se trouve entourée par des terres de hautes valeurs agricoles dont une partie est occupée par des agrumes (**Fig.9**).

Ce site comporte deux terrains rectangulaires contigus, le premier de longueur 68,7 m et 47,5 m de largeur, le second est de 78,7m de longueur et 48m de largeur. Ces terrains sont pratiquement plats, considérés comme des systèmes fermés, entourés par la cité universitaire, les instituts et des habitations (**Fig.10**). La couverture végétale de ces terrains est essentiellement naturelle constituée d'arbres de chêne liège *Quercus suber* et d'arbustes de laurier rose *Nerium oleander* et de plantes spontanées *Malva sylvestris* (Malvaceae), *Centaurea pullata* (Asteraceae), *Daucus carota* (Ombelliferae), *Thuya orientalis* (Meliaceae), *Asparagus falcati*, *Asparagus plumos*, *Yucca sp* (Liliaceae), *Jasminum nudiflorum* (Primulaceae), *Ficus elastica* (Moraceae), *Chamerops humilis*, *Phœnix canariensis*, *Chamerops excelsa* (Palmaceae). La disposition en rangée de la plante l'oiseau du paradis *Strylizia* (Streletziaceae) permet l'utilisation de la méthode de transect.

L'échantillonnage a touché les bordures de la route et des champs de culture au niveau des trois stations.



Fig. 9 : Localisation de la station d'étude de l'école d'agriculture de la région de Skikda (Source google map)

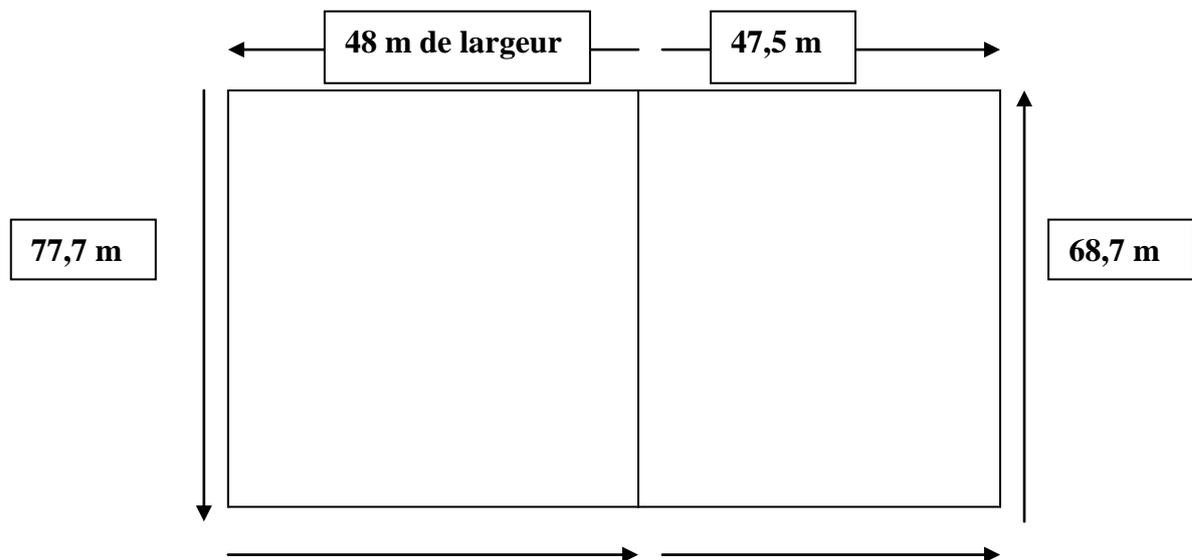


Fig. 10 : Transects pour les comptages des abeilles dans la station de l'école d'agriculture (Station C)

3.1.4. Données édaphiques des trois stations

Dans les deux stations du littoral, le sol se compose en grande partie de dunes de sables limoneux à grains fins de couleur jaune rouge d'âge quaternaire. Concernant la dernière station, le terrain est un mélange d'une argile sablo-limoneuse de couleur marron grisâtre et jaune grisâtre, suivie d'une argile schisto-limoneuse de couleur variable (Anonyme, 2002).

3.1.5. Données hydrologiques

La cité Salah Chebel est drainée par d'importants cours d'eau qui sont de direction nord-sud, ce sont Oued Ksob, Oued Merbouba et Oued Guerbez. Larbi B.M'Hidi est traversé par oued Ksob et oued Aneb. Il existe également plusieurs chaâbats qui se déversent dans des cuvettes formant des zones inondables pendant la saison pluvieuse. Une nappe phréatique est à même niveau que la mer méditerranée. La station de l'école d'agriculture est traversée par Oued Zeramna et quelques chaâbats.

3.1.6. Données climatiques

La climatologie des deux stations du littoral est caractérisée par des pluies irrégulières abondantes, presque nulles pendant la période estivale, l'été de 2002 a été pluvieux (**53,7 mm**). Le temps est humide à longueur d'années.

Les vents dominants nord-ouest sont fréquents et peuvent être violents en hiver puisque les deux sites sont complètement exposés à la mer. Les vents sud-ouest sont moins importants que ceux du nord-ouest qui engendrent des vents chauds tels que le sirocco en été. Pour l'école d'agriculture, le climat présente les caractéristiques d'une vallée (Dekhil, 1982).

3.2. Méthodes d'échantillonnage et d'étude des Apoidea

La diversité des espèces implique la quantification de cette valeur pour situer son rôle dans l'écosystème. La loi espèce- aire est une relation entre le nombre d'espèces dans un site et l'aire de celui-ci. La plupart des modèles qui expliquent la forme de cette relation, font l'hypothèse que les individus sont répartis uniformément sur tout le site. L'hétérogénéité spatiale est omise (Barbault, 2000). Diverses méthodes d'échantillonnages sont proposées mais seulement deux types sont utilisés: Les pièges d'interception avec des pots en plastique et les pièges attractifs avec des assiettes colorés.

L'échantillonnage s'est limité aux plantes spontanées. L'étude du comportement de butinage sur les fleurs effectué uniquement sur les plantes spontanées. La méthode de comptage des abeilles est réalisée par un transect végétal adapté aux plantes herbacées, le recensement des abeilles sauvages et des bourdons sur les plantes de culture et la strate arborescente sont sous estimés.

Cette partie comporte en premier lieu, une description des méthodes d'échantillonnage, le matériel employé et en second lieu, le comptage et le comportement des abeilles en milieu naturel.

3.2.1. Echantillonnage et conservation des apoïdes

3.2.1.1. Sur le terrain

Sur le terrain, le matériel de capture et d'échantillonnage utilisés est les pots en plastique de dimension (5 cm de hauteur×2 cm de largeur) et des assiettes colorées qui permettent de réaliser un échantillonnage efficace. Elles contribuent à connaître la composition entomologique d'une région (Benkhelil, 1992). Le chromatropisme est pris en compte dans le choix des couleurs. Nous disposons aussi d'un carnet où toutes les observations sont notées; telles que les caractéristiques du milieu, le climat, l'heure d'apparition des abeilles. Cette étude est menée de septembre 2001 à août 2002. Les prospections et les collectes des apoïdes non *Apis* se sont réalisées en milieu naturel sur les plantes spontanées. Les sorties se font une fois par semaine dans chaque station. Les assiettes colorées sont déposées à même le sol dans la station A. Le ramassage des abeilles solitaires et des bourdons est pratiqué dans la région de Caravaning jusqu'à la limite de la forêt Salah Chebel, sur une large bande de 5 ha (Station B).

La méthode du transect végétal est appliquée dans la station de l'école d'agriculture (Station C). Les captures se font entre 8^h GMT et 16^h GMT. Les abeilles sont capturées pendant le butinage sur les fleurs spontanées.

a. Utilisation des pots en plastique

C'est une technique par approche directe. C'est une méthode très pratique. Elle permet de capturer les espèces de petite taille mais on ne réussit qu'à capturer les individus de même famille

b. Utilisation des pièges colorés

Nous avons utilisé des pièges à eau de couleur jaune, blanc bariolé de noir, vert, bleu et rouge remplis au $\frac{3}{4}$ d'eau pure. Les prélèvements se font chaque semaine. Les cinq assiettes sont espacées les unes des autres d'une distance constante de 100 m.

3.2.1.2. Au laboratoire

Une fois au laboratoire, les spécimens sont tués par congélation et piqués avec des épingles entomologiques appropriées n°00 à 01. Les abeilles provenant des pièges à eau sont séchées et épinglées. Les différentes familles sont séparées et placées dans des boîtes entomologiques. Après étiquetage, les spécimens sont identifiés et déterminés après examen sous une loupe binoculaire grossissant 25 fois. L'identification est réalisée à partir des clés dichotomiques et des boîtes de collection.

3.2.2. Méthodes d'études de l'activité de butinage des abeilles en milieu naturel

L'étude porte sur les choix des familles d'abeilles sauvages et sociales (non *Apis*). Leur spécialisation alimentaire, leur activité de butinage quotidienne et saisonnière et l'incidence des facteurs climatiques sur les Apoidea. Leur spécialisation parmi la flore spontanée permet de d'évaluer la concentration ou le taux de visites de cette population sur les espèces de plantes ou familles végétales et l'influence qu'exerce le climat.

L'activité quotidienne des abeilles consiste à enregistrer l'heure d'apparition et la disparition de certaines espèces *Bombus terrestris*, *Ceratina cucurbitina* (Apidae), *Lithurgus sp* (Megachilidae), par rapport à la température et l'humidité relative relevées aux mois d'avril, mai et juin de l'année 2002. Nous avons également suivi l'évolution du nombre des espèces suivantes: *Bombus terrestris*, *Lithurgus sp*, *Ceratina cucurbitina*, *Andrena flavipes* et *Evylaeus immunitum* pendant trois mois pour mettre en évidence l'effet du climat sur l'activité de butinage. Ensuite, nous avons effectué des observations sur cinq espèces pendant douze mois, pour expliquer l'effet des facteurs climatiques sur l'activité des espèces apoïdienne ainsi que sur celle des familles dans les deux stations B et C.

La deuxième étude concerne l'activité quotidienne, elle met en évidence l'évolution du nombre d'abeilles des espèces citées par un dénombrement en fonction des facteurs climatiques et de l'heure d'apparition. Les espèces étudiées *Bombus terrestris*, *Lithurgus sp*, *Ceratina cucurbitina*, *Andrena flavipes* et *Evylaeus immunitum*.

3.3. Techniques d'identification des abeilles

Notre identification s'applique sur les caractères spéciaux suivants : l'aile antérieure, les pattes et la glosse.

Pour l'aile antérieure, le nombre de cellules cubitales est retenu dans les clés de détermination des familles et des espèces (**Fig. 11**).

Les abeilles récoltent du pollen par leurs pièces buccales dont la longueur des maxilles transformées en glosse varie d'une famille à une autre. Ainsi les Andrenidae, les Halictidae et les Melittidae sont groupées en acutilingues (langue courte effilée), les Colletidae ont une glosse courte bifide, ce sont des obtusilingues. Par contre, les Anthophoridae, les Apidae et les Megachilidae ont une glosse longue.

Les caractéristiques de la brosse permettent de distinguer les gastralégides qui possèdent un appareil de récolte situé sous l'abdomen (Megachilidae), les podilégides dont la corbeille de récolte se localise sur la troisième paire des pattes postérieures telles que les Bombinae sous-famille des Apidae. Les mérilégides englobent les espèces des familles à langue courte ; Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae et Anthophoridae. Les abeilles échantillonnées et non déterminées sont identifiées par famille et envoyées à l'étranger chez des spécialistes pour une identification précise.

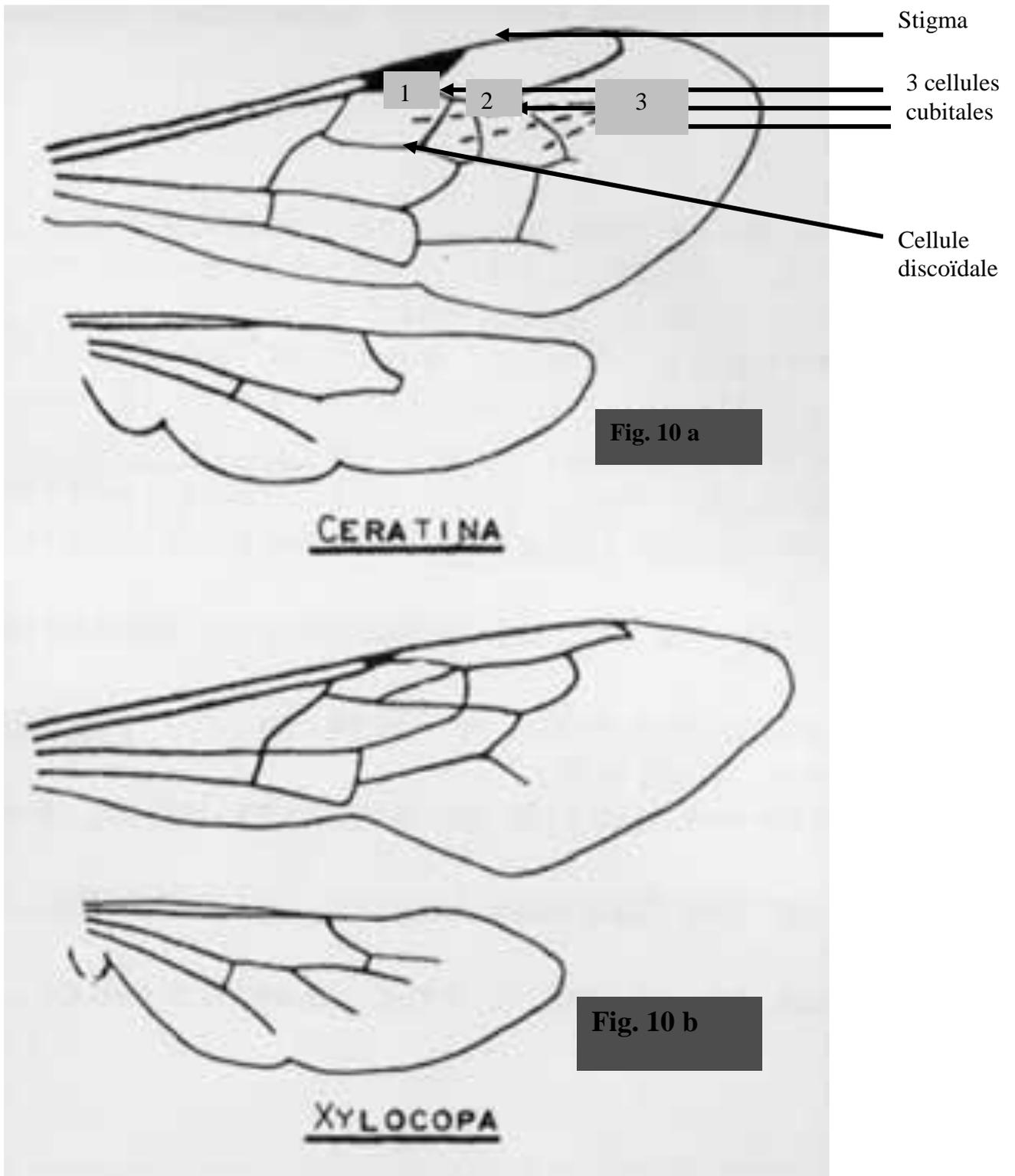


Fig. 11 : Différenciation entre deux genres de Xylocopinae (Fasula, 1999).

3.4. Inventaire et détermination de la flore

La flore spontanée a été échantillonnée, la collecte s'est effectuée dans les trois stations. Ce travail a commencé de septembre 2001 jusqu'à la fin de l'été 2002.

Notre objectif est de dégager la phénologie des plantes spontanées. Un calendrier de floraison est établi. La phénologie des plantes fleuries est signalée sur le calendrier dans le tableau 34 dès leur apparition. Les plantes à fleur sont cueillies et placées dans des sachets en plastique. Après séchage, leur détermination est faite à l'aide des ouvrages Beniston (1984), Beloued (1998), Jardin (1992) et les collections de l'époque coloniales de l'école d'agriculture.

3.5. Gestion des données faune- flore

L'étiquette de format réduit à 65%. Elle porte les mentions suivantes :

Pays, Province : Algérie, Skikda

Wilaya, localité : Skikda, Ecole d'agriculture

Coordonnées 36°50'N, 06°53'E, 17m

Date de récolte: 16/V/2002

Plante visitée : *Sinapis arvensis* L.

Légataire : Leg. Maâtallah

3.6. Exploitation des résultats

3.6.1. Utilisation des indices écologiques

Les méthodes d'analyse des données sont diverses. Elles dépendent des méthodes d'échantillonnage. Daget (1976) et Southwood (1978) proposent l'étude des abondances spécifiques par des fréquences relatives de l'espèce la plus abondante à l'espèce la plus rare. Cette notion de la diversité rend compte de l'inégale répartition des individus Daget (1976) et Magurra (1988) cités par Dajoz (2000).

3.6.1.1. Qualité de l'échantillonnage

Selon Blondel (1979), la qualité de l'échantillonnage est le rapport du nombre des espèces contractées une seule fois (a) au nombre total de relevés (N), elle est donnée par la formule suivante.

$$Q = a/N$$

Selon Ramade (1984), ce rapport évalue la qualité de l'échantillonnage. Plus a/N se rapproche de zéro plus la qualité est bonne.

3.6.1.2. Richesse totale

D'après Ramade (1984) la richesse totale (S) correspond au nombre de toutes les espèces observées au cours de N relevés.

$$S = S_{P1} + S_{P2} + S_{P3} + \dots + S_{Pn}$$

3.6.1.3. Richesse moyenne

La richesse moyenne est le nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope (Ramade, 1984).

$$K_1 = \sum s/N$$

$\sum s$ est la somme des richesses totales obtenues à chaque relevé
N nombre de relevés

3.6.1.4. Fréquences relatives annuelles et mensuelles

Pour Dajoz (2000), la fréquence relative (F) est le % des individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus (N).

3.6.1.5. L'indice de diversité de Shannon – Weaver (Ish)

Au sens écologique, la diversité est donnée par le modèle mathématique suivant

$$Ish = -\text{somme } p_i \log_2 p_i$$

P_i = fréquence relative de l'espèce i dans le peuplement ($n_i / \sum n_i$).

Logarithme à base 2

La valeur donnée par cette formule est en bits. Cet indice de diversité spécifique varie en fonction du nombre des espèces présentes et en fonction de l'abondance relative de diverses espèces (Barbault, 2000).

3.6.1.6. Concentration et conformité

Simpson (1949) mesure la concentration en se basant sur la probabilité que de deux individus d'un peuplement qui interagissent appartiennent à la même espèce.

$$I_s = \sum n_i (n_i - 1) / (N(N-1))$$

$$i=1$$

n_i = nombre total d'individus de l'espèce de rang

$\sum n_i = N$ nombre total d'Individus

Legendre et Legendre (1984) simplifient cette formule

$$I_s = \sum p_i^2$$

La différence entre N et $N-1$ s'estompe si l'échantillon contient un grand nombre de spécimens à partir de cette formule Green Berg (1956) cité par Southwood (1978) mesure la diversité spécifique.

$$D=1-C$$

Par ces indices de diversité, il est possible d'établir une comparaison de la structure de plusieurs peuplements et leur variation seulement dans l'espace (Daget, 1976).

L'équitabilité est le rapport de la diversité réelle à la diversité maximale. Cet indice renseigne sur la répartition des effectifs entre les différentes espèces présentes. Il est égal à 0 quand l'effectif est monospécifique, et de 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus

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

$$H \text{ max} = \log_2 N$$

3.7. La quantification et la spécialisation alimentaire

Cette quantification des apoïdes sauvages et sociales (non *Apis*) est effectuée par deux indices de diversité (J-Remacle, 1989 b). Les visites florales sont quantifiées par l'indice de Simpson (I_s) (1949) de la formule 3. Cet indice varie de 0 à 1 et indique la concentration des individus sur les plantes butinées, plus il se rapproche de l'unité plus la concentration est importante. Il révèle si les individus d'un taxon donné utilisent la même plante ou plusieurs et évalue le degré de la spécialisation alimentaire.

$$I_s = \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

$$i=1$$

n_i = nombre de visites observées sur la nième plante

N = nombre total de visites observées sur l'ensemble des q plantes

La largeur de la niche écologique est exprimée par l'indice de Shannon (H'). Si H' est d'autant plus élevé formule (2) si le nombre de plantes butinées est considérable. Il est également élevé si les abeilles d'un taxon donné sont réparties équitablement sur les différentes plantes.

n

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

p_i proportion des visites sur la nième plante = n_i/N
 \log_2 log à base 2

3.8. Tests statistiques utilisés

3.8.1. Calculs des corrélations

Pour mettre en évidence des relations entre chacune des espèces et chacun des facteurs climatiques de chaque station, nous avons calculé le coefficient de corrélation et la probabilité correspondante. La signification de la valeur de r (corrélation de Pearson) est vérifiée en comparant à chaque fois la valeur de la probabilité p avec le risque $\alpha = 0,05$. Si la valeur de $p \leq \alpha = 0,05$ alors il y'a corrélation et dans le cas contraire ($p > \alpha = 0,05$) il n'y a pas de corrélation (Dagnelie, 1999).

3.8.2. Test t de Student

Pour comparer la répartition de l'ensemble des espèces entre les deux stations B et C, nous avons utilisé le test t de Student. Il en est de même pour la comparaison de la même famille entre les deux stations. L'existence d'une différence significative est confirmée quand la probabilité $p \leq \alpha = 0,05$. Dans le cas contraire, si $p > \alpha = 0,05$, il n'existe pas de différences significatives (Dagnelie, 1999).

3.8.3. Test d'analyse de la variance à un critère modèle fixe

La comparaison des différentes familles d'insectes entre elles a été effectuée par l'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe. On compare à chaque fois la valeur de p avec $\alpha = 0,05$. Si $p \leq 0,05$ alors il existe des différences significatives, par contre si $p > 0,05$ alors il n'existe pas de différence significative (Dagnelie, 1999).

Il y'a lieu de signaler que tous les autres calculs des différents tests statistique ont été réalisés à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement statistique des données Minitab version 13.31 pour Windows (X, 2000).