

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Animale

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biologie et contrôle des populations d'insectes

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Système Bioinformatique pour une classification automatique des insectes

Hyménoptères (Hymenoptera, Apidae)

Présenté par :

NOM Prénom : DJENDLI Malak Intissar

Le 25/06/2022

NOM Prénom : LEKBIR Youssra

Jury d'évaluation :

Encadreur : CHAIB Aouatef (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 1 : BENKENANA Naima (Prof - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 2 : BAKIRI Esmâ (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Année universitaire
2021 - 2022**

REMERCIEMENT

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.

*Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre gratitude à la directrice de ce mémoire, **Dr. CHAIB Aouatef**, pour sa patience, sa disponibilité, et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.*

Un grand merci à Mme BAKIRI A, pour les conseils concernant la classification des hémynoptères, qui nous a facilité Notre travail.

Nous désirons aussi remercier les professeurs du département de Biologie et Ecologie des Arthropods, Mer HAMRA KAROA S, Mme BETINA I . S, BRAHIM BOUNAB . H, BENKENANA . N, AUGAIB . S et BENJABELLAH .M ...qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de notre études universitaires.

Nous tenons à remercier spécialement les enseignants de notre spécialité, qui nous ont aide a découvrir Les subtilités et les perspectives de cette spécialité.

DÉDICACE

Tout d'abord, je voudrais remercier Dieu Tout-Puissant pour tout, pour m'avoir donné de la force et pour mon succès dans l'accomplissement de Ce modeste travail.

Je dédie ce travail à celle qui illumine ma vie-ma Mère –qui a subit beaucoup de peine

Pour assister ce jour la

- ZIAD Badiat El Djamel -

À qui a remplacé mon vrai père, avec sa tendresse , son amour , mon grand père

- ZIAD Mahmoud-

- ma grand- mère - mon soutien Morale ,

- ODJHEEH Fatima -

Que Dieu vous guérisse et vous procure santé et bien-être et Toute votre vie .

À ma seul soeur ikram qui ma donne beaucoup de courage durant ce travail .

À mes frères : Aymen et Abd El Malek .

À Ma Tante et Mes Oncles : Nafissa , Rafaa , Abbas , Khaled , Hamza , Soulymane

A Mes Tantes : Manel , Affaf , Camellia , Amel .

A Toute la grande famille Maternelle.

Un grand dédicace a Ma binôme Malak Pour les efforts déployés dans ce travail je t'aime et

je souhite que notre amitié Restera a vie Nchallh.

à Mes meilleures amies : Malak , A. Hadjer , Ahlam , S. Hadjer , Dounia , Safa , Ibtissam ;

Ibtihadj , Mira , Seuzi, Asma , Manel.

A toute une personne qui occupe une place dans mon cœur.

je dédie ce travail

DÉDICACE

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU De m'avoir donné la force et
le courage de mener à bien ce modeste travail . Je dédie ce travail

A ma petite famille

A l'homme qui ;est changé la nuit en jour pour m assurer les bonnes conditions ,mon
précieux offre du dieu qui doit ma vie , ma réussite et tout mon respect mon cher père

-DJENDLI miloud-

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation et de ses dévouements

ma chère mère

-MENEIFI Houda-

A mes chères sœurs billa, hana, dina, maya et mes chers frères

Houcin, lyes,zaki,adem que dieu les protège et leur offre la chance et le bonheur .

A mes grandes mères ma Zohra , haniffa , et mon grand père TAYEB que dieu leur donne une
longue vie

Dédicace spéciale pour toi bouchra et a toutes mes cousines Et cousins

A Toute la grande famille.

A mes meilleures amies : hadjer , youssra , Merwa , mira , suzi, ibtisseem , ibtihedj , racha
, zeyneb , malak

Sans oublier ma binôme yousra pour sa patience et compréhension tout au long du travail

A Tous mes amis d'enfance et du long parcours scolaire et universitaire.

A toute personne qui occupe une place dans mon cœur

je dédie ce travail

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE 1 : LA BIOINFORMATIQUE EN ENTOMOLOGIE	4
1 Introduction	3
2 Généralités sur la bioinformatique	4
2.1 Que est ce que la bioinformatique?.....	4
2.2 Historique de terme de la bioinformatique	5
2.3 Les différentes facettes de la bioinformatique	6
2.3.1 Compilation et Organisation des données	6
2.3.2 Traitements systématiques des séquences (l'annotation des séquences).....	6
2.3.3 Bioinformatiques et logiciels.....	7
2.4 Domain de la bio informatique	7
2.4.1 Les bases de donnée.....	8
2.5 L'application de la bio informatique dans l'entomologie.....	8
2.5.1 FPM (fly picture Measurement) : (BORNE et al ,1999)	8
2.5.2 Xper3	9
2.5.3 Forenseek	11
2.5.4 EgBugs.....	12
CHAPITRE 2 : CLASSIFICATION DES HYMÉNOPTÈRES.....	20
1 Introduction	21
2 Importance des abeilles dans la Nature	22
2.1 Les abeilles font partie des écosystèmes.....	22
2.2 Principaux Caractères Définissant les Hyménoptères (Pecault ,2002)	23
2.3 Classification.....	25
2.4 Apocrites	26
2.4.1 Description morphologique	26
2.5 Historique des apoïdes	27
2.6 Structure anatomique des apoïdes.....	27
2.7 Origine et classification des apoïdes	29
2.7.1 Classification des apoïdes.....	29

2.8	Répartition Biogéographique des Apoidea dans le Monde.....	30
2.9	Répartition Biogéographique des Apoïdes en Algérie.....	30
2.9.1	La famille APIDAE	31
2.9.1.1	Morphologie et Anatomie des Apidae	31
2.9.1.2	Sous famille Nomadinae	Erreur ! Signet non défini.
2.9.1.3	Sous famille Apinae	33
2.9.1.1	Sous famille Xylocopinae	51
CHAPITRE 3 : CLASSIFICATION AUTOMATIQUE DES HYMÉNOPTÈRES		63
Introduction		64
2	Présentation générale du système.....	64
3	Architecture détaillée du système proposé.....	65
4	Fonctionnement du système de classification	68
5	Implémentation du système.....	70
5.1	Les outils d'implémentation	70
5.2	Développement de l'application	71
LA BIBLIOGRAPHIE.....		78
Web Bibliographie.....		83
Résumé		84
Mots clés.....		84
Key words.....		85

LISTE DES FIGURES

Figure 1: champ de recherche multidisciplinaire dans le but de résoudre un problème scientifique posé par la biologie.	5
Figure 2: les acteurs de la bioinformatique.	5
Figure 3: localisation des points à saisir sur l'aile de glossine et paramètres calculs.	9
Figure 4: capture d'écran de l'interface de création d'une base de connaissance sur exper 3.....	10
Figure 5 : capture d'écran de la clé de l'identification d'insectes réaliser avec exper 3.	11
Figure 6: Écran principal avec des informations sur l'écologie et la distribution de <i>Sitophilus granarius</i> (L.)	12
Figure 7: Un profil dorsal montre les parties du corps d'Abeilles.	24
Figure 8 : Illustration des parties de patte d'Abeille.	24
Figure 9 : Un profil montre les parties faciales d'Abeille.	24
Figure 10 : Vue latérale des parties du corps d'Abeilles.	25
Figure 11: Figure représente la morphologie générale d'un hyménoptère Apoidea	28
Figure 12: Arbre généalogique simplifié des diverses familles d'apoïdes (d'après Taséi, in Pesson et Louveaux,1984).....	29
Figure 13: Principaux caractères morphologiques des apoïdes (Jacob-Remacle, 1990).....	29
Figure 14 : Présentation générale du système proposé.....	65
Figure 15 : Architecture interne détaillée du système de classification des Hyménoptères.....	66
Figure 16 : Les tables de la base de données des Hyménoptères.	68
Figure 17 : Schéma de fonctionnement du système de classification des Hyménoptères.....	69
Figure 18 : Page d'accueil de NetBeans.....	70
Figure 19 : l'interface de php Myadmin.	71
Figure 20 : Interface d'accueille.	72
Figure 21 : Volet Apinae.	73
Figure 22 : Volet Xylocopinae.	73
Figure 23 : Volet Nomadini.....	74

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : les caractères morphologiques des nomadinae	34
Tableau 2 : Les Caractères Morphologiques des Apinea.....	45
Tableau 3 : Les Caractères Morphologiques Des Xylocopinae.....	56

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La classification en général est une répartition systématique en groupes, en familles, en catégories, en classes des êtres vivant, des choses ou des notions ayant des caractères en communs pour faciliter leurs études.

La Classification scientifique des espèces ou systématique issue de la classification du vivant établie par Carl Von Linné est basée sur les caractéristiques morphologiques (par comparaison), elle divise le monde vivant en deux types de catégories, les taxons et les rangs de taxon. Les taxons sont les noms des groupes d'espèces formés par la classification (primates, vertébrés, crustacés, etc.) et les rangs de taxon sont le niveau hiérarchique que chaque taxon occupe dans la classification (genre, famille, ordre, classe, règne, etc.).

Chaque taxon appartient à un rang et chaque rang fait partie d'un rang qui lui est supérieur. Il en résulte un emboîtement des taxons les uns à l'intérieur des autres mais aussi une hiérarchie des rangs.

Pour un entomologiste, classifier un insecte consiste à le placer dans différentes catégories taxinomiques correspondant à différents niveaux de précision. Généralement, les catégories les plus utilisées sont le phylum, la classe, l'ordre, la famille, le genre et l'espèce. Ces catégories sont hiérarchiques, c'est-à-dire qu'elles sont divisées en groupes de plus en plus restreints. Ainsi, le phylum renferme plusieurs classes, les classes comprennent habituellement plusieurs ordres, les ordres plusieurs familles, les familles plusieurs genres et les genres généralement plusieurs espèces.

Grace à l'utilisation des moyens et des techniques de l'informatique la classification est devenue Une **classification automatique** ou **classification supervisée**. Elle consiste à *attribuer* une classe ou catégorie à chaque objet (ou individu) à classer, en se fondant sur des données statistiques. Elle fait couramment appel à l'apprentissage automatique est largement utilisé en reconnaissance de formes. Ce mariage entre la biologie et l'informatique s'appel la **Bioinformatique**.

La **Bioinformatique** est devenue une des principales méthodes d'analyse dans le quotidien des chercheurs biologiques. C'est une approche dite *in silico* qui complètent les études *in vivo* et *in vitro*. L'enjeu de la Bioinformatique est double avec d'une part le développement de méthodes d'acquisition, de contrôle et d'analyse des données transcriptomiques, et d'autre part le passage du niveau de l'analyse des données à celui de la connaissance. L'enseignement de la bioinformatique est indispensable pour les chercheurs biologiques, et ils trouvent leur importance à plusieurs niveaux. En effet, la quantité considérable de données obtenues et leur natures particulières sont une révolution qui pose le problème de la qualité, de l'analyse et du stockage de ces données. Cet enseignement doit préparer les jeunes scientifiques aux formalisme mathématique, l'analyse statistique et l'informatique des données biologiques.

Bioinformatique biologique, est un ouvrage scientifique qui s'appuie sur une connaissance approfondie de la morphogenèse et du développement des organismes vivants

dans un objectif de recherche scientifique pour accroître les connaissances humaines. Il offre à la fois une vue d'ensemble des techniques utilisées et une approche détaillée qui autorise la reproductibilité des protocoles.

La bioinformatique en entomologie c'est la science qui étudie les insectes et pour mieux développer et orienter les efforts de recherche dans ce domaine.

Dans ce cadre, nous proposons dans ce projet un système de classification automatique des Hyménoptères. Les Hyménoptères comptent parmi les ordres les plus importants des insectes. constituant l'un des groupes les plus importants d'insectes, est représenté par quelque 120 000 espèces, dont certaines comme les guêpes, les abeilles ou les fourmis sont connues de tous . Ils viennent juste derrière les Coléoptères pour le nombre d'espèces décrites.

Notre projet est un système bioinformatique dédié aux entomologistes, le principal objectif de notre projet est de construire un système de classification automatique des Hyménoptères selon leurs caractéristiques morphologiques. Le système proposé permet d'ajouter des nouvelles espèces, modifier les caractéristiques et de connaître un nouvel espèce trouvé selon ses caractéristique morphologiques tels que la taille, les antennes, les ailles, la pièce buccale...

Ce manuscrit est divisé en 3 chapitres, le chapitre 1 définit c'est quoi la bioinformatique, pourquoi et comment l'utiliser et il montre son impact sur la biologie. Dans le chapitre 1 aussi on a montré l'utilisation de la bioinformatique dans le domaine de l'entomologie et son impact positif dans ce domaine de la biologie et on a aussi parlé et discuter quelques projets bioinformatique en entomologie.

Dans le 2ème chapitres, on a donné une classification des Hyménoptères. Tout d'abord on montré l'importance des Hyménoptères dans notre vie et notre environnement, en suite on a donné les caractéristiques morphologiques des Hyménoptères. Notre classification c'est porté sur la famille Apidae, on a donné une classification détaillée de la famille Apidae avec ses trois sous familles : Apinae, Xylocopinae et Nomadini.

Le dernier chapitre décrit en détaille le système informatique proposé pour automatisé la classification montré dans le chapitre 2.

CHAPITRE 1 : LA BIOINFORMATIQUE EN ENTOMOLOGIE

Chapitre 1 - La Bioinformatique en Entomologie -

1 Introduction

La bioinformatique est l'étude de l'information biologique. donc une branche théorique de la Biologie, Son but comme tout volet théorique d'une discipline est d'effectuer la synthèse des données disponibles. La bioinformatique est en train de connaître une révolution très importante.

Plusieurs applications de la bioinformatique accélèrent la recherche entomologique, peuvent exploiter de grandes bases de données offrent notamment de nouvelles possibilités facilitant la détermination des spécimens.

Dans ce chapitre nous présenterons la bioinformatique en cinq sections principale, dans ces sections nous nous focaliserons sur quelque notion liée à cette discipline, nous commençons par la définition, l'historique et leurs différents facettes, ensuite nous présentons le domaine de la bioinformatique, finalement nous terminons ce chapitre par l'application de la bioinformatique dans l'entomologie, nous montrons quelques outils logiciels et leurs intérêt en entomologie.

2 Généralités sur la bioinformatique

2.1 Que est ce que la bioinformatique?

La bioinformatique, discipline en évolution permanente, est l'application d'outils et de techniques informatiques et mathématiques à la gestion et à l'analyse des données biologiques.

Le terme bioinformatique est relativement récent et, tel qu'il est défini ici, il empasse sur d'autres termes comme biologie computationnelle, biologie in silico ou d'autres expressions de ce genre. Les ordinateurs étaient utilisés pour la recherche en biologie bien avant que le terme bioinformatique apparaisse (Tisdall,2002).

La bioinformatique représente un nouveau domaine scientifique en plein essor qui utilise le calcul approches pour répondre aux questions biologiques. Répondre à ces questions nécessite quels enquêteurs tirent parti d'ensembles de données volumineux et complexes (tant publics que privés) d'une manière rigoureuse pour arriver à des conclusions biologiques valables (Andreas & Baxevanis,2004).

Lors de sa création, la bioinformatique correspondait à l'utilisation de l'informatique pour stocker et analyser les données de la biologie moléculaire. Cette définition originale a maintenant été étendue et le terme bioinformatique est souvent associé à l'utilisation de l'informatique pour résoudre les problèmes scientifiques posés par la biologie dans son ensemble. Il s'agit dans tous les cas d'un champ de recherche multidisciplinaire qui associe informaticiens, mathématiciens, physiciens et biologistes (Beroud,2011).

Chapitre 1 - La Bioinformatique en Entomologie -

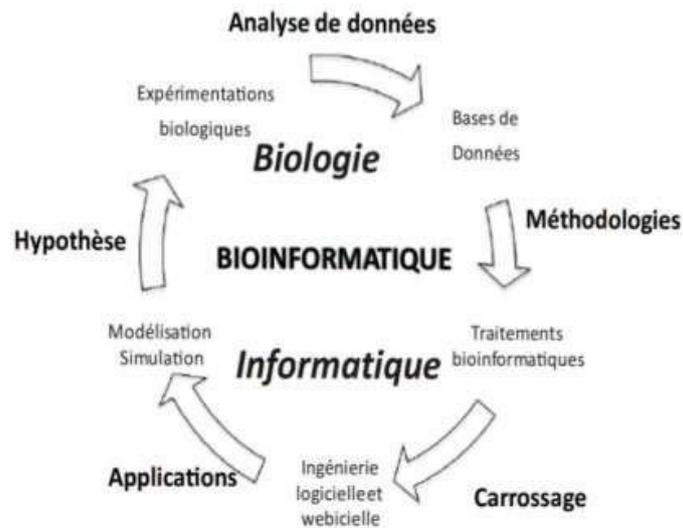


Figure 1: Champ de recherche multidisciplinaire dans le but de résoudre un problème scientifique posé par la biologie.

2.2 Historique de terme de la bioinformatique

Le terme de bioinformatique date du début des années 80. Cependant, le concept sous-jacent de traitement de l'information biologique est bien plus vieux. Durant les années 60, la biologie moléculaire a eu besoin de modélisation formelle, ce qui a mené à la création des biomathématiques. L'apparition de la bioinformatique n'est donc pas une conséquence de la génomique (séquençage d'un génome et son interprétation), mais plutôt une de ses fondations (Imbs & Hassan, 2009).

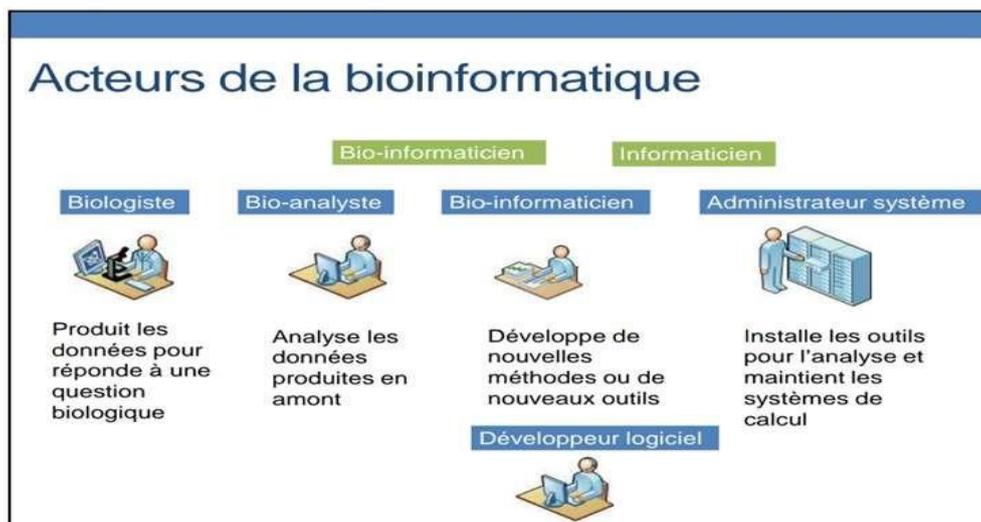


Figure 2: Les acteurs de la bioinformatique.

Chapitre 1 - La Bioinformatique en Entomologie -

2.3 Les différentes facettes de la bioinformatique

Pour l'analyse des données exprimant ce que représentent les séquences biologiques, cet apport informatique concerne principalement trois aspects.

2.3.1 Compilation et Organisation des données

Cet aspect concerne essentiellement la création de bases de données. Certaines ont pour vocation de réunir le plus d'informations possible (bases de données généralistes) sans expertise particulière de l'information déposée alors que d'autres sont spécialisées dans un domaine considéré avec l'intervention d'experts (bases de données spécialisées).

Les banques de données spécialisées sont généralement construites autour de thèmes précis comme l'ensemble des séquences d'une même espèce ou les facteurs de transcription. Incontestablement, toutes ces banques de données constituent une source de connaissance d'une grande richesse que l'on peut exploiter dans le développement de méthodes d'analyse ou prédiction.

2.3.2 Traitements systématiques des séquences (l'annotation des séquences)

L'objectif principal est de repérer ou de caractériser une fonctionnalité ou un élément biologique intéressant. Ces programmes représentent les traitements couramment utilisés dans l'analyse des séquences

Il est maintenant facile et courant d'effectuer certaines opérations plus ou moins complexes à l'aide de logiciels plutôt que manuellement.

Pourtant, ces pratiques ne sont pas toujours systématiques car il est souvent difficile pour certains utilisateurs de savoir quel programme utiliser en fonction d'une situation biologique déterminée ou d'exploiter les résultats fournis par une méthode.

Chapitre 1 - La Bioinformatique en Entomologie -

2.3.3 Bioinformatiques et logiciels

Il est maintenant facile et courant d'effectuer certaines opérations plus ou moins complexes à l'aide de logiciels plutôt que manuellement. Pourtant, ces pratiques ne sont pas toujours systématiques car il est souvent difficile pour certains utilisateurs de savoir quel programme utiliser en fonction d'une situation biologique déterminée ou d'exploiter les résultats fournis par une méthode. (Korba , 2020).

2.4 Domain de la bio informatique

➤ **Gestion des données**

"Structures moléculaires Visualisation, analyse, classification, prédiction".

➤ **Analyse de séquences**

"Alignements, recherches de similarités, détection de motifs".

➤ **Génomique**

" Annotation des génomes, génomique comparative".

➤ **Phylogénie**

" Relations évolutives entre gènes, entre génomes, entre organismes " Inférence de scénarios évolutifs".

➤ **Génomique fonctionnelle**

" Transcriptome, protéome, interactome".

➤ **Analyse des réseaux biomoléculaires**

" Réseaux métaboliques, d'interactions protéiques, de régulation génétique"...

➤ **Biologie des systèmes**

" Modélisation et simulation des propriétés dynamiques des systèmes biologique (Jacquesvan,2015)".

Chapitre 1 - La Bioinformatique en Entomologie -

2.4.1 Les bases de donnée

Une base de données est un ensemble structuré et organisé permettant le stockage de grandes quantités d'informations afin d'en faciliter leur utilisation.

Elles sont toutes organisées en fonction d'un modèle de données (data model) qui peut être de différents types : modèle hiérarchique (hierarchical model), modèle en réseau (network model), modèle relationnel (rational model), modèle orienté objet (object-oriented model), modèle semi structuré (semistructured model), modèle associatif (associative model), modèle EAV (Entity-Attribute-Value data model) ou encore modèle contextuel (context model) (Beroud ,2011).

2.5 L'application de la bio informatique dans l'entomologie

Historiquement, L'application de la bioinformatique en entomologie est bien évoluer , qui permet a l'entomologiste d exprimer et développer des outils logiciels permettant de comprendre des donnés biologique , tels que :

2.5.1 FPM (fly picture Measurement) : (BORNE et al ,1999)

un outil logiciel de mesure de la taille de segments remarquables et du niveau de gris moyen de l'aile a été conçu et appliqué à l'aile de glossine (Diptera : Glossinida) ça veut dire permet de réaliser rapidement un ensemble de mesures de manière semi-automatique (La taille des insectes est un paramètre intéressant en entomologie médicale) Sur l'image, l'utilisateur sélectionne avec sa souris huit points remarquables, situés à des intersections de nervures.

Principales étapes à suivre par l'utilisateur sont successivement :

- A. le chargement de l'image.
- B. calibrage éventuel grâce à un étalon.
- C. la sélection des huit points de base.

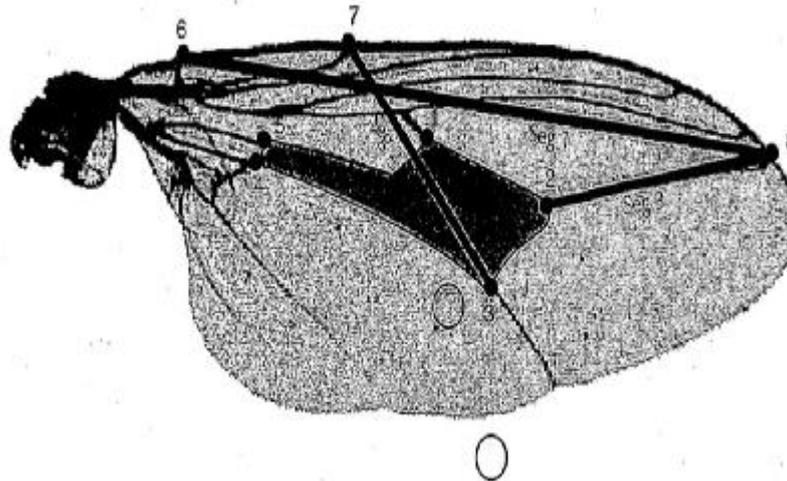


Figure 3: Localisation des points à saisir sur l'aile de glossine et paramètres calculs.

➤ Intérêt en entomologie

Tout d'abord, ce logiciel donne accès à un ensemble de paramètres non mesurables visuellement ou avec une précision très incertaine. Ensuite, les résultats sont reproductibles et utilisables pour des analyses statistiques fiables. Enfin, le gain de temps est important puisque, avec un peu d'habitude, deux à trois images peuvent être traitées en une minute. En revanche, la préparation des échantillons (montage entre lame et lamelle) est relativement laborieuse, surtout sur le terrain.

2.5.2 Xper3

Ce modèle de représentation des Est un système permettant de stocker et d'éditer des données Descriptives en ligne. Il est dédié à la gestion de descriptions taxonomiques structurées et à leur analyse.

Il contient plusieurs outils d'analyse de cohérence des données descriptives. Il est muni d'un module de génération de clés d'identification interactives à accès libre à partir des bases de données stockées dans le système, Xper3 offre également la possibilité de partager les données avec des utilisateurs tiers, rendant ainsi possible la gestion collaborative de données descriptives.

Chapitre 1 - La Bioinformatique en Entomologie -

- **Intérêt en entomologie**

Les clés des insectes sous Xper3 peuvent répondre aux besoins de différents types de publics

- professionnels de terrain, chercheurs entomologistes, volontaires des sciences participatives, grand public, public scolaire (élèves et enseignants).
- Grâce au fait que ce logiciel rend très simple la modification des bases de connaissances et des clés d'identification.
- Grâce à leur caractère numérique, le contenu de ce type de clés d'identification peut être modifié à n'importe quel moment – ajout, retrait ou modification des taxons, caractères et états de caractères inclus dans la base de données – et ainsi suivre l'évolution des connaissances, ou être adaptées pour différents types de publics (van Spronsen et al. 2010).

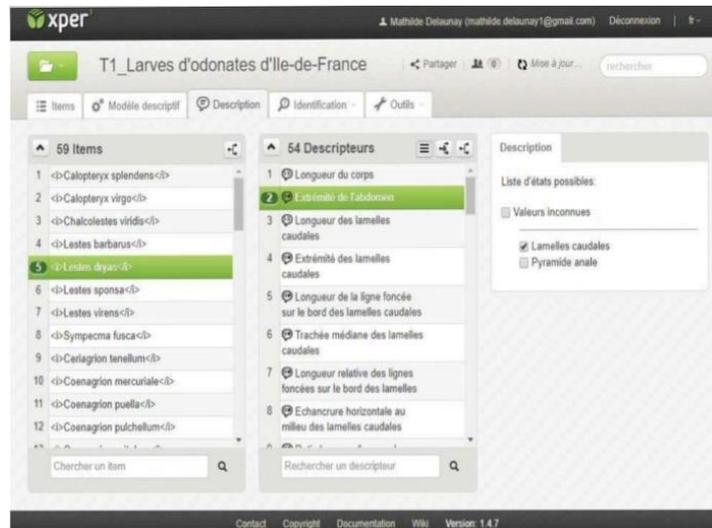


Figure 4: Capture d'écran de l'interface de création d'une base de connaissance sur Xper 3.

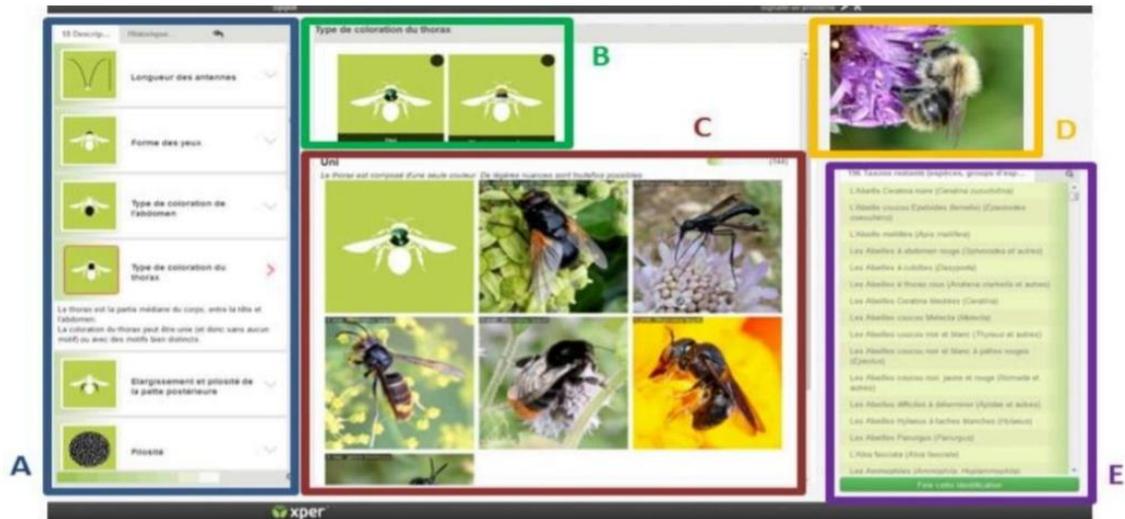


Figure 5 : Capture d'écran de la clé de l'identification d'insectes réaliser avec xper 3.

2.5.3 Forenseek

Est un outil informatique d'aide à la décision, dédié à la réalisation de simulations et d'expertises en entomologie médico-légale. Le cœur de ce programme est un modèle de comportement et de développement des larves de diptères nécrophages basé sur un système multi-agents (SMA).

Ce procédé permet de modéliser des comportements de groupes complexes à partir de données individuelles simples, et est donc particulièrement bien adapté à l'étude des populations d'insectes. De plus, les résultats de ce modèle sont destinés à être traités automatiquement pour en extraire des informations sur la pertinence de chaque simulation, et ainsi estimer de manière automatisée et avec précision l'intervalle post-mortem (IPM).

- **Intérêt en entomologie**

L'utilisation d'un système multi-agents pour simuler le développement des larves de diptères nécrophages sur un corps fait émerger des comportements à la fois complexes et fidèles à la réalité. Les données issues de ces simulations peuvent être traitées à la fois de manière qualitative, pour l'étude et la description de certains comportements, et quantitative. Pourront à terme être analysés de manière entièrement automatisée grâce à un système expert afin de disposer d'un véritable outil d'aide à la décision permettant de réaliser des expertises entomologiques plus précises et plus fiables.

Chapitre 1 - La Bioinformatique en Entomologie -

2.5.4 EgBugs

Avec la facilité croissante d'utilisation des systèmes de bases de données et des langages de programmation, il devient inévitable que les applications écologiques complexes soient informatisées.

La recherche de l'écologie et de la distribution information pour Coléoptère est une telle tâche qui peut absorber d'énormes quantités de temps dans la littérature recherches.

Les auteurs visent, dans la construction de la base de données EgBugs était de fournir entomologistes et paléo entomologistes travaillant dans la région égyptienne avec un outil facile à utiliser et efficace pour assimiler de telles données.

En extrayant l'information de centaines de sources entomologiques un programme, l'ajout de diverses fonctions de recherche et de rapport, il est à espérer que EgBugs réduira considérablement le temps que ses utilisateurs doivent consacrer à l'exploration de données analogiques.

Ce document décrit l'EgBugs Base de données pour l'entomologie égyptienne, et sera, espérons-le, inciter et enthousiasmer à la fois présent et serait entomologistes et écologistes.

BUGS - Species EXIT

Family: CURCULIONIDAE
Genus: Sitophilus
Species: granarius (L.)
CODE: 93.131001

Goto
New Delete

Bibliography
Fossil Data Site Data

Biology
incl. subsp granarius L. and africanus Zacher (described from Egypt {Allieri 1976}.
{Atia & Kamel 1965} in mills and graneries on ferineaceous foodstuffs, flour, etc.
{Allieri 1976} a pest on stored grains. iii, vii-ix & xii.
European data:
{Donisthorpe 1939} from wood mould in hollow ash tree (Windsor), possibly introduced with pheasant food; the only outdoor record in Britain.
{Solomon & Adamson 1955} - able to overwinter in unheated buildings but some strains can be cold susceptible.
{Hoffmann 1954} - insect lives and develops in grains of corn, rye, barley, maize, oats.

3936 Species selected Specimens:

Distribution
{Allieri 1976} Egypt: Di: El Qantera on dismbilia. Mma.: Maryut Ramleh (Alexandria), Nd: Cairo region.
{Atia & Kamel 1965} Egypt: throughout.
{Lindroth 1957} Cosmopolitan. British Isles. Europe. Asia. N America: introduced. USA, Canada.
{Koch 1992} C Europe: throughout.
{Dillon & Dillon 1972} E N America: introduced.
{Smith 1994b} Canada: British Columbia, introduced.
{Thomson 1922} New Zealand: introduced.

Ecology & Habitat
Range: EuSs
Ecology:
Type:
Seasonal:

Food
Range: OI
Type: Ca
Condition:

Egyptian Fossil Record
From: Neolithic
Other:
Egyptian RDB Status:

Figure 6: Écran principal avec des informations sur l'écologie et la distribution de *Sitophilus granarius* (L.).

Chapitre 1 - La Bioinformatique en Entomologie -

- **Intérêt en entomologie**

EGBUGS, l'incarnation égyptienne du paquet écologique BUGS Coleoptera est un simple mais hautement utile précieux à la recherche et l'éducation dans les domaines de l'entomologie et de la paléontologie.

La recherche rapide de données sur l'habitat et la répartition des espèces, compilées à partir de diverses sources, permet de gagner des heures de la recherche dans les bibliothèques et sur Internet. À cela s'ajoute la capacité d'interroger les données sur l'habitat et de produire les sous-ensembles écologiques de l'ensemble de données EGBUGS et résumer rapidement l'écologie des espèces trouvées à un site particulier, qui sont encore des tâches qui prendraient des heures à effectuer manuellement.

Il est à espérer que le système bénéficiera grandement à ceux qui travaillent dans les domaines susmentionnés, et même inspirer d'autres pour s'engager dans des activités similaires.

CHAPITRE 2 : CLASSIFICATION DES HYMÉNOPTÈRES

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

1 Introduction

Les Hyménoptères comptent parmi les ordres les plus importants des insectes. constituant l'un des groupes les plus importants d'insectes, est représenté par quelque 120 000 espèces, dont certaines comme les guêpes, les abeilles ou les fourmis sont connues de tous. Ils viennent juste derrière les Coléoptères pour le nombre d'espèces décrites. Cependant, des sondages réalisés dans les zones tropicales humides montrent que de très nombreuses espèces nous sont encore inconnues, particulièrement chez les Hyménoptères parasites (Delvare & Aberlenc, 1989).

Ces insectes sont surtout connus par leur rôle économique (production de miel), ou bienfaisant (les lécheurs de nectar contribuent à la pollinisation croisée des plantes), ou néfaste (fourmis). Mais ces espèces communes et sociales ne représentent guère que le dixième des Hyménoptères et la grande majorité des autres espèces n'en est pas moins essentielle dans l'équilibre naturel. En effet les espèces phytophages, peu nuisibles d'ailleurs, ne constituent qu'une minorité et la plupart des Hyménoptères sont prédateurs ou parasites d'autres insectes.

Ce deuxième chapitre est dédié à l'ordre des hyménoptère, nous commençons par leur importance et classification systématique, d'abord nous avons présenter des généralités sur les apoïdes suivit par une description de morphologie et de la systématique et en fin leur classification, puis on a détaillé la famille des apidés et sous famille on a classifiée selon leur caractère morphologie en montrant la distribution géographique.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

2 Importance des abeilles dans la nature

2.1 Les abeilles font partie des écosystèmes

Les pollinisateurs influencent fortement les relations écologiques, la conservation des écosystèmes et la stabilité, la variation génétique dans la communauté des plantes, la diversité florale, la spécialisation et l'évolution. Les abeilles jouent un rôle important mais ce rôle est peu reconnu dans la majorité des écosystèmes terrestres recouverts d'une végétation durant au moins 3 à 4 mois de l'année. Dans les forêts tropicales, les terres boisées de savane, la mangrove, et les forêts tempérées décidues de nombreuses espèces de plantes et d'animaux ne pourraient pas survivre si les abeilles n'existaient pas. La production de graines, noix, baies et fruits dépend en effet fortement de la pollinisation des insectes et parmi les insectes pollinisateurs, les abeilles figurent parmi les principaux pollinisateurs.

Dans les zones cultivées, les abeilles sont nécessaires pour la pollinisation de nombreuses cultures et pour le maintien de la biodiversité dans les 'îlots' non cultivés. Le principal rôle des abeilles dans les différents écosystèmes est leur activité de pollinisation. D'autres espèces animales sont liées aux abeilles: de celles qui mangent le couvain ou le miel, le pollen ou la cire, aux parasites des abeilles ou simplement parce que ces espèces vivent dans le nid des abeille (Bradbear,2010).

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

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

2.2 Principaux caractères définissant les Hyménoptères

Adulte : typiquement deux paires d'ailes membraneuses (du grec hymen : membrane) transparentes, de tailles inégales (les postérieures plus petites) réunies par une série de crochets (hamuli) ; nervation très variable selon les groupes avec des nervures longitudinales recoupées par des transversales formant de grandes cellules, réduction ou même absence de toute nervation dans certains groupes (Parasitoïdes). Souvent, un pterostigma (tache pigmentée) au bord antérieur des ailes antérieures ; des formes aptères dans certaines superfamilles, ou des espèces dont un seul sexe (en général mâle) est ailé. Tête, thorax et abdomen distincts.

Tête : bien développée, reliée au thorax par un cou étroit, yeux en général de grande taille, souvent trois ocelles ; antennes longues, formées habituellement de plus de dix articles ; pièces buccales de type broyeur-lécheur : une paire de mandibules, deux mâchoires (les maxilles) et une langue (labium), maxille et labium pouvant chez les Hyménoptères les plus évolués (Apoïdes) s'allonger en une sorte de trompe lécheuse et suceuse.

Abdomen : nombre de segments visibles variable selon les groupes ; derniers sternites souvent réduits et membraneux, portant les génitalia mâles ou les différentes pièces de l'ovipositeur, de la tarière ou de l'aiguillon ; tergite correspondants plus ou moins réduits ;
Larves : tête et mandibules bien sclérotinisées. Ressemblent à des chenilles (**Symphytes**) ou sont : apodes (**Apocrites**).

- **Nymphe** : le plus souvent entourée d'un cocon de soie sécrétée par les glandes mandibulaires .
- **Larve** : au stade pré nymphal, comme chez les Lépidoptères. La détermination du sexe est particulière .

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

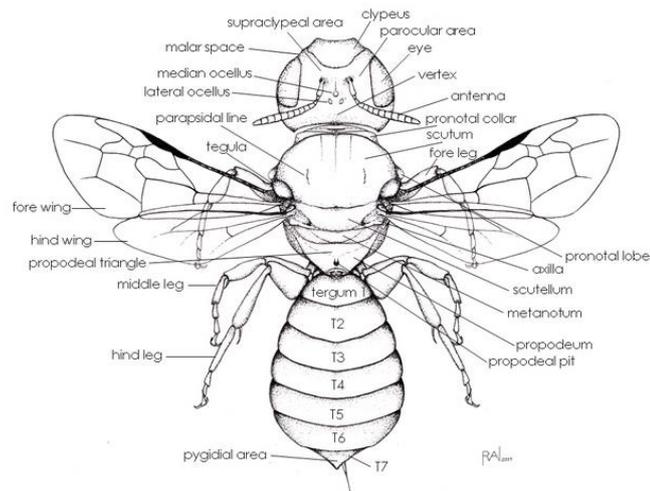


Figure 7: Un profil dorsal montre les parties du corps d'Abeilles.

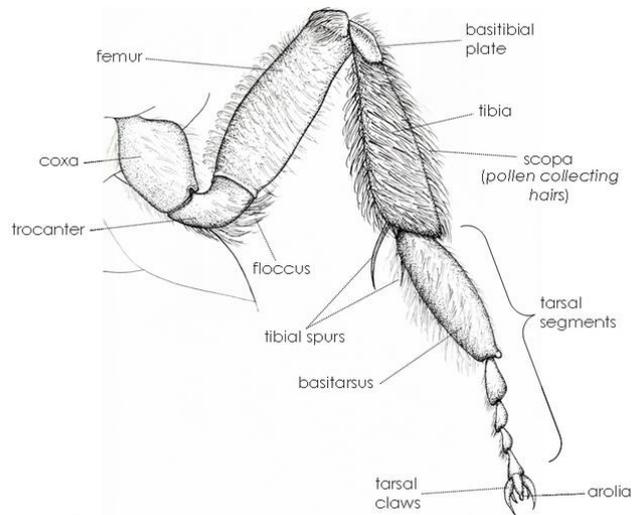


Figure 8 : Illustration des parties de patte d'Abeille.

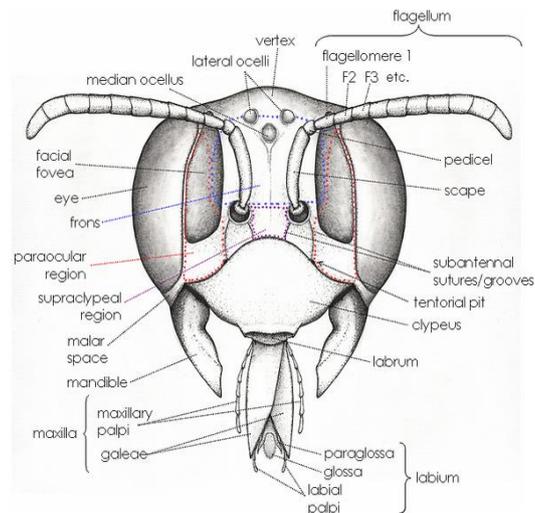


Figure 9 : Un profil montre les parties faciales d'Abeille.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

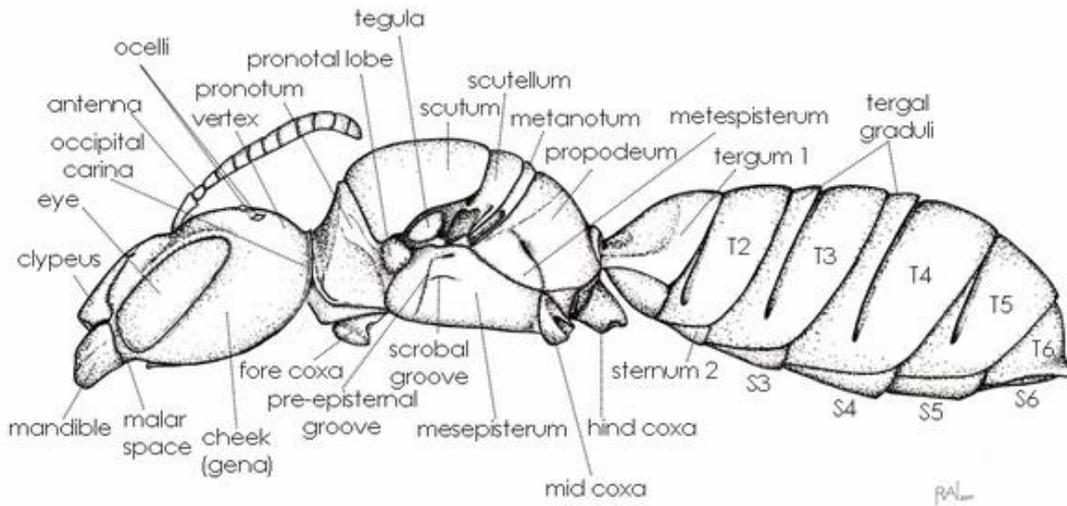


Figure 10 : Vue latérale des parties du corps d'Abeilles.

2.3 Classification

Les hyménoptères sont divisés en deux grands groupes assez bien distincts : les **SYMPHITES** et les **APOCRITES**.

Ces derniers sont caractérisés par un étranglement marqué entre l'abdomen et le thorax. Cet étranglement n'existe pas chez les Symphytes.

On trouve chez les Apocrites 2 infra-ordres qui sont les Térébrants et les Aculéates (Brothers, 1999).

Ces derniers sont des insectes dont les femelles possèdent à leur extrémité postérieure un oviscapte, encore appelé ovipositeur, structure qui comme son nom l'indique permet de déposer les œufs.

Cet oviscapte peut, au besoin, se transformer en un appareil venimeux : le dard.

On retrouve là 2 caractéristiques majeures des abeilles : la capacité de pondre au sein d'une alvéole et celle de se défendre par le biais de piqûres venimeuses.

l'infra-ordre des Aculéates que l'on trouve la super-famille des Apoidea (ROTH,1980).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

2.4 Apocrites

2.4.1 Description morphologique

Premier segment abdominal rattaché au thorax ; un étranglement distinct entre le deuxième tagme apparent et le reste de ; abdomen si le gaster semble sessile et le pétiole absent, alors nervation alaire très simplifiée et corps de très petite taille (1-2 mm) ; aile postérieure présentant au mieux 2 cellules basales (les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale clés pour la reconnaissance des familles) .

et les Apidae supérieurs tels que les Bourdons, les Melipones et les Abeilles) qui ont une langue allongée ou triangulaire plus longue que le menton. Elles nidifient dans le bois mort, maçonnerie à l'aide de ciment, de cire ou de résine et, lorsqu'elles creusent en terre, tapissent les parois de leurs terriers avec des particules. Les Apoïdes constituent une vaste super-famille comprenant plus de 2 000 espèces. On les reconnaît à leur face généralement plate, leur langue allongée (quoique certains mâles d'autres familles d'Aculéates en aient de plus longues) et surtout à l'aspect de leurs pattes dont tous les métatarses sont comprimés.

Ils récoltent du pollen et du nectar dont se nourrissent les larves. Beaucoup construisent des terriers, certains des loges de boue durcie ; les abeilles supérieures édifient, dans des abris occasionnels ou offerts par l'homme, les rayonnages de cire que l'on sait.

Ce sont des dactyls pollinisateurs. On distingue :

- **les abeilles inférieures** : (Colletidae, Andrenidae, Halictidae) .

qui ont une langue triangulaire, en général plus courte que le menton et qui nidifient en terre .

- **les abeilles supérieures** : (Melittidae, Megachilidae, Apidae primitifs tels que les Anthophores et les Xylocopes végétales, du ciment ou de la résine (ROTH, 1980).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

2.5 Historique des apoïdes

Parmi les 2 000 000 espèces d'insectes recensées dans le monde (Borchert, 1970), plus de 100 000 espèces appartiennent au seul ordre des hyménoptères (Payette, 1996) ; Cet ordre est l'un des plus importants après celui des coléoptères par le nombre d'espèces qu'il renferme et la masse d'individus qui le composent. Les Apoidea appelés communément abeilles et nommés également mellifères Latreille (1802) sont considérés comme une super famille des hyménoptères. Elle renferme un nombre élevé d'espèces décrites: 12 000 pour Friese (1923 in Plateaux-Quénu, 1972), 15 000 d'après Stevens (1948 in Plateaux-Quénu, 1972), plus de 20 000 pour Michener (1964) ; assurément, toutes n'ont pas été décrites. Si l'abeille à miel *Apis mellifera* Linné 1758 (Apidae) est l'espèce sociale domestique la mieux connue, la plupart des abeilles, plus de 80 % des espèces sont solitaires et sauvages.

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

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

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

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

2.6 Structure anatomique des apoïdes

Les abeilles, comme tous les insectes, ont un corps divisé en trois régions : tête, thorax et abdomen . Elles présentent une particularité qui consiste en une constriction appelée « taille de guêpe » située entre le premier et le second segment abdominal (hyménoptères apocrites). Les ailes sont membraneuses (d'où le nom d'hyménoptères).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

L'abdomen est généralement formé de 6 segments (tergites) chez les femelles et de 7 segments chez les mâles. Le dernier tergite, chez les femelles, se termine le plus souvent par un plateau pygidial (pygidium). Les antennes sont formées de 12 articles chez les femelles et de 13 articles chez les mâles.

Les pattes sont formées de cinq articles. Sur le quatrième article (tibia) de la patte postérieure se trouve un plateau appelé plateau basitibial qui peut être modifié en forme de dent (s).

Le dernier article (tarse) est constitué de cinq articles dont le dernier est terminé par une paire de griffes simples ou bifides et entre lesquelles se trouve un pulvillus ou arolium (organe adhésif) Les ailes antérieures portent des nervures (exp. nervures médiane, cubitale, transverso-cubitales et récurrentes) qui délimitent des cellules (exp. Cellules submarginales, discoïdales et marginale) .

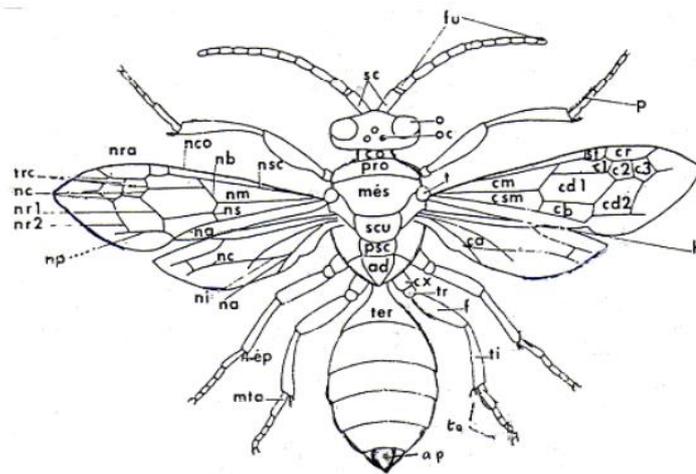


Figure 11: Figure représente la morphologie générale d'un hyménoptère Apoidea (d'après L. Berland, in Plateaux-Quénu, 1972).

Légende

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

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

2.7 Origine et classification des apoïdes

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

2.7.1 Classification des apoïdes

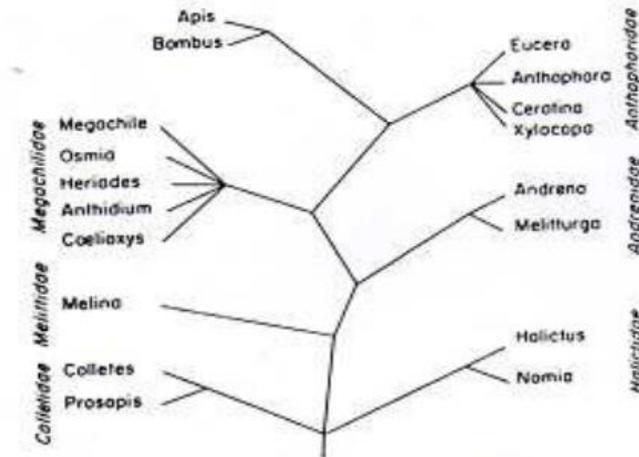


Figure 12: Arbre généalogique simplifié des diverses familles d'apoïdes (d'après Taséi, in Pesson et Louveaux,1984).

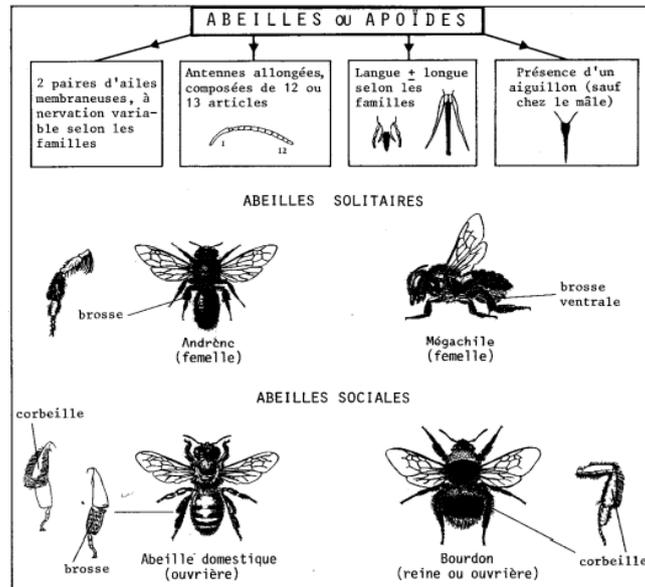


Figure 13: Principaux caractères morphologiques des apoïdes (Jacob-Remacle, 1990).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

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

2.8 Répartition biogéographique des Apoidea dans le monde

Six grandes régions biogéographiques naturelles ont été définies par Sclater et Wallace (Jeannel, 1947) pour l'étude et la répartition des espèces terrestres à travers le globe. Michener (1978) a adopté le même découpage pour les Apoidea. Chacune des régions biogéographiques renferme sa propre faune d'abeilles. Les espèces cosmopolites forment une infime minorité. A l'heure actuelle les régions biogéographiques sont le paléarctique qui comprend l'Europe, l'Afrique du Nord et l'Asie septentrionale. le néarctique qui compte seulement l'Amérique du nord le néo tropicale qui comprend l'Amérique du sud et l'Amérique centrale l'éthiopienne qui englobe l'Afrique au sud du Sahara et le sud-ouest de l'Arabie l'orientale qui comprend l'Asie tropicale, Sumatra, java et Bornéo l'australienne qui englobe l'Australie, Célèbes, Nouvelle-Guinée, Nouvelle-Zélande.

2.9 Répartition Biogéographique des Apoïdes en Algérie

D'après la collection établie par Balachowsky (1962) en Algérie, il existe 80 espèces d'Apoidea parmi les 8000 espèces d'insectes collectionnés. Les taxons recensés en Algérie appartiennent aux mêmes familles que celles présentes au Maghreb. Ces familles sont celles des Apidae, des Halictidae, des Andrenidae, des Megachilidae, des Colletidae et des Melittidae. Toutefois, les travaux récents de Louadi et Doumandj (1998a, b) dans la région de Constantine et Louadi et al. (2008) dans le nord est algérien montre l'existence de 382 espèces appartenant aux six familles d'apoïdes. La faune du Nord de l'Algérie dont la limite au sud est Biskra, englobe plusieurs espèces appartenant aux mêmes familles et aux mêmes genres que ceux cités pour le Maghreb. Zanden (1995) décrit une nouvelle espèce de Megachilidae à El Kala *Hofferia mauritanicum* (=Eriades obtusa). Ce même auteur décrit une autre nouvelle espèce appartenant à la même famille dans le mont Ilamane (Hoggar), il s'agit de *Anthocopa ilamana*. Le genre *Nomia* (=Pseudapis) de la famille des Anthophoridae est signalée par les auteurs de la première moitié du siècle, mais il semble très rare en Algérie (Zanden, comm. Pers.) En effet, Louadi (1999) a rencontré une seule

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

espèce de ce genre (*Pseudapis unidentata albocenta*) et en 2007b, Louadi et al. signalent pour la première fois la présence en Algérie d'une espèce de Mellitidae (*Dasyopoda maura* Rossi) qui n'était connue que du Maroc. Au Sahara, on retrouve très peu d'abeilles sauvages (Roth, 1930). Ce fait est dû au type de la flore présente et au climat. Toutefois d'après Saunders (1908), dans la région de Biskra, sont présents les genres *Melliturga*, *Andrena*, *Panurgus* (*Andrenidae*) ; *Colletes*, *Prosopis* (*Colletidae*) ; *Sphecodes*, *Halictus*, *Nomioides*, *Dufourea* (*Halictidae*) ; *Nomada*, *Ceratina*, *Eucera*, *Anthophora* (*Apidae*) ; *Dioxys*, *Chalicodoma*, *Coelioxys*, *Megachile*, *Osmia*, *Anthidium*, *Stelis* (*Megachilidae*).

2.9.1 La famille APIDAE

la taxonomie actuelle des abeilles selon Michener (2000): toutes les espèces d'abeilles sont regroupées et classées en sept principales familles et une de ces familles est la famille des Apidae est la plus connue et la mieux représentée dans le monde entier, elle compte trois sous familles : Apinae, Nomadinae et Xylocopinae.

2.9.1.1 Morphologie et Anatomie des Apidae

La morphologie du corps des Apidae est particulièrement bien adaptée à la pollinisation. Le corps des abeilles est caractérisé le plus souvent par une pilosité très abondante; les poils (ou soies) sont plumeux (caractéristique des apoïdes) ce qui facilite l'adhésion des grains de pollen lors de la visite des fleurs par l'insecte. Ces poils permettent à l'abeille de transporter le pollen, et ils sont le plus souvent situés sur le tibia des pattes postérieures des femelles où ils forment une brosse, ou sur le fémur des pattes postérieures qui présente une structure qui ressemble à la corbeille des Apidae et qui est entourée de franges de poils ramifiés (Maghni, 2017).

Michener précise que leur grande variabilité morphologique et la diversité de leurs hôtes suggèrent une haute antiquité de ces abeilles en tant que parasites. Les Nomadinae se répartissent en dix tribus qui sont : les Hesepeolini, Brachynomadini, Nomadini, Epeolini, Ammobatoidini, Biastini, Townsendiellini, Neolarrini, Ammobatini et Caenoprosopidini (Livory et al, 2017).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Tribu nomadini

Nomada rubiginosa PÉREZ, 1884

- Dernier tergite très distinct .
- Deuxième et quatrième jusqu'au sixième tergite tachetés de noir.
- Abdomen de couleur rouge, Métatarse postérieur légèrement obscurci ou tout rouge .
- Clypeus élargi et jaune au milieu.
- Taille 7-8 mm .

Distribution : espèce représentée en Turquie (GRACE 2010), France, Italie, Espagne, Afrique du Nord (Tunisie), Algérie (Bakiri et al ,2016).

Nomada Dolosa MOSCARY PÉREZ, 1890

- Tergite à la base isolé et finement perforé.
- Dernier tergite arrondi.
- Tête gris-jaunâtre.
- Thorax velu.
- Abdomen allongé.
- Pattes et abdomen de couleur rougeâtre.
- Ailes presque hyalines, irisées. Nervulus interstitielle.
- Long 6,5 mm.

Distribution : France (Perez,1890), Italie, Espagne, Portugal, Hongrie, Roumanie, Turquie, Grèce, Afrique du Nord Sahara occidental , Algeria (Bakiri et al,2016).

Nomada numida LEPELETIER, 1841

- Tête et thorax couverts de pilosité brune à brun-noir.
- Apex des tibias postérieurs fortement allongé, avec deux épines épaisses et courbées.
- Long 14 – 16 mm.

Distribution : Portugal, Slovénie, Grèce, Israël, Afrique du Nord (Bakiri et al ,2016).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Nomada Glaucoptis PÉREZ, 1890

- Premier tergite noir à la base.
- Deuxième tergite avec de petites taches jaunâtres latérales.
- Deuxième et quatrième tergites légèrement ridés à la base.
- Tête et thorax noirs, clypeus et mandibules jaunes.
- Abdomen rouge.
- Long 6-8 mm.

Distribution: France (PÉREZ 1890), Italie, Espagne, Portugal, Hongrie, Roumanie, Grèce, Turquie, Israël (GRACE 2010), Afrique du Nord (Tunisie et Maroc), Sahara Occidental, Algérie (Bakiri et al,2016).

Nomada Drevis SAUNDERS, 1908

- Espèce de petite taille.
- dont l'abdomen est presque aussi long que le thorax, tête et thorax entièrement noirs.
- Face et apex avec des soies rouge-brunâtres.
- Ailes et nervures foncées.
- Abdomen avec l'apex du 5ème tergite avec des soies blanchâtres.
- Long 6 mm.

Distribution : espèce représentée au Portugal, Slovénie, Grèce, Israël, Afrique du Nord (Bakiri et al,2016).

2.9.1.2 Sous famille Apinae :

- Est la sous famille la plus répandue contient le plus grand nombre de tribus.
- Bien qu'il y ait une diversité morphologique considérable dans l'apparence des Apinae.
- presque toutes les femelles ont des poils fins le long de la marge apicale de S6 qui deviennent plus denses vers le centre.
- Dans de nombreux groupes, le clypeus dépasse nettement du visage.
- Dans tribus non cleptoparasitiques, la plaque pygidique, les fimbriae pygidiales et les fimbriae prépygidiales sont présents.
- Les poils scopaux sont limités au tibia postérieur et au basitarse .

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Tableau 1 : les caractères morphologiques des nomadinae

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu nomadini	<u>Nomada Rubiginosa</u>		Mâle : 7_8 mm. femelle : 6_8 mm.	<u>Clypeus</u> : Élargie jaune au milieu. <u>Mandibule</u> : brune. <u>Antenne</u> : non claviforme. <u>Abdomen</u> : couleur rouge. <u>Tergite</u> : très distinct.		Métatarse postérieur légèrement obscurci ou rouge.	Turquie France Italie Espagne Afrique du nord (Tunisie, Algérie.
	<u>Nomada Glaucopis</u>		Mâle : 6_8 mm femelle : 6_7,5 mm.	<u>Abdomen</u> : rouge. <u>Tête et Thorax</u> : noire. <u>Clypeus Mandibule</u> : jaunes.		Prototarse postérieure court épais Tarse postérieur annelés de brun.	France Italie Espagne Portugal Afrique du nord Sahara occidental Algérie.
	<u>Nomada Dolosa</u>		6,5 mm.	<u>Tête</u> : gris jaunâtre. <u>Thorax</u> : velu. <u>Abdomen</u> : allongée.		Couleur rougeâtre.	France ;Italie Espagne Portugal Sahara occidentale Algérie.
	<u>Nomada Brevis</u>		Petite taille 6mm.	<u>Abdomen</u> : long que le thorax. <u>Tête et Thorax</u> : noire. <u>Ailes et Nervure</u> : foncée.		Tibiaux postérieur armés extérieurement a l apex de 3 courte épines obtuses pales	Afrique du nord Portugal Slovénie Grèce Israël Algérie (Biskra)

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu nomadini	<u>Nomada Numida</u>		14 _16 mm.	<u>Tête Et Thorax</u> : couvert de poils brune.		Apex de tibias postérieur allongée avec deux épines courbée.	Portugal Slovénie Grèce Israël Afrique du nord Algérie (les environs d Oran).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Tribu bombini

Bombus (Bombus) terrestris (Linnaeus)

- Il s'agit d'un insecte massif.
- de 15 à 30 mm de long.
- bien caractérisé par une large bande jaune à l'avant du thorax, une autre de couleur identique sur le 2^{ème} segment abdominal, et les 2 derniers segments couverts de poils blancs (Guéguen,2018).
- Lamelle labrale aussi large que la moitié de la largeur du labrum, la marge apicale assez tranchante, non recourbée vers le bas, ocelles de grand diamètre, tergite 2 avec l'aire Centro-apicale lisse et brillante entre les ponctuations, la cuticule pas ou très peu imbriquée.
- reine de grande taille: RL moyenne de 4,92 mm; pelage plutôt court et régulier ; collare et bande du tergite 1 généralement présents et de couleur jaune œuf (Rasmont&Terzo ,2010).

Distribution : Europe, Algérie, Maroc (Aouar_Sadli,2010).

Bombus (Megabombus) ruderatus (Fabricius)

Femelle

- Milieu du tergite 1 avec des soies noires.
- scutellaire jaune en forme de demi-lune; pelage court et régulier.
- lamelle labrale environs deux fois plus large que le fossé labrale.
- champocellaire avec la zone imponctuée lisse et brillante sur la moitié antérieure et mate, chagrinée, sur la moitié postérieure.
- espace ponctué immédiatement sous l'ocelle lateral.
- lisse et brillant entre les points; tergite 6 rugueux, entièrement sculpté, sans laisser d'espace lisse et brillant à la base.

Mâle

- Tibia postérieur avec une aire lisse et glabre qui s'étend sur le tiers distal de l'organe.
- frange postérieure décombrant et dont les soies sont plus courtes ou de même longueur que la plus grande largeur de l'organe.
- pelage court et régulier (Rasmont&Tarzo,2010).

Distribution : Nouvelle Zélande, Chili, Europe, Algérie (Aouar_Sadli,2010).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Tribus: Apini

Apis mellifera intermissa

- grande taille.
- pigmentation uniformément foncée avec quelques éclaircissements peu net sur les tergites abdominaux et le scutellum.
- la longueur de la langue est de 6,5 mm en moyenne.
- la pilosité est courte (Chahbar & Hamadi,2020).

Distribution : Cette race d'abeille se rencontre au Nord de l'Afrique (Maroc, Tunisie et Algérie), de l'Atlantique à la Lybie, dans les îles en avant des côtes à Malt et vraisemblablement aussi aux Canaries. Elle se retrouve dans le Nord de l'Afrique, le long de la côte méditerranéenne (Chahbar&Hamadi,2020).

Apis mellifera sahariensis

- petite taille.
- jaune et à indice cubital élevé (Chahbar&Hamdi,2020).
- très douce, et est manipulée sans fumée.
- Sa robe est d'un jaune-rouge, semblable à celle de l'abeille d'Asie Mineure; ses premiers anneaux sont jaune-rouge, très larges et bordés d'un trait noir ; le troisième est plus étroit et les deux derniers sont noirs et garnis de poils jaunes.
- La reine, très longue et grosse, est de couleur jaune-rouge allant au rouge-chaudron, avec la pointe de l'abdomen souvent foncée, parfois même noire (Bendjedid&Acho,2014).

Distribution : le Sud marocain et dans tout le territoire Sud-Ouest algérien, plus particulièrement dans les monts des Ksour jusqu'à Ain El Sefra, Morgrar, Sfisifa Béchar, Djebel Antar, Djebel Bouarid, Djebel Grouz, Daria l'Hamar et Beni Ounif (Haccour, 1960),(Chahbar&Hamdi,2020).

Tribu Anthophorini

Anthophora biciliata Lepeletier, 1841

Femelle

- très grande.
- ressemblant à un bourdon.
- Tête, thorax et Tergite 1-2 gris brun, Tergite 3-6 poilue sombre. Tergite 2 et 3 avec des bandes d'extrémité lumineuses indistinctes.
- Scopa blanc, jaune sur le bord supérieur.
- Joues à peu près aussi longues que la largeur d'une sonde.
- 17-18 mm.

Mâle

- visage avec un dessin jaune.
- Tête, thorax et tergites 1 et 2 brun, les Tergite 3-7 noir et le dessous du corps blanc velu.
- Tergite 2 et 3 avec des bandes d'extrémité claires et claires.
- Joues aussi longues qu'une largeur de sonde.
- Tergite 7 avec plaque Pygidiale.
- Métatarses 2 sur le bord arrière avec de longs cheveux blancs, qui sont aussi longs que le double de la largeur du membre.
- Membre de griffe des deux côtés avec noir Franges de cheveux.
- 17 mm. (Amiet et al, 2007).

Distribution : Algérie, Espagne, Sud de la France, Vallée d'Aoste, Hongrie et Grèce (Amiet et al, 2007).

Anthophora (Lophanthophora) dispar Lepeletier 1841

- Noire.
- Poils de la tête plus ou moins cendrés.
- ceux du labre roux, ceux du vertex noirs.
- Poils du prothorax en dessus cendrés ou roux, mêlés de noirs au milieu, en dessous blancs-roussâtres. 1er segment de l'abdomen hérissé de poils roux ou cendrés, formant au bord postérieur une bande plus étroite, moins apparente, plus intense au milieu qu'aux autres segments.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

- 2ème, 3ème, 4ème segments portant des poils noirs, 5ème segment orné de poils noirs, ses côtés fortement ciliés de blancs.
- Dessous de l'abdomen cilié de poils ferrugineux.

Femelle

- Noire.
- 1er article des antennes en dessous, clypeus jaunes.
- Labre jaune, sauf le bord inférieur et deux points sur les côtés de la base, qui sont noirs.
- Poils de la face blanc-sale, ceux du dessus du prothorax plus cendrés, mêlés de roux sur les côtés, noirs au milieu; ils sont blancs en dessous.
- Poils du 1er et de la moitié du 2ème segment de l'abdomen hérissés, cendrés, plus ou moins roux; ceux de la partie inférieure du 2ème et ceux des autres segments noirs.
- Côtés des 5ème et 6ème blancs, ainsi que ceux du dessous de l'abdomen.
- Poils des pattes hérissés, blanchâtres, surtout sur la tranche postérieure. Les cinq articles des tarse intermédiaires ciliés, le 1er et le 5ème aplatis.
- 1er article des tarse postérieurs épais, portant des poils noirs aux deux tiers supérieurs, le tiers inférieur est orné de poils blancs, ainsi que les trois articles suivants (Amiens,1866).

Distribution : Cette espèce se trouve dans les deux côtes de la mer Méditerranée (région ouest-méditerranéenne, Libye, Egypte Algérie et au Proche-Orient (Rasmont et al,2017).

Anthophora (Lophanthophora) robusta Klug 1845

Mâle

- Noire.
- Dessous du 1er article des antennes jaune.
- Clypeus jaune, une large bande noire sous les antennes; deux taches noires sur le milieu.
- Labre jaune, deux petits points noirs sur les côtés, en haut.
- Mandibules jaunes, noires au bout. Poils de la face blanchâtres, noirs sur le vertex.
- Thorax en dessus et sur les côtés jaune-cendré, noir sur le milieu, blanchâtre en dessous.
- 1er, 2ème segments de l'abdomen hérissés de poils cendrés, très-épais sur le premier.
- Poils des 3ème, 4ème, 5ème noirs, rares.
- 5ème segment entièrement recouvert de poils blancs. Chaque segment porte une bande de poils blancs, couchés, à peine marquée sur le premier.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

- Anus noir, ayant quelques poils blancs sur les côtés.
- En dessous, les segments sont ciliés de poils blancs.
- Pattes hérissées de poils blanchâtres.
- Tarses ayant des poils blancs mêlés de ferrugineux en dessus et de noirs-ferrugineux en dessous.
- 1er article des tarses postérieurs très-long, aplati, portant sur le bord interne une petite épine, sur le bord externe une touffe de poils blancs (Dours, 1869).

Distribution : Présente dans la plupart des pays limitrophes de la Méditerranée, en Ukraine, au Caucase, elle est néanmoins absente de Tunisie, Lybie et Egypte (Maghni et al ,2017)Constantine (Saunders, 1908), Algérie orientale (Louadi et al., 2008).

Anthophora Oraniensis(Lepelletier, 1841)

Femelle

- Elle est noire.
- Les poils qui présentent la tête sont noirs, tandis que ceux du sommet sont d'un jaune vif.
- Le thorax est recouvert en haut et sur les côtes de poils d'un fauve vif, courts et assez serrés avec ceux qui présentent le dessous, noirs, Les ailes sont transparentes, nervures noires, avec le bout et le haut de la peu enfumes.
- premier segment de l'abdomen est entièrement couvert de poils d'un fauve les deuxième, troisième et quatrième sont hérissés quelques poils noirs, et ornés sur le bord postérieur, d'une bande de poils couchés, d'un beau blanc éclatant; dans le cinquième segment, les poils du dessus sont noirs, alors que ceux qui occupent les parties latérales sont d'une belle couleur blanche.
- Les poils qui présentent les pattes postérieures sont noirs, sauf ceux du dessus des deux fémurs postérieurs, qui sont d'un beau blanc.

Mâle

- Le devant du premier article des antennes, le chaperon, les parties latérales de ce dernier et la partie extérieure des mandibules sont d'un blanc jaunâtre.
- Le thorax, en dessous, est recouvert de poils blanchâtres.
- Dans le tibia et dans le premier article des tarses, les poils sont blancs, allongés et peu serrés.
- Le cinquième segment de l'abdomen coloré comme le précédent: quant au sixième, il ressemble au cinquième de la femelle (Lucas,1849).

Distribution : Algérie, Oran.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Anthophora Albigena Lepeletier, 1841

Femelle

- la tête est noire couverte en dessus de poils roussâtre et sur les cotés d'un amas de poils blanchâtre , le chaperon assez finement chagriné présente a sa partie antérieur une tache triangulaire d'un blanc jaunâtre; il est noir, et offre dans son milieu une ligne perpendiculaire et une autre ligne transversale avant le bord inférieur: ces lignes sont blanches, parfois d'un blanc jaunâtre, et ordinairement assez étroites ; les parties latérales du chaperon sont en grande partie blanches, et parfois cette couleur est teinte de jaunâtre.
- Le labre est d'un blanc jaunâtre et offre, de chaque côté de la base, qui est noire, un point de cette couleur. Les mandibules sont blanches à leur base, et noires à leur base. leur extrême.
- Le thorax est noir et hérissé de poils de même couleur que ceux de la tête.
- Les Ailes sont transparentes, avec les nerfs noirs, et à peine enfumées vers l'extrémité.
- L'abdomen est noir, avec la base et les côtes du premier segment hérissés de poils blanchâtres; ceux du disque de ce même segment, noirs, aussi hérités, et son bord inférieur orné d'une bande de poils couchés, blancs; les segments suivants, jusqu'au cinquième inclusivement, présagent sur leur bord postérieur une bande de poils couchés blancs, qui remonte sur les côtés jusqu'à la base; la base des quatre segments, c'est-à-dire des deuxièmes, trois-sième, quatrième et cinquième, est héritée de poils noirs; en dessous, les segments sont ciliés de noir au milieu et de blanc sur les côtés; les côtés de la partie anale sont recouverts de poils couchés, noirs.
- Les pattes sont noires, avec les poils qu'elles présentent de cette couleur; mais le bout des fémurs en haut et la partie externe des tibias présentent des poils couchés, blancs.
- En dessous, les quatre fémurs antérieurs, et le dessus du premier article de tous les tarse, sont aussi hérissés de poils blancs.(Lucas,1849).

Mâle

- Il diffère de la femelle par le premier article des antennes, qui est blanc en devant.
- Il est aussi à noter qu'il y a une petite ligne Noire très-étroite sur les côtes du chaperon, à la place des côtés noirs dans la femelle.
- Le sixième segment de l'abdomen présente aussi quelques petits poils noirs.(Lucas,1849)

Distribution : Est et l ouest d Algérie Les environs d Oran et Alger Lyon et en Sicile.

Tribu Eucerani

Eucera (Eucera) dalmatica Lepeletier 1841

- Noire: moitié inférieure du clypeus et labre jaunes; dessous des antennes et dernier article des tarse d'un roux brun. Dessus de la tête et du prothorax à poils roux, ceux du dessous plus pâles.
- En dessus les premier et deuxième segments de l'abdomen hérissés de poils roux; la base des troisième, quatrième et cinquième hérissée de poils plus courts noirs: le deuxième ayant en outre sur le bord inférieur latéral une bande de poils couchés blancs; une semblable bande continue sur le bord inférieur des troisième, quatrième et cinquième segments; le sixième couvert de poils noirâtres couchés ainsi que les côtés de l'an» dessous des segments cilié de poils cendrés.
- Poils des pattes blanchâtres, ceux du dessous du premier article des tarse ferrugineux.
- Ailes transparentes, un peu enfumées vers le bout, nervures d'un brun roussâtre, côte d'un roux clair.
- Antennes d'un tiers plus courtes que le corps (Lepeletier, 1841).

Distribution : *Eucera dalmatica* a une large distribution; elle est connue de l'Asie Mineure, les steppes de l'Ukraine, Roumanie, la Hongrie et l'Europe méridionale (Banaszak& Ortiz, 1993), étant abondante, par exemple, dans le sud de la France (Banaszak&Rasmont, 1994). Elle semble être nouvelle pour l'Algérie et l'Afrique.

Eucera (ferruginea Lepeletier 1841 *Eucera)*

Femelle

- Noire.
- Abdomen d'un brun roussâtre.
- Poils de la tête et du prothorax roux, aussi bien que ceux des deux pattes antérieures.
- Ceux de l'abdomen et des quatre pattes postérieures ferrugineux.
- Ailes très-peu enfumées, cependant ayant un léger reflet violet surtout à la partie postérieure, nervures et côte brunes (Lepeletier, 1841).

Distribution : Est une espèce qui se trouve dans l'Afrique du Nord (Risch, 2001). femelle de ce taxon a été décrite pour la première fois en 1841 par Lepeletier. Elle est citée de l'Algérie orientale par Louadi et al. (2008).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Eucera (Eucera) numida Lepeletier 1841

Femelle

- Tarses d'un roux brun, leur dernier article moins foncé.
- Poils en général hérissés roux ferrugineux; ceux de la tête noirs, excepté sur le labre.
- Quelques poils noirs mêlés au roux sur le dos du prothorax.
- Deuxième et troisième segments de l'abdomen ayant dans leur milieu une série transversale de poils noirs peu serrés et peu nombreux; le quatrième à poils noirs hérissés; le cinquième garni à son bord inférieur de poils bruns couchés: ces deux derniers portant sur les côtés des poils blancs: poils des côtés de l'anus noirs; son milieu en dessus couvert de duvet couché blanchâtre extrêmement court. Poils des pattes ferrugineux. Ailes transparentes, à peine un peu enfumées vers le bout et le long de la côte; nervures et côte brunes (Lepeletier, 1841).

Mâle

- Noire.
- une grande tache en demi-lune jaune transversale sur le clypeus, opposée à une plus petite de même forme et de même couleur sur le labre.
- Dessus de la tête garni de poils roussâtres, ceux du dessous blanchâtres, quelques poils noirs sur les côtés de la face.
- Dessus du prothorax à poils roux, ceux du dessous blanchâtres.
- Abdomen à poils hérissés noirs excepté le dessus du premier segment et la base du deuxième qui sont roussâtres et les côtés du dessous qui ont des poils blanchâtres.
- Poils des pattes d'un roux pâle; des poils noirs sur la partie externe des jambes postérieures; dessous du premier article des tarses de ces mêmes pattes garni de poils ferrugineux.
- Ailes transparentes, à peine un peu enfumées vers le bout et le long de la côte; nervures et côte brunes. Antennes d'un tiers plus courtes que le corps (Lepeletier, 1841).

Distribution : présent dans la région méditerranéenne, Oran (Lepeletier, 1841) et l'Algérie orientale (Louadi et al.2008).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Eucera (Hetereucera) algira Brullé 1840

Femelle

- Noire, derniers articles des tarsi roux.
- Poils de la tête d'un roux cendré: ceux du dessus du prothorax d'un roux brun, ceux du dessous plus pâles.
- Abdomen d'un noir mat, plus large que le prothorax, déprimé; premier segment peu velu à poils hérissés gris; les deuxième, troisième, quatrième et cinquième couverts de petits poils noirs couchés, portant en outre vers le bord postérieur une bande étroite continue de poils couchés blanchâtres changeant en roux sous certain aspect; tous les segments en dessous fortement ciliés de poils roux: côtés de l'anus couverts de poils couchés roux. Poils des pattes roux: ceux des postérieurs surtout longs et touffus.
- Ailes hyalines, nervures rousses (Lepelletier, 1841).

Distribution : Îles de Canaries, Afrique du Nord, Malte, la Sardaigne, l'Italie du Sud, la Crète, l'Irak, Palestine, Jordanie (Risch, 1999), Algérie (Saunders, 1908).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Tableau 2 : Les Caractères Morphologiques des Apinea

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Bombini	<u>Bombus Terrestris</u>	Bourdon terrestre.	Mâle : 15 à 30 mm. Femelle : grande de taille.	Très poilu. Tête : clypeus Fortement ponctué. Thorax : Collare jaune sombre occupant jusqu' à 1/4 du thorax Ailes : transparente. Pilosité : Poils blanc (les 2 derniers segments abdominal) Thorax couvert de poils noirs.	Noire avec Bande jaune (L'avant du thorax et le 2ème segment de l'abdomen) L extrémité blanche.	Patte noire Tibia de forme triangulaire Avec deux éperons Patte à pilosité noire.	Europe, Algérie Maroc.
	<u>Bombus Ruderatus</u>	Bourdon Des Friches.	20 à 26 mm.	Tête : Fortement allongée Lamelle labrale large. Abdomen : tergite 6 rugueux, sculpté. Thorax : pelage noire avec collare. Pilosité : Les soies sont 1,2 à 1,3 fois plus longue que la plus grande largeur de l organe.	Bande de l abdomen jaune moins interrompue au centre.	Tibia de forme Triangulaire Avec deux Eperons Avec une aire lisse et glabre.	Nouvelle Zélande Chili Europe Algérie.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Apini	<u><i>Apis mellifera intermissa</i></u>	Abeille tellienne.	grande taille.	<u>Abdomen</u> : quelque éclaircissement peu net sur les tergites. <u>Pilosité</u> : Courte.	Noire foncée.	Sur la face interne : un peigne et brosse Sur la face externe : les corbeilles.	Nord de l'Afrique (Maroc, Tunisie et Algérie), de l'Atlantique à la Lybie, dans les îles en avant des côtes à Malt.
	<u><i>Apis mellifera sahariensis</i></u>	Abeille saharienne	Petit taille.	<u>Abdomen</u> : la pointe foncée. <u>Ailes</u> : indice cubital élevé. <u>Pilosité</u> : Derniers anneaux Garnis de poils jaune.	Sa robe Jaune rouge.	Sur la face interne : un peigne et brosse Sur la face externe : les corbeilles.	Sud du Maroc Sud ouest de l'Algérie.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Anthophorini	<u>Anthophora Biciliata</u>	Grande Anthophore Biciliée.	Très grande : 17_18mm.	<u>Abdomen:</u> tergite 1 ,2 noire. <u>Ailes:</u> un peu enfumée. <u>Pilosité:</u> Poils du tête et thorax roux -tergite 3-6 poilue sombre.	Brun Dessous du corps blanc.	Métatarse 2 avec de longs cheveux blancs.	Algérie Espagne, Sud de la France, Hongrie et Grèce.
	<u>Anthophora oranensis</u>	Anthophore d'Oran.	Femelle : 26 mm Mâle : 17 mm.	<u>Ailes :</u> transparente nervures noire. <u>Pilosité:</u> Poils noire (tête, patte postérieur) Sauf dessus du fémur blanc Poils blanchâtre (thorax).	Noire.		Algérie , Oran
	<u>Anthophora disparlepeletier</u>	Anthophore à tarsi gonflés.	14- 15mm.	<u>Tête:</u> pelage gris entremêlé labre très sculpté. <u>Thorax:</u> pelage dense dressé gris argenté. <u>Pilosité:</u> Pilosité brunâtre extérieure et intérieure noir.	Noire.	Pelage de patte grisâtre.	Dans les deux cotes de la mer méditerranée Libye, Egypte, Algérie.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Anthophorini	<u>Anthophora Albigena</u>		10 mm.	<p><u>Tête:</u> Noire Labre blanc.</p> <p><u>Abdomen:</u> noire hérissé de poils.</p> <p><u>Thorax:</u> noire et hérissé de poils.</p> <p><u>Ailes:</u> transparente nerfs noire un peu enfumée.</p> <p><u>Pilosité:</u> Poils roussâtre Blanc (Amas DE poils blanchâtre).</p>	Noire.	Noire hérissé de poils.	Est et l ouest d Algérie Les environs d Oran et Alger Lyon et en Sicile.
	<u>Anthophora Robusta</u>	Anthophore robuste.	17-19 mm.	<p><u>Tête:</u> pelage court et régulier sculpté</p> <p><u>Abdomen:</u> T1 _2 pelage dressé court régulier blanc crème.</p> <p><u>Thorax:</u> pelage jaune paille court régulier avec soies noires.</p>	Noire.	Pelage de patte jaune paille a doré	La plupart des pays limitrophes de la méditerranée Constantine ; Algérie orientale.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Eucirini	<u>Eucera dalmatica</u>	Eucère dalmate.	Femelle: Grande 17_18 mm.	<u>Tête:</u> clypeus et labre jaunes. <u>Ailes:</u> Transparentes Enfumées vers le bout. <u>Antennes:</u> un tiers plus courtes que le corps. <u>Pilosité:</u> poils roux (la tête et prothorax) poils noires (4 ème et 5 ème ségement abdomen) Poils des pattes blanchâtres.	Noire.	premier article des tarse ferrugineux.	nouvelle pour l'Algérie et l'Afrique connue de l'Asie Mineure, les steppes de l'Ukraine, Roumanie, la Hongrie et ; Europe méridionale.
	<u>Eucera ferruginea</u>		16 mm.	<u>Abdomen:</u> d'un brun roussâtre. <u>Ailes:</u> très peu enfumées, ayant un léger reflet violet surtout à la partie postérieure Nervure et cote brunes. <u>Pilosité:</u> Poils de la tête et du prothorax roux.		Patte postérieure ferrugineux.	se trouve dans l'Afrique du Nord Elle est citée de l'Algérie orientale par Louadi et al. (2008).

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Eucirini	<u>Eucera Numida</u>	Eucère numide.	17mm.	<p><u>Tête:</u> une grande tache en demi-lune jaune. transversale sur le clypeus.</p> <p><u>Antennes:</u> d'un tiers plus courtes que le corps Labre avec une tache jaune</p> <p><u>Abdomen:</u> brun roussâtre Thorax.</p> <p><u>Ailes:</u> transparente à peine un peu fumées.</p> <p><u>Pilosité:</u> Poils en général hérissés roux Ferrugineux.</p>			présent dans la région méditerranéenne , Oran (Lepeletier, 1841) et l'Algérie orientale (Louadi et al., 2008).
	<u>Eucera Algira</u>		13_14 mm.	<p><u>Abdomen:</u> d'un noir mat, plus large que le prothorax</p> <p><u>Ailes:</u> hyalines, nervures rousses</p> <p><u>Pilosité:</u> Poils de la tête d'un roux cendré</p>	Noire.		Îles de Canaries, Afrique du Nord, Malte, la Sardaigne, l'Italie du Sud, la Crète, l'Irak, Palestine, Jordanie (Risch, 1999) , Algérie (Saunders ,1908

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

2.9.1.1 Sous famille Xylocopinae

- Les Xylocopes (*Xylocopa*) ou Abeilles charpentières .
- un genre d'insectes hyménoptères de la famille des Apidés.
- Toutes les espèces d'abeilles de la tribu Xylocopini sont aujourd'hui classées dans ce genre.
- très peu agressive envers les êtres humains.

Tribu Creatini

Ceratina (Ceratina) cucurbitina (Rossi 1972)

- Taille moyenne.
- Cuticule entièrement noire, sans reflet et métallique, avec une marque blanche sur le lobe pronotal. (Michaël TERZO & Pierre RASMONT2004).

Mâles

- le labre le clypeus et les genoux ; ponctuation très fine, éparse sur la tête, qui laisse de grandes surfaces imponctuées ; tergite 7 largement tronqué à l'apex.

Femelles

- avec le clypeus généralement légèrement échancré à la base ; patte postérieure avec une large zone ventrale de pilosité dense à la base du fémur.

Distribution : *Ceratina cucurbitina* est présente et très abondante dans tous les pays méditerranéens à l'exception de la Libye et de l'Egypte (Terzo 1998).

Ceratina chalcites GERMAR 1839

- Très grande espèce.
- Aile antérieure longue de 7,5 à 8,5 mm; cuticule bleu métallique sombre, au lobe pronotal noir ou clair ; carène hypostomienne haute et courbe. (Michaël TERZO & Pierre RASMONT2004).

Femelle

- sternite 2 bombé.

Mâle

- mandibule avec une quatrième dent ventrale subapicale ; Patte postérieure avec une pilosité ventrale courte sur le fémur et longue sur le tibia ; sternite 2 avec une carène transversale pointue au centre; tergite 7 fortement élevé et pointu.

Distribution : Espèce circum-méditerranéenne (mais absente du Maghreb), dont la distribution s'étend à l'est via l'Iran jusqu'au versant nord du Kopet Dag.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Ceratina dallatorreana FRIESE 1896

- Espèce de petite taille .
- Aile antérieure longue d'environ 3,8 mm.
- cuticule vert bleuté, sombre, au lobe pronotal clair et au tibia antérieur avec une longue bande dorsale claire carène hypostomienne basse ; mesoscutum densément ponctué. (Michaël TERZO & Pierre RASMONT 2004).

Femelle

- Aires cirières en forme de demi-lune.

Mâle

- patte postérieure avec une pilosité ventrale en forme de brosse courte et régulière sur le trochanter et les trois quarts basaux du fémur, et longue sur le tibia ; le tergite 6 non caréné ; tergite 7 avec la marge postérieure triangulaire et pointue.

Distribution : Espèce circum-méditerranéenne dont la distribution s'étend jusqu'au Kirghizstan via l'Ouzbékistan et le Turkménistan. Pas de données ni d'Iran, ni du Tadjikistan.

Ceratina tibialis MORAWITZ 1895

- Espèce de taille moyenne.
- Aile antérieure longue de 4,5 à 5,5 mm.
- Cuticule vert doré métallique brillante, avec le lobe pronotal, les tibias et les tarses clairs ; mésopleures avec une ponctuation éparse, les points jamais contigus ; enclos propodéal avec les carènes latérales lisses et brillantes. (Michaël TERZO & Pierre RASMONT 2004).

Femelle

- clypeus avec une grande marque claires forme de cloche.

Mâle

- mandibule avec une quatrième dent ventrale subapicale ; face ventrale du thorax, de l'abdomen, et de la patte postérieure avec une pilosité dense et longue; tergite 7 avec la marge apicale élevée, en forme de lobe étroit et arrondi à l'apex.

Distribution : Espèce à distribution turco-arménien-persé étendue depuis la Méditerranée jusqu'au Turkestan.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Ceratina parvula SMITH 1854

- Espèce de très petite taille.
- Aile antérieure longue de moins de 2,5 mm.
- Cuticule noire, sans reflets métalliques, avec une marque claire sur le clypeus (souvent absente), le lobe pronotal et les genoux ; ponctuation très fine et pratiquement inexistante sur la tête; marges internes des yeux parallèles; clypeus 1,2 fois plus long que large hanche antérieure avec l'angle latéro-basal allongé en forme de lamelle. (Michaël TERZO & Pierre RASMONT2004).

Femelles

- joue formant un angle ; mandibule tridentée.

Mâle

- mandibule bidentée ; patte postérieure comme à la ; tergite 7 avec la marge postérieure largement tronquée et bidentée latéralement.

Distribution : Espèce circum-méditerranéenne thermophile présente au Turkestan uniquement au Turkménistan, au pied du Kopet Dag.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Tribu xylocopini

Xylocopa pubescens Spinola, 1838

- espèce de grande abeille charpentière.
- Les femelles forment des nids par excavation avec leurs mandibules,
- souvent dans du bois mort ou tendre.
- Il doit résider dans ces climats chauds car il a besoin d'une température ambiante minimale de 18 degrés Celsius pour se nourrir.

Femelle

- grandes et brillantes.
- noires avec des marques jaunes sur la tête.

Mâle

- plus petits que les femelles.
- une tête étroite et une pubescence jaune qui couvre tout leur corps.

Distribution : *X. pubescens* a été trouvé dans tout le bassin méditerranéen oriental, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Il s'étend du Cap-Vert à l'Asie du Sud. Il a récemment étendu sa distribution à l'Espagne et à la Grèce en Europe.

Xylocopa ustulata F. Smith 1854

- corps avec Pilosité de derniers segments abdominaux plus poilus que le reste du le corps, les poils plus longs et plus denses.
- Les soies de la face des tibias et métatarses postérieurs plutôt grises.
- TergiteLe dernier tergite est bifide.
- les mâles a la face noire avec une riche pubescence grise ou noire.
- les tibias et métatarses postérieurs complètement garnis d'une pubescence noire assez hirsute.

Distribution : Algérie, (Hoggar, Oued, Tekouiat, In Amguel, Tamanrasset) Libye, Egypte, Mauritanie, Gambie, Mali, Burkina-Faso, Niger, Nigeria, Cameroun.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

Tableau 3 : Les Caractères Morphologiques Des Xylocopinae.

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Ceratini	<u>Ceratina cucurbitina</u>	abeille	taille	<p><u>Clypeus:</u></p> <p>Femelle : avec une marque pâle sur clypeus.</p> <p><u>Tergite :</u></p> <p>Mâle: avec le tergite 7 largement tronqué à l'apex.</p> <p><u>Aile:</u> iles antérieures de plus de 4 mm la cellule marginale est 7 fois plus longue que large , sombres.</p> <p><u>Pilosité:</u> derniers segments abdominaux plus poilus que le reste du le corps, les poils plus longs et plus denses.</p> <p>Mâle: avec une base dense patte postérieure du mâle avec une large zone ventrale de pilosité dense à la base du fémur.</p>	entièrement noire, sans reflet et métallique, avec une marque blanche sur le lobe pronotal.		tous les pays méditerranéens l'exception de la Libye et de l'Egypte.
		charpentière	moyene.				

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Ceratini	<u>Ceratina chalcites</u>		Très grande	<p><u>Abdomen</u> : vert.</p> <p><u>Clypeus</u> :</p> <p>Mâle: clypeus généralement complètement clair .</p> <p>Femelle: clypeus généralement avec une petite marque ovale clair.</p> <p><u>Tergite</u>:</p> <p>Femelle: 6 tergites apparents.</p> <p>Mâle: 7 tergites apparents.</p> <p><u>Antenne</u>:</p> <p>Femelles: 12 articles antennaires</p> <p>Mâle: 13 articles antennaires.</p> <p><u>Aile</u>: aile antérieure longue de 7,5 à 8,5 mm.</p>	bleu métallique sombre.	patte postérieure avec une pilosité ventrale courte sur le fémur et longue sur le tibia.	circum-méditerranéenne (mais absente du Maghreb) Iran nord du Kope

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution	
Tribu Ceratini	<u>Ceratina Dallatorreana</u>		Petite taille Maisome le plus large aux segments 3 et 4.	<p>Clypeus: très souvent complètement ponctué, y compris sur la marque pâle</p> <p>Tergite: le tergite 6 non caréné ; tergite 7 avec la marge postérieure triangulaire et pointue</p> <p>Antenne: aile antérieure longue d'environ 3,8 mm fuselées, plus claires en dessous.</p> <p>Aile: nervure et tégule testacées foncées.</p> <p>pilosité:</p> <p>Mâle: patte postérieure avec une pilosité ventrale en forme de brosse courte et régulière sur le trochanter.</p>	Corps gris foncé métallisé vert olive avec des reflets bleuâtres ou jaunâtres mineurs; couleurs métalliques manquantes sur le labrum.	les trois quarts basaux du fémur, et longue sur le tibia	<p>Femelle: tache à la base des méso tibias, tache plus grande à la base des méta tibias.</p>	circum-méditerranéenne L'Algérie à la Tunisie Kirghizstan l'Ouzbékistan et le Turkménistan.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Ceratini	<u>Ceratina Tibialis</u>		Moyenne	<p><u>Clypeus:</u></p> <p>Femelle: clypeus avec une grande marque claires forme de cloche.</p> <p>Mâle: mandibule avec une quatrième dent ventrale subapicale.</p> <p><u>Tergite:</u> fine ligne transversale lisse sur les tergites 2 et 3. Tergite 5 avec des dents marginales à peine visibles ; Tergite 6 avec une carène courbe et bien visible à partir du tiers antérieur de la longueur du tergite 7 avec la marge apicale élevée, en forme de lobe étroit et arrondi à l'apex.</p> <p><u>Aile:</u> aile antérieure longue de 4,5 à 5,5 mm. 6 à 8 hamuli.</p>	vert doré métallique brillante.	les tibias et les tarse clairs Hanche postérieure avec une petite dent à l'apex de la marge interne.	Espèce à distribution turco-arménien-persé étendue depuis la Méditerranée jusqu'au Turkestan.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

	Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Ceratini	<u>Ceratina parvula</u>	Très petite taille.	<p><u>Clypeus:</u></p> <p>Femelles : noir ou avec une marque ovale claire.</p> <p>Mâles: clypeus complètement clair.</p> <p><u>Tergite:</u></p> <p>Femelles : 6 apparent tergites;</p> <p>Mâles: 7 tergites apparents.</p> <p><u>Antenne:</u></p> <p>Femelles : 12 antenne articles.</p> <p>Mâles: 13 articles antennaires.</p> <p><u>Aile:</u> aile antérieure longue de moins de 2,5 mm.</p>	noire, sans reflets métalliques.	hanche antérieure avec l'angle latéro-basal allongé en forme de lamelle coxa antérieur avec latéro-basal angle allongé fémur postérieur mâle sans ostentation cheveux.	circum-méditerranéenne thermophile présente au Turkestan uniquement au Turkménistan, au pied du Kopet Dag.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu Ceratini	<u>Ceratina cucurbitina</u>	Abeille charpentière	Taille moyenne	<p><u>Clypeus:</u></p> <p>Femelle: avec une marque pâle sur clypeus.</p> <p><u>Tergite:</u></p> <p>Mâle: avec le tergite 7 largement tronqué à l'apex.</p> <p><u>Aile:</u> iles antérieures de plus de 4 mm la cellule marginale est 7 fois plus longue que large, sombres.</p> <p><u>Pilosité:</u> derniers segments abdominaux plus poilus que le reste du le corps, les poils plus longs et plus denses.</p>	entièrement noire, sans reflet et métallique, avec une marque blanche sur le lobe pronotal.	moitié basale du fémur postérieur mâle avec une base dense patte postérieure du mâle avec une large zone ventrale de pilosité dense à la base du fémur.	tous les pays méditerranéens l'exception de la Libye et de l'Egypte.

Chapitre 2 - La classification des Hyménoptères -

		Nom commun	Taille	corps	Couleur	Patte	Distribution
Tribu xylocopini	<u>Xylocopa pubescens</u>	Abeille charpentière.	Les femelles Grande et brillantes les mâles sont plus petits 13-30 mm.	<u>Clypeus:</u> Mâle: entièrement sombre. femelle: l'absence de ligne longitudinale imponctuées au milieu du clypeus. <u>Pilosité:</u> derniers segments abdominaux plus poilus que le reste du le corps, les poils plus longs et plus denses.	Femelles: noires avec des marques jaunes sur la tête. Mâles: tête étroite et une pubescence jaune qui couvre tout leur corps.	la base des fémurs postérieurs simple le processus apical des tibias postérieurs plus développé.	Afrique du Nord (Maroc, Tunisie, Algérie, Libye, Egypte).
	<u>Xyloco paustulata</u>	Abeille charpentière		<u>Tergite :</u> Le dernier tergite est bifide <u>Pilosité :</u> derniers segments abdominaux plus poilus que le reste du le corps, les poils plus longs et plus denses. les tibias et métatarses postérieurs Les soies de la face sont plutôt grises.	Mâle: a la face noire avec une riche pubescence grise ou noire.	les tibias et métatarses postérieurs complètem ent garnis d'une pubescence noire assez hirsute.	Algérie, (Hoggar, Oued, Tekouiat, In Amguel, Tamanrasset) Libye, Egypte, Mauritanie, Gambie, Mali, Burkina-Faso, Niger, Nigeria, Cameroun.

CHAPITRE 3 : CLASSIFICATION AUTOMATIQUE DES HYMÉNOPTÈRES

Introduction

En entomologie, une classification automatique des insectes consiste à les placer dans différentes catégories taxinomiques correspondant aux différents niveaux de précision. Généralement, les catégories les plus utilisées sont le phylum, la classe, l'ordre, la famille, le genre et l'espèce. Ces catégories sont hiérarchiques, c'est-à-dire elles sont divisées en groupes de plus en plus restreints. Ainsi, le phylum renferme plusieurs classes, les classes comprennent habituellement plusieurs ordres, les ordres plusieurs familles, les familles plusieurs genres et les genres généralement plusieurs espèces.

Dans le présent chapitre on va présenter un système de classification automatique des Hyménoptères selon leurs différentes caractéristiques morphologiques.

Ce chapitre est organiser comme suit, on va tous d'abord donner une vue générale sur notre système de classification, en suite on passe à détailler chaque module proposé, après on va donner quelques détails d'implémentation et de programmation.

2 Présentation générale du système

Notre projet proposé nommé **Système de Classification des Hyménoptères (SCH)**. Le principal objectif de notre projet est de construire un système de classification automatique des Hyménoptères plus précisément la famille **Apidae**. Cette classification est basée sur les caractéristiques morphologiques de l'insecte tels que : la taille, la couleur, les antennes, les ailles, la pièce buccale....

Le système proposé doit permettre :

- A. Introduire un nouvel Hyménoptère
- B. Chercher des Hyménoptère via leurs caractéristiques morphologiques.
- C. Enregistrer des Hyménoptères dans une Base de données.

Une description générale de notre système est résumée dans la **figure 14**.

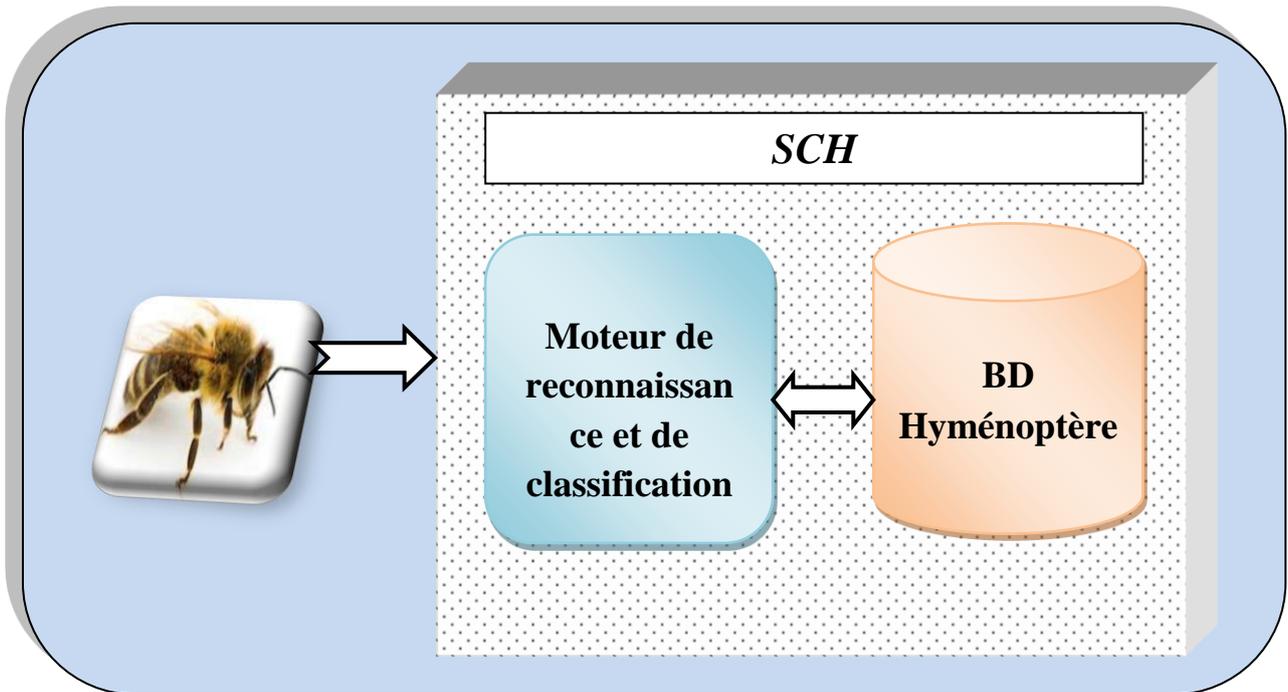


Figure 14 : Présentation générale du système proposé.

- **Moteur de reconnaissance et de classification** : est un ensemble de modules de raisonnements nécessaires pour reconnaître l'espèce d'un nouvel Hyménoptère trouvé selon les caractéristiques morphologiques pour sa classification dans une base de données.
- **Base de données des Hyménoptères** : est un ensemble structuré des Hyménoptères plus précisément la famille Apidae enregistrées dans un ordinateur et accessibles de façon sélective par plusieurs utilisateurs classés selon leurs caractéristiques morphologiques dans différentes sous familles (Apinae, Xylocopinae, Nomadini).

3 Architecture détaillée du système proposé

Notre système fonctionne selon trois différents modules complémentaires qui sont : le module de Reconnaissance, le module de Classification et le module de Communication, la **figure 15** représente l'architecture interne détaillée de notre système.

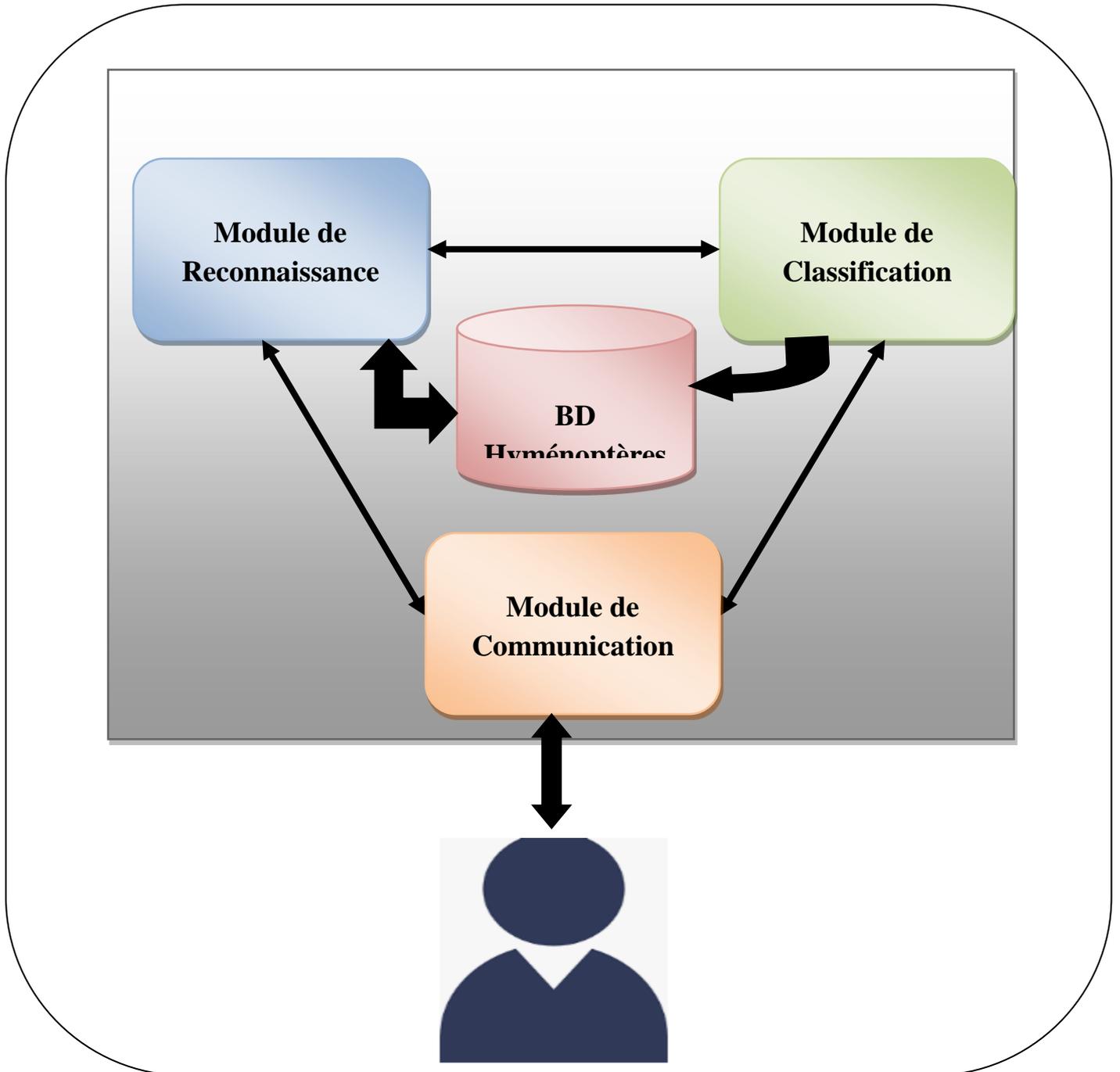


Figure 15 : Architecture interne détaillée du système de classification des Hyménoptères.

Chapitre 3 - Classification Automatique Des Hyménoptères -

- **Module de Reconnaissance**

- Reçoit les caractéristiques morphologiques du nouvel insecte.
- Connaître la sous famille et l'espèce.
- Envoi la famille et l'espèce au module de classification.

- **Module de Communication**

- Reçoit les caractéristiques morphologiques du nouvel insecte de l'utilisateur.
- Envoi les caractéristiques morphologiques du nouvel insecte au module de Reconnaissance.
- Reçoit la classe du nouvel insecte du module de Reconnaissance.
- Envoi la classe du nouvel insecte du module de décision à l'utilisateur.

- **Module de Classification**

- Reçoit les caractéristiques morphologiques du nouvel insecte du module de Communication.
- Reçoit la sous famille du nouvel insecte du module de Reconnaissance.
- Crée un nouvel enregistrement du nouveau insecte dans la base de données.

- **Base de données des Hyménoptères**

Notre système dispose une base de données accointance implémentée à son niveau, c'est une structure de donnée qui est mise à jour cycliquement, elle contient tous les insectes et les informations (les caractéristiques morphologiques) de la famille Apidae.

Notre base de données contient trois grandes tables qui sont : la table Apinae, la table Xylocopinae et la table Nomadini détaillées dans le chapitre précédent.

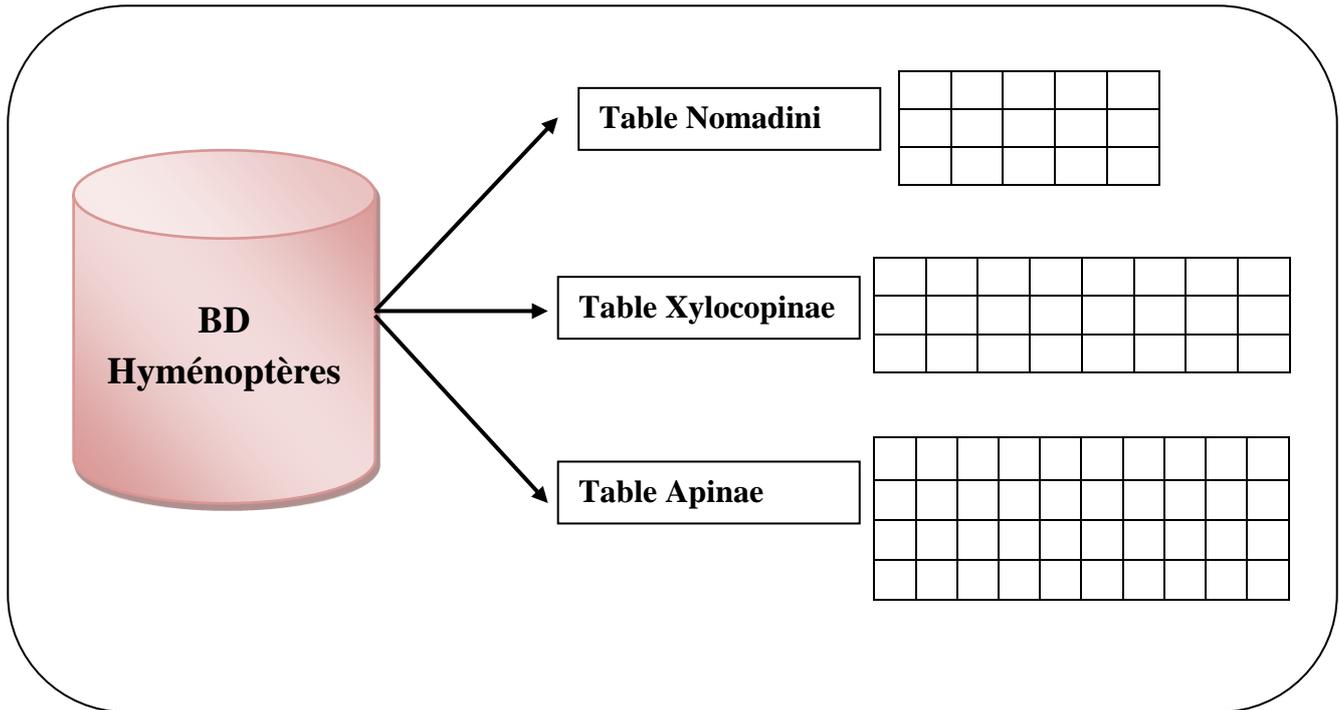


Figure 16 : Les tables de la base de données des Hyménoptères.

4 Fonctionnement du système de classification

Dans la **figure 17** nous allons présenter le Schéma de fonctionnement de notre système avec les interactions entre ses modules et la base de données:

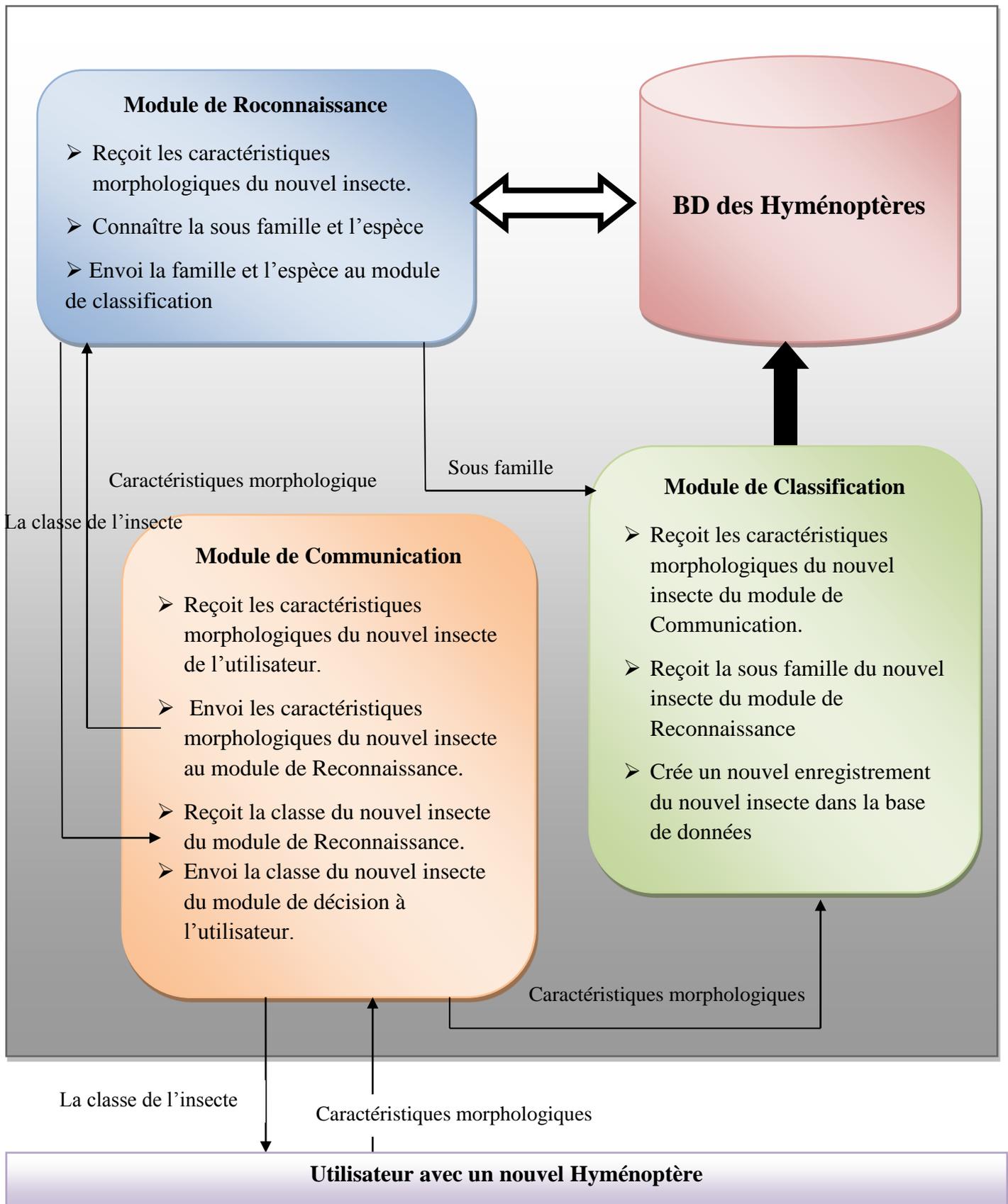


Figure 17 : Schéma de fonctionnement du système de classification des Hyménoptères.

5 Implémentation du système

5.1 Les outils d'implémentation

- **Le langage JAVA**

Afin de réaliser l'interface permettant aux utilisateurs de manipuler le prototype, nous avons choisi le langage Java. Ce choix a été motivé par les raisons suivantes:

Java assure une totale indépendance des applications vis-à-vis de l'environnement d'exécution : c'est à dire que toute machine supportant Java est en mesure d'exécuter un programme sans aucune adaptation.

Un accès simplifié aux bases de données.

- **Environnement de développement**

En ce qui concerne l'environnement de développement, nous avons choisi NetBeans 12.1 qui est un environnement de développement intégré (IDE) pour le développement d'applications orientées objet.

La figure suivante présente la page d'accueil de NetBeans :

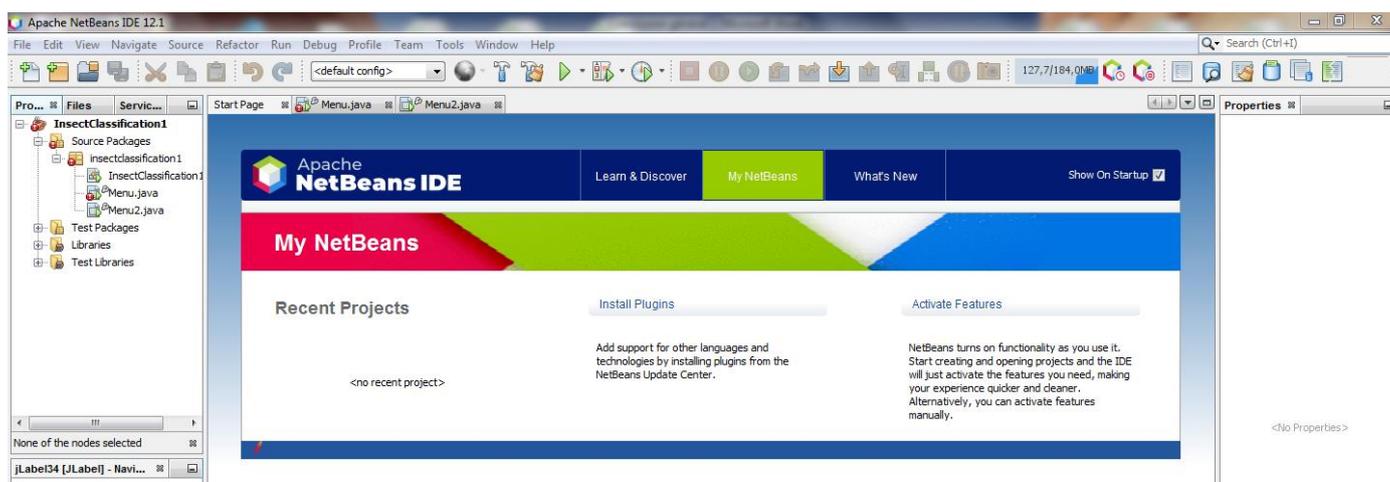


Figure 18 : Page d'accueil de NetBeans.

- **Php Myadmin**

Est une application Web de gestion pour les systèmes de gestion de base de données MySQL et Maria DB, réalisée principalement en PHP et distribuée sous licence GNU GPL. Il s'agit de l'une des plus célèbres interfaces pour gérer une base de données MySQL sur un serveur PHP.

De nombreux hébergeurs, gratuits comme payants, le proposent ce qui évite à l'utilisateur d'avoir à l'installer.

Chapitre 3 - Classification Automatique Des Hyménoptères -

Cette interface pratique permet d'exécuter, très facilement et sans grandes connaissances en bases de données, des requêtes comme les créations de table de données, insertions, mises à jour, suppressions et modifications de structure de la base de données, ainsi que l'attribution et la révocation de droits et l'import/export. Ce système permet de sauvegarder commodément une base de données sous forme de fichier .sql et d'y transférer ses données, même sans connaître SQL.

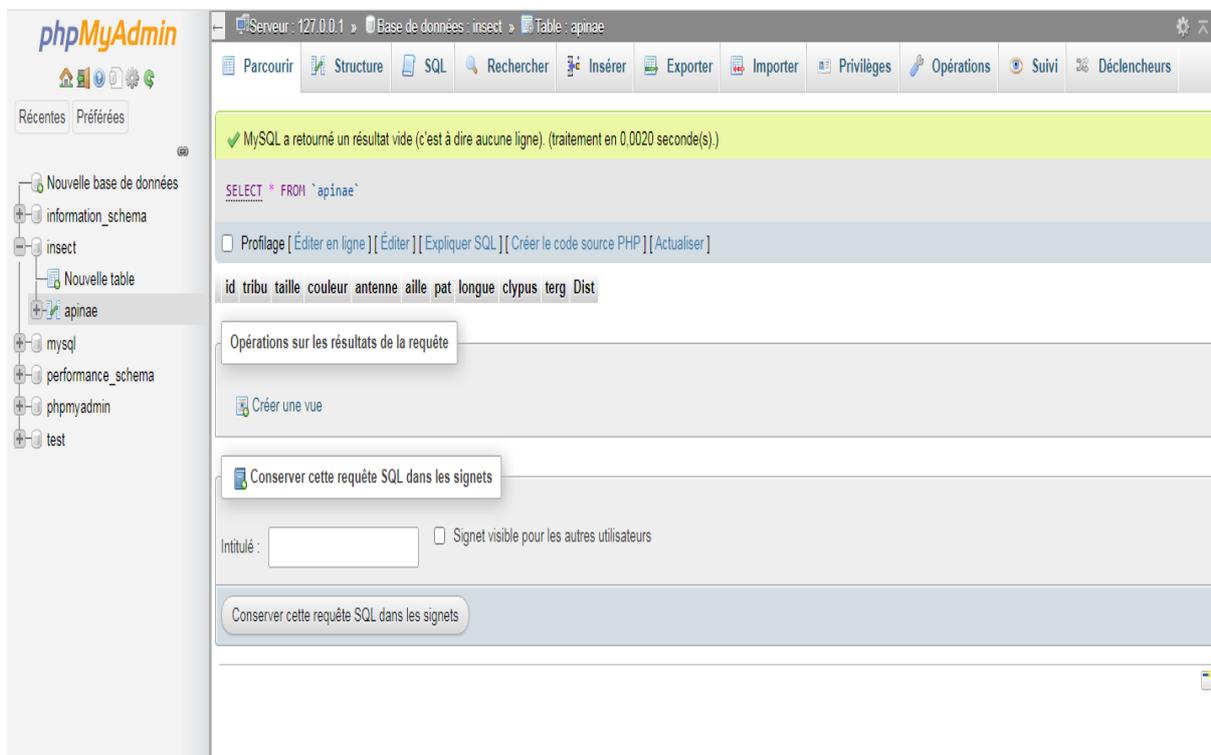


Figure 19 : l'interface de phpMyadmin.

5.2 Développement de l'application

La **figure 20** illustre l'interface d'accueil de notre système proposé, cette dernière est affichée dès qu'on lance l'exécution du système.



Figure 20 : Interface d'accueil.

L'interface d'accueil du système proposé comporte trois volets : volet Apidae, volet Xylocopinae et le volet Nomadini. Chaque volet permis une classification de sa sous famille selon ses propres caractéristiques morphologique. Les **figures 21, 22, 23**, démontrent chaque volet.

Chapitre 3 - Classification Automatique Des Hyménoptères -

Design Preview [Menu]

Home Apinae Xylocopinae Nomadini

APINAE

ID-Apinae

Tribu

Taille Mm

Couleur

Antenne

Ailes

Pattes

Longues

Clypus

Tergite

Distribution

Ajouter Chercher Annuler

Figure 21 : Volet Apinae.

Design Preview [Menu]

Home Apinae Xylocopinae Nomadini

Xylocopinae

ID-Xylocopinae

Tribu

Nom-Commun

Taille

Couleur

Corps

Pattes

Distribution

Ajouter Chercher Annuler

Figure 22 : Volet Xylocopinae.

Chapitre 3 - Classification Automatique Des Hyménoptères -

Design Preview [Menu]

Home Apinae Xylocopinae **Nomadini**

Nomadini

ID-Nomadini

Tribu

Taille Mm

Tête

Thorax

Ailes

Pattes

Abdomen

Distribution

Ajouter Chercher Annuler

Figure 23 : Volet Nomadini.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les bioinformatique est l'ensemble des méthodes et des techniques utilisant des composants du vivant (molécules, organites, cellules, organismes) pour rechercher, modifier ou produire des substances chimiques ou des éléments d'origine végétale, animale ou microbienne.

Il y a quelque 10 000 ans, lorsqu'il est passé du stade de cueilleur-chasseur à celui d'agriculteur-éleveur, l'homme, en sélectionnant les espèces végétales ou animales dont il avait besoin, en semant ses récoltes et en faisant se reproduire son bétail, commençait déjà à modifier le monde vivant qui l'entourait pour améliorer son ordinaire

Bioinformatique biologique, est un ouvrage scientifique qui s'appuie sur une connaissance approfondie de la morphogénèse et du développement des organismes vivants dans un objectif de recherche scientifique pour accroître les connaissances humaines. Il offre à la fois une vue d'ensemble des techniques utilisées et une approche détaillée qui autorise la reproductibilité des protocoles.

La bioinformatique en entomologie c'est la science qui étudie les insectes et pour mieux développer et orienter les efforts de recherche dans ce domaine.

Elle contribue à la connaissance du monde mais aussi au développement des activités comme l'agriculture ou encore à la lutte contre les espèces invasives. Passionné(e) par la nature, la biologie, mais surtout par les insectes

Aujourd'hui, la pratique de l'entomologie est davantage tournée vers la **protection des espèces** plutôt que vers la constitution de collection.

Les techniques d'identification **génétique**, basées notamment sur le code barre ADN se sont récemment développées. Mais comme elles restent coûteuses, les biologistes ont encore beaucoup recours à l'observation de l'espèce pour l'identifier dans ce vaste monde d'insectes

Dans notre projet, on a proposé un système bioinformatique dédié aux entomologistes pour une classification automatique des Hyménoptères selon leurs caractéristiques morphologiques. Nous avons données une étude détaillée sur la famille Apidae avec ses sous familles (Apinae, Xylocopinae et Nomadini) cette étude a été résumé dans des tableaux qui expliquent mieux et clairement les caractéristiques de chaque sous famille et les espèces trouvés.

Notre système a été implémenté complètement en JAVA, il fonctionne selon trois modules complémentaires : un module de communication avec les utilisateurs du système, un module de reconnaissance responsable de la reconnaissance des espèces selon leurs caractéristiques morphologiques et

Un module de Classification qui est responsable de la classification des espèces dans la base de données. Notre base de données est composée des tables des sous-familles Apidae.

Ce mémoire s'appuie essentiellement sur une synthèse bibliographique récente et très variée.

LA BIBLIOGRAPHIE

- 1) **Amiet F . Herrmann M . Müller A. Neumeyer R (2007).** APIDAE 5 FAUNA HELVETICA 20 . Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel (Suisse) édition corrigée (1re édition:2007).
- 2) **Aouar-Sadli M . (2010).** systématique ,éco-éthologie des abeilles hymenoptera : Apoidea) et leurs relations avec la culture de féve (vicia fabaL) sur champ dans la région de Tizi Ouzou .thèse de doctora en Entomologie ,Unv Mouloud Maameri de Tizi Ouzou: 268p. i.
- 3) **Bakiri A.(2016).** Monographie des insectes hymenoptères apoidea cleptoparasites en Algérie .Thèse doctora.Univ.Mentouri Constantine :134pp.
- 4) **Bakiri A. Louadi K. Schwarz M. (2016).** Le genre Nomada Scopoli, 1770 du Nord-Est de l'Algérie (Hymenoptera, Apidae).
- 5) **Banszaka J.&Rasmont P.(1994).** Eucera scopoli nouvelle pour la France (Hymenoptera,anthophorinae) .Annales de la Société entomologique de France (N.S.), 99(2): 165-168.
- 6) **Banaszak J. & F.J. Ortiz-sánchez (1993).** Nuevas aportaciones al conocimiento de la tribu Eucerini en el sureste de España (Hymenoptera: Anthophoridae). – Boletín de la Asociación española de Entomología 17 (2): 263-274.
- 7) **Baxevanis, A. D., & Ouellette B. F. (2004).** Bioinformatics: a practical guide to the analysis of genes and proteins (Vol. 43). John Wiley & Sons Nomadini). Entomofauna. 37 (43) : 697-712.
- 8) **Bendjedid, H, & Achou, M. (2014).** Etude de la diversité morphométrique de deux populations d'abeilles domestiques (Apis mellifera intermissa et Apis mellifera sahariensis) du sud Algérien. Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie, 28(1), 84-95.
- 9) **Beroud C. (2011).** Base de données et outils bioinformatique utiles en génétique support de cours . université Médicale virtuelle Francophone.
- 10) **Borne F. I. (1999).** Fly Picture Measurement,Un nouvel outil informatique pour l'étude des glossines. revue élev.Méd.vét.pays trop,52(1):19-21.

- 11) **Bradbear N. (2010).** le role des abeilles dans le développement rural. Rome

- 12) **Chahbar N.,Hamadi K(2020).** Les abeilles domestiques locales et l`environnement. un modèle parfait pour la sensibilisation environnementale.Univ.Boumerdes . l Educateur ,23 : 136-143.

- 13) **Charabidze D (2008).** ForenSeek: un programme de simulation du développement des insectes nécrophage dédié à l`entomologie médico-légale.Annales de la société entomologique de France ,44:3,385-392.

- 14) **Cornuet,J. M, Daoudi,A.El Hassania M,Fresnaye J.(1988).**ÉTUDE BIOMÉTRIQUE DE POPULATIONS D`ABEILLES MAROCAINES.Apidologie,19(4),355-366.

- 15) **Coulson R N,Saunders M C(1987).**(Computer_Assisted decision making as applied to Entomology , department of entomology.

- 16) **Dabba Ali M.2019 .** module : bioinformatique.univ.mohamed boudiaf.m`silla.

- 17) **Delvare G & Aberlenc H P. 1989.** les insectes d`Afrique et d`Amérique tropicale clés pour la reconnaissance des familles. PRIFAS CIRAD- GERDAT. P 302.

- 18) **Dours JMA. 1869.** Monographie Iconographique du Genre Anthophora Lat.Mémoires de la Société Linnéenne du Nord de la France. 2:1–211.

- 19) **Ebey-gessneb E.**TABLES ANALYTIQUES pour la détermination des Hyménoptères du Valais

- 20) **Imbs D., Hassan S H (2009).**Bioinformatique .travail de `étude,.Université de Nice sophia antipolis , France.

- 21) **Guéguen J. C. (2018).** Les échos de la vallée aux loups : LE Bourdon terrestre. 98,rue jean longuet .Chatenay-Malabry.

- 22) **Jacques van H. (2015).** cours en ligne bioinformatique. Aix-marseille université,France.

- 23) Korba A. (2020).** Cours bioinformatique. université mohamed El Bachir El Brahimi Bordj Bou Arréridj.
- 24) Lepeletier de Saint-Fargeau ALM. 1841.** Histoire naturelle des Insectes Hyménoptères. 2. Paris: Roret; 680 p.
- 25) Livory A. Sagot P. Lair X. (2017).** Abeille de la manche : les petits genre d apidés (Hymenoptera Apidae). l`Agriope ,98: 3-24.
- 26) Louadi K, Terzo M, Benachour K, Berchi S, Aguib S, Maghni N, Benarfa N. 2008.** Les Hyménoptères Apoidea de l'Algérie orientale avec une liste d'espèces et comparaison avec les faunes ouest- paléarctiques. Bulletin de la Société entomologique de France. 113:459–472.
- 27) Lucas P H.(1849).** Exploration Scientifique de l'Algérie pendant des années 1840, 1841, 1842 publiée par ordre du gouvernement et avec le concours d'une commission académique. Sciences physiques. Zoologie. Histoire Naturelle des Animaux Articulés. Première Partie. Arthus Bertrand, Paris. xxxv + 403 pp.
- 28) Maghni N , Louadi K, Ortiz-Sanchez F G & Rasmont P (2017):** Les Anthophores de la région des Aurès (nord-est de l'Algérie) (Hymenoptera: Apidae: Anthophorini), Annales de la Société entomologique de France (N.S.),DOI: 10.1080/00379271.2017.1305916
- 29) Maghni N.(2017).** Biogéographie des apidae (hymenoptera; apoidea) d'Algérie et monographie des espèces d`eucerini et anthophorinidans la région des Aurès. These de doctora universite mentouriconstantine.
- 30) Maghni N.(2006).** Contribution à la connaissance des abeilles sauvages (Hymenoptera ; Apoidea) dans les milieux naturels et cultivés de la région de Khenchela.these de magister, Université MENTOURI Constantine.
- 31) Mathilde D. (2019).** comment faciliter l`identification de lentomofaune?construction,évaluation et amélioration de clé identification.these de doctora. Muséum National D`Histoire Naturelle : écologie et biodiversité.

- 32) **Pecault F. (2002).** L'envenimation par les hyménoptères. Thèse d'exercice. Université Paul Sabatier -Toulouse.
- 33) **Philip Iain B. (2005).** A database for Egyptian Entomology.
- 34) **Rasmont P., Terzo M. (2010).** Catalogue et clé des sous genres et espèces du genre *Bombus* de Belgique et du Nord de la France (Hymenoptera, Apoidea). Univ. de Mons. Laboratoire de Zoologie : 28p
- 35) **Rawda B., M. A., Hatem, M. M., EL-Bassiony, M. N., & Ismael, M. M. (2020).** Taxonomic revision of Subgenus *Pyganthophora* Brooks (Hymenoptera–Apidae) of Egypt. Entomology Department. Faculty of Science. Ain Shams University. Cairo, Egypt.
- 36) **Risch S, (2001).** Die Arten des Genus *Eucera* SCOPOLI 1770 (Hymenoptera, Apidae). Untergattung *Pareucera* TKALCÜ 1979. Entomofauna, 22 (15) : 365-376.
- 37) **Risch S, (1999).** Neue und wenig bekannte Arten der Gattung *Eucera* SCOPOLI 1770 (Hymenoptera, Apidae). Linzer biologische Beiträge, 31 (1) : 115-145.
- 38) **Roth M., (1980).** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer. Paris P 259.
- 39) **Saunders E. (1908).** Hymenoptera Aculeata collected in Algeria by the Rev. A.E. Eaton, M.A., F.E.S., and the Rev. Francis David Morice, M.A., F.E.S. Part III. Anthophila. Transactions of the Entomological Society of London. 2:177–273
- 40) **Smith J. (2018).** Identification key to the European species of the bee genus *Nomada* Scopoli, 1770 (Hymenoptera: Apidae) including 23 new species. Zeitschrift für Entomologie. 3:1-253.
- 41) **Terzo M, Rasmont P. (2004).** Biogéographie et systématique des abeilles rubicoles du genre *Ceratina* Latreille au Turkestan (Hymenoptera, Apoidea, Xylocopinae). Ann. Soc. entomol. Fr. (n.s.), 40 (2) : 000-000.
- 42) **Terzo M, Iserbyt S, Rasmont P. (2007).** Révision des Xylocopinae (Hymenoptera : Apidae) de France et de Belgique. Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie, Avenue du Champ de Mars 6, B-7000 Mons, Belgique. Ann. soc. entomologie. Fr. (n.s.), 43 (4) : 445-491.

43) Tisdall J. D. (2002). introduction à perl pour la bioinformatique. Paris france:O`Reilly.

Web Bibliographie

1) Robert GAUMONT, « HYMÉNOPTÈRES », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 21 juin 2022. URL : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/hymenopteres/>.

2) <https://www.discoverlife.org/>.

Résumé

Le présent travail est un système bioinformatique dédié aux entomologistes pour une classification automatique des hyménoptères selon leurs caractéristiques morphologiques. Ce système est réalisé à partir d'une étude détaillée sur la famille des Apidae avec ses sous familles (Apinae, Xylocopinae, Nomadini).

Le projet est composé de trois modules complémentaire (reconnaissance, communication et classification) et d'une base de données qui contient les espèces classé selon les caractéristiques morphologiques des sous famille Apidae.

Notre système est implémenté complètement en langage de programmation JAVA en utilisant php Myadmin comme un système de gestion de base de données.

Mots clés : Bioinformatique, Hyménoptères, Apidae, Caractéristiques morphologiques, Base de données, JAVA.

Abstract

The present work is a bioinformatic system dedicated to entomologists for an automatic classification of hymenoptera according to their morphological characteristics. This system is based on a detailed study of the Apidae family with its subfamilies (Apinae, Xylocopinae, Nomadini).

The project is composed of three complementary modules (recognition, communication and classification) and a database which contains the species classified according to the morphological characteristics of the subfamily Apidae.

Our system is implemented completely in JAVA programming language using php MyAdmin as a database management system.

Key words : Bioinformatics, Hymenoptera, Apidae, Morphological characteristics, Database, JAVA.

العمل الحالي هو نظام معلوماتي حيوي مخصص لعلماء الحشرات من أجل التصنيف التلقائي لغشائيات الأجنحة وفقا لخصائصها المورفولوجية. يعتمد هذا النظام على دراسة مفصلة لعائلة Apidae مع فئاتها الفرعية (Apinae, Xylocopinae, Nomadini)

يتكون المشروع من ثلاث وحدات تكميلية (التعرف والاتصال والتصنيف) وقاعدة بيانات تحتوي على الأنواع المصنفة وفقا للخصائص المورفولوجية للفصيلة الفرعية Apidae .
يتم تنفيذ نظامنا تماما في لغة البرمجة جافا باستخدام بريس كنظام إدارة قواعد البيانات .

الكلمات المفتاحية : المعلوماتية الحيوية ، غشائيات الأجنحة ، Apidae ، الخصائص المورفولوجية ، قاعدة البيانات ، JAVA .

MERCI