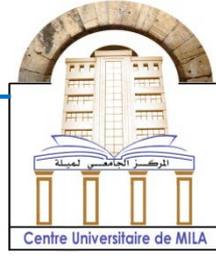


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref : .....

**Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila**

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Ecologie et de l'Environnement

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de  
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

Thème :

*Les fourmis de la région de Mila et leurs exploitations dans les produits cosmétiques.*

Présenté par :

- Belaidi Houda
- Benziane Narimane

Devant le jury :

Président	Mr Daoudi H	MCA	CUM
Promoteur	Mr Bouzegag A	MCA	CUM
Co-Promotrice	Mme Bousmid A	MCB	CUM
Examinatrice	Mme Kherief Nacereddine S	MCA	CUM
Examineur	Mr Souiadi A	Représentant de la Direction du Commerce -Mila	

Année Universitaire : 2023/2024

## **Remerciements**

*Nous remercions avant tout Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté de commencer et de terminer cette thèse dans le cadre d'un projet de startup.*

*Nos sincères remerciements s'adressent à nos encadreurs, M. Bouzegag Abdelaziz et Mme Bousmid Ahlem, enseignants à l'Institut des Sciences de la Nature et de la Vie du Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf - Mila, pour leurs conseils et leur présence tout au long de notre travail.*

*Nos remerciements vont également à M. Daoudi Hamza, maître de conférences A et directeur de l'incubateur du Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, pour avoir accepté de présider le jury.*

*Notre gratitude et notre reconnaissance vont à Mme Kherief Nacreddine Saliha, maître de conférences A au Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, et à M. Souiadi Amine, représentant de la Direction du commerce de la wilaya de Mila, pour avoir accepté de juger ce travail.*

*Nous exprimons nos sincères remerciements à tous les enseignants intervenants et à toutes les personnes qui, par leurs paroles, leurs conseils et leurs critiques, ont guidé notre réflexion.*

*Enfin, nos sincères remerciements à tous ceux et celles, de près ou de loin, qui ont permis, par leurs conseils et leurs compétences, la réalisation de ce mémoire.*

## Résumé

La réalisation d'une étude sur la diversité des fourmis à Mila, Algérie, menée à deux sites (le campus universitaire et Mechtat Boulegrameche) avec deux méthodes d'échantillonnage, a révélé 17 espèces réparties en 3 sous-familles et 11 genres, principalement dominées par les Myrmicinae (12 espèces). Mechtat Boulegrameche a montré une richesse en espèces supérieure à celle du campus universitaire. Les espèces *Crematogaster auberti* et *Monomorium sp.* étaient prédominantes respectivement dans chaque site. Les indices écologiques indiquent une diminution de la diversité spécifique en milieu urbain, attribuée à l'effet des îlots de chaleur. La méthode la plus efficace pour l'échantillonnage a été celle des pots Barber, permettant de recenser 12 espèces et d'analyser la composition et la structure des populations de fourmis. Pour une meilleure compréhension de la myrmécofaune en Algérie, il est recommandé de réaliser des échantillonnages réguliers dans divers milieux en utilisant des méthodes adaptées.

**Mots clés :** fourmis , diversité, méthodes d'échantillonnage, espèces, indices écologiques

## ملخص

إنجاز دراسة عن تنوع النمل في ولاية ميله بالجزائر، أُجريت في موقعين (الحرم الجامعي ومشته بولغراماش) باستخدام اثنتين من أساليب الأخذ العينات، كشف عن وجود 17 نوعًا منتشرة في 3 فصائل و 11 جنسًا، يهيمن عليها فصيلة النمليات بوجود 12 نوعًا. أظهرت مشته بولغراماش غنى أكبر في الأنواع مقارنة بالحرم الجامعي. كانت أنواع *Monomorium sp* و *Crematogaster auberti* سائدة في كل موقع على حدة. أشارت المؤشرات البيئية إلى انخفاض التنوع النوعي في البيئة الحضرية، يُرجع ذلك إلى تأثير الحرارة. كانت طريقة أصيص باربر الأكثر فعالية في الأخذ العينات، مما سمح بتسجيل 12 نوعًا وتحليل تكوين وهيكلي مجتمعات النمل. لفهم أفضل myrmécofaune في الجزائر، يُوصى بإجراء عينات منتظمة في بيئات متنوعة باستخدام أساليب وطرق مناسبة

**الكلمات المفتاحية:** النمل ، تنوع ، أخذ العينات، نوعًا ، المؤشرات البيئية

**Abstract**

A study on ant diversity in Mila, Algeria, conducted at two sites (the university campus and Mechtat Boulegrameche) using two sampling methods, revealed 17 species distributed across 3 subfamilies and 11 genera, predominantly dominated by Myrmicinae (12 species). Mechtat Boulegrameche showed a higher species richness compared to the university campus. The species *Crematogaster auberti* and *Monomorium sp.* Were predominant respectively at each site. Ecological indices indicate a decrease in species diversity in urban environments, attributed to the urban heat island effect. The most effective sampling method was Barber traps, which identified 12 species and allowed analysis of ant population composition and structure. For a better understanding of myrmecofauna in Algeria, it is recommended to conduct regular samplings in various environments using suitable methods.

**Keywords :** : ant , diversity, sampling methods, especies, Ecological indices

Remercîment

Résumé

ملخص

Abstract

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

## *Chapitre 01 Généralités sur les fourmis*

<b>I.1. Généralités sur les fourmis</b>	<b>1</b>
<b>I.2. Classification des fourmis</b>	<b>1</b>
<b>I.3. Principaux sous famille des fourmis</b>	<b>2</b>
<b>I.3.1. Myrmicinae</b>	<b>2</b>
<b>I.3.2. Dolichoderinae</b>	<b>2</b>
<b>I.3.3. Formicinae</b>	<b>2</b>
<b>I.3.4. Dorylinae</b>	<b>2</b>
<b>I.3.5. Ponerinae</b>	<b>2</b>
<b>I.4. Anatomie externe (morphologie)</b>	<b>2</b>
<b>I.4.1. Tête</b>	<b>2</b>
<b>I.4.2. Thorax</b>	<b>3</b>
<b>I.4.3. Abdomen</b>	<b>3</b>
<b>I.5. Cycle de développement des Formicidés</b>	<b>4</b>
<b>I.5.2. Fondation d'une colonie</b>	<b>5</b>
<b>I.5.3. De l'œuf à la nymphe</b>	<b>5</b>
<b>I.6. Habitat des Formicidés</b>	<b>5</b>

<b>I.7. Les fourmis comme bio indicateur</b>	<b>7</b>
<b>I.7. Répartition des Formicidés dans le monde et dans l'Algérie</b>	<b>7</b>
<b>I.7.1. Dans le monde</b>	<b>7</b>
<b>I.7.2. En Algérie</b>	<b>8</b>

## ***Chapitre 02 Présentation de la zone d'étude***

<b>II.1.Situation géographique de la Wilaya de Mila</b>	<b>9</b>
<b>II.1.1. Cadre géographique</b>	<b>9</b>
<b>II.1.2. Les facteurs édaphiques</b>	<b>9</b>
<b>II.1.2.1. Les Reliefs</b>	<b>9</b>
<b>II.1.2.2. Hydrographie</b>	<b>10</b>
<b>II.1.3. Facteurs climatiques</b>	<b>11</b>
<b>II.1.3.1.La température</b>	<b>11</b>
<b>II.1.3.2. La pluviométrie</b>	<b>12</b>
<b>II.1.3.3. Le vent</b>	<b>13</b>
<b>II.1.3.4. Synthèse climatique de la région de Mila</b>	<b>14</b>
<b>II.1.3.4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен</b>	<b>14</b>
<b>II.1.3.4.2. Climmagramme d Emberger</b>	<b>15</b>
<b>II.1.5. Cadre biotique</b>	<b>16</b>
<b>II.1.5.1. La flore</b>	<b>16</b>
<b>II.1.5.2. La faune</b>	<b>17</b>

## ***Chapitre 03 Matériels et Méthodes***

<b>III.1. Etude de la biodiversité des fourmis</b>	<b>20</b>
<b>III.1.1. Choix des stations d'études</b>	<b>20</b>
<b>III.1.1.1. Station de Centre Universitaire de Mila</b>	<b>20</b>
<b>III.1.1.2. Station de Mechta Boulegramche d'Amira Arrès</b>	<b>22</b>
<b>III.1.2. Méthodologie</b>	<b>23</b>

III.1.2.1. Sur terrain	24
III.1.2.1.1. Capture directe	24
III.1.2.1.2. Pièges trappes ou pots Barber	25
III.1.2.2. Au laboratoire	26
III.1.2.2.1. Matériels utilisés	27
III.1.3. Exploitation des résultats	28
III.1.3.1. Indices de composition	28
III.1.3.1.1. Richesse totale (S)	28
III.1.3.1.2. Richesse moyenne (Sm)	28
III.1.3.3. Fréquence centésimale ou abondance relative (AR%)	28
III.1.3.1.4. Fréquences d'occurrence (FO %)	29
III.1.3.2. Indices écologiques de structure	29
III.1.3.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	29
III.1.3.2.2. Indice de diversité maximale (H' max)	30
III.1.3.2.3. Equitabilité (E)	30
III.2. Valorisation des fourmis dans le cadre d'un projet de startup	31
III. 2.1. Extraction d'huile de fourmi et fabrication des Produits Cosmétiques	31
III.2.1.1. Extraction d'huile de fourmis	31
III.2.2.2 Analyse des propriétés physico-chimiques des huiles d'olive et de fourmis	31
III.2.2.2.1. Analyses physiques	31
III.2.2.2.2. Analyses chimiques	33
III.2.2.3. Préparation des savons solide et pâteux à base d'huiles d'olive	35
III.2.2.4. Fabriquer un savon liquide avec des restes de savons solides	37

## *Chapitre 04 Résultats et Discussions*

IV.1. Liste globale des espèces de Formicidae capturées grâce aux différentes méthodes d'échantillonnage dans les deux stations d'étude	38
IV.2. Proportion des sous famille dans la région d'étude	39
IV.3. Résultats obtenus grâce à la méthode des pots Barber	40

<b>IV.3.1.Indices écologiques appliqués aux espèces de Formicidae capturées grâce aux pots Barber</b>	<b>40</b>
<b>IV.3.2.Richesse totale et moyenne</b>	<b>41</b>
<b>IV.3.3.Abondance relative</b>	<b>42</b>
<b>IV.3.4.Fréquence d'occurrence</b>	<b>44</b>
<b>IV.4.Résultats obtenus grâce à la méthode chasse à vue</b>	<b>45</b>
<b>IV.4.1.la richesse totale</b>	<b>45</b>
<b>IV.4.2.Abondance relative</b>	<b>46</b>
<b>IV.5.Analyse des propriétés physico-chimiques des huiles d'olive et de fourmis</b>	<b>47</b>
<b>IV.5.1.Analyses physiques</b>	<b>47</b>
<b>IV.5.2.Analyses chimiques</b>	<b>47</b>
<b>IV.6.Les produits cosmétiques Bio à base d'huile de fourmis</b>	<b>48</b>
<b>IV.6.1.L'huile de fourmis</b>	<b>48</b>
<b>IV.6.1.1.Utilisation</b>	<b>49</b>
<b>IV.6.1.2.Conservation et avertissements</b>	<b>49</b>
<b>IV.6.1.3.Propriétés et bienfait du savon bio d'huile de fourmis</b>	<b>50</b>
<b>IV.6.1.4.Emballage de savon produit à base d'huile de fourmis</b>	<b>50</b>
<b>Conclusion</b>	<b>55</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>57</b>

**Liste des figures**

Figure 01	Anatomie externe de la fourmis
Figure 02	Répartition des fourmis dans le monde
Figure 03	Situation géographique de la wilaya de Mila
Figure 04	Relief et zones naturelles de la wilaya de Mila (Extrait de la carte topo/5.EST-Algérien)
Figure 05	répartition Température moyenne, minimale et maximale de la région de Mila
Figure 06	répartition des Précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila
Figure 07	Variations des vents mensuelles moyennes de la région de Mila
Figure 08	Diagramme Ombrothermique de la région de mila.
Figure 09	Carte géographique des stations d'étude
Figure 10	Situation géographique de Centre Universitaire de Mila
Figure 11	Stations d'échantillonnages au Centre Universitaire
Figure 12	Localisation géographique de Mechtat Boulagrameche
Figure 13	Stations d'échantillonnages à Mechtat Boulagrameche
Figure 14	Capture des fourmis par la méthode de chasse a vue
Figure 15	Emplacement de pot Barber
Figure 16	conservation des fourmis récoltées
Figure 17	Matériels utilisés durant notre étude sur terrain et au laboratoire
Figure 18	Proportion des sous-familles recensées dans la région d'étude
Figure 19	Abondance relative AR% des espèces de fourmis capturées grâce à la méthode Pots Barber dans les deux sites d'étude
Figure 20	Abondance relative AR% des espèces de fourmis capturées grâce à la méthode de la chasse à vue dans les deux stations d'étude
Figure 21	l'huile de fourmis conditionné dans des flacons
Figure 22	Savon bio à base d'huile de fourmis

**Liste des tableaux**

Tableau 01	Température moyenne, minimale et maximale de la région de Mila (2016-2023)
Tableau 02	Précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila
Tableau 03	Variations des vents mensuelles moyennes de la région de Mila
Tableau 04	Les mammifères recensés de la région de Mila
Tableau 05	Les reptiles recensés de la région de Mila
Tableau 06	Les poissons recensés de la région de Mila
Tableau 07	les espèces de fourmis capturées par les pots Barber et la collecte manuelle.
Tableau 08	Espèces de fourmis recensées par les pots de barber dans les deux sites d'étude
Tableau 09	La richesse totale et moyenne des fourmis récoltées dans les sites d'études grâce à la méthode des pots Berbar
Tableau 10	Abondance relative des espèces de fourmis capturées grâce a la méthode de pots Barber dans les deux stations d'étude
Tableau 11	Fréquence d'occurrence des espèces de fourmis capturées grâce aux pots Barber dans les deux stations d'étude
Tableau 12	Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, de la diversité maximale ainsi que de l'équitabilité appliquée aux fourmis capturées dans les deux sites d'étude par la méthode des pots Barbé
Tableau 13	Les espèces de fourmis recensées par chasse à vue dans les deux sites d'étude
Tableau 14	Abondance relative des espèces de fourmis capturées grâce à la chasse à vue dans les deux sites d'étude
Tableau 15	Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, de la diversité maximale ainsi que de l'équitabilité appliquée aux fourmis capturées dans les deux sites d'étude par la méthode de chasse a vue

# **Introduction**

Les fourmis (Formicidae) sont des insectes sociaux les plus répandus sur Terre (**Cundy et Shin, 2017**). Elles constituent la plus grande composante de la famille des hyménoptères (**Bingqian et al., 2023**). Avec 16 580 espèces appartenant à 501 genres décrites (**Lutinski et al., 2024**), les fourmis représentent le groupe d'insectes le plus diversifié et le plus abondant (**Amara et al., 2020**). Les fourmis sont omniprésentes dans les écosystèmes terrestres, y compris les zones agricoles et les forêts. Elles jouent un rôle crucial dans le mouvement du sol, la décomposition, le cycle des nutriments, la pollinisation, la prédation, le charognage et la dispersion des graines. De plus, elles sont une source de nourriture essentielle pour de nombreuses espèces sauvages (**Pohl et al., 2024**).

Le taxon des fourmis représente une biomasse d'environ 12 mégatonnes de carbone sec, dépassant celle des oiseaux et des mammifères sauvages combinés, et équivalant à environ 20 % de la biomasse humaine (**Schultheiss et al., 2022**). Il constitue l'outil le plus pertinent pour un diagnostic de l'état du milieu (**Abdi-Hamecha, 2021**) ils ont été utilisés comme un bio indicateur dans les agrosystèmes pour déterminer leurs états (**Peck et al., 1998**), Elles sont d'excellents bioindicateurs de la qualité du sol et jouent un rôle crucial dans la restauration des zones dégradées et reboisées (**Parikh et al., 2020**).

Les fourmis sont exploitées principalement dans l'industrie pharmacologique et alimentaire en raison de leurs propriétés thérapeutiques et nutritionnelles (**Jena et al., 2020 ; Agarwal et al., 2022**). En la pharmacologie certaines espèces de fourmis comme *Paraponera clavata* (Fabricius), *Polyrhachis vicina* Roger, et *P.lamellidens* montrent un potentiel thérapeutique contre la tuberculose, l'asthme, la bronchite, les maladies cardiaques, les maladies du foie...etc (**Agarwal et al., 2022**). Dans le domaine alimentaire les fourmis tisserandes sont consommées dans de nombreuses régions du monde. De plus, le secteur des startups spécialisé dans les aliments à base d'insectes connaît une forte croissance, notamment en France, aux Pays-Bas et aux États-Unis. (**Halloran et al., 2014**). Enfin, les fourmis sont traditionnellement utilisées dans la fabrication de produits cosmétiques destinés à réduire la pilosité.

Depuis le siècle dernier, ces insectes ont attiré l'attention de nombreux chercheurs. De nombreux inventaires de la myrmécofaune ont été réalisés dans le cadre de projets visant à renforcer notre compréhension de la biodiversité, notamment à partir des années 1970. Parmi ces études, on peut citer celles de **Bernard (1973, 1976)**, **Passera (1984)**, **Jolivet (1986)**, **Longino et Colwell (1997)**, **Delabie et al., (2000)**, **Marinho et al., (2002)**, **Hites et al., (2004)**, et **Lappola et al., (2006)**.

En Algérie, selon **Abdi-Hamecha, (2021)** les premiers travaux sur les fourmis ont été effectués par **Forel (1890, 1894, 1907)**, **Santschi (1915, 1929a, 1929b)** et **Bernard (1955, 1963, 1973, 1977, 1982)**. Les plus récents travaux sont ceux de **Barech (2017, 2018, 2020)** et **Dihina (2009)** sur deux stations algéroises et le travail de **Djioua (2011)** dans des sites forestiers et agricoles et de travail de **Chemala (2013)** et **Amara (2013)** dans les milieux sahariens et le travail de **Ouarab et Doumandji (2019)** dans la réserve naturelle de la zone humide de Reghaïa et **Abdi-Hamecha et al. (2021)** dans quelques oliveraies de la région de Kabylie et **Sadou, (2022)** dans les agroécosystèmes fruitiers dans les régions de Tizi-Ouzou (Kabylie). Quelles sont les potentialités et les défis de l'exploitation des fourmis de la région de Mila, en Algérie, dans l'industrie des produits cosmétiques, en tenant compte des aspects écologiques, socio-économiques et réglementaires ?

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de projet de startup, dédiée à l'étude des fourmis dans la région de Mila et à leur exploitation dans les produits cosmétiques. Notre mémoire est organisé en quatre chapitres :

- le premier chapitre rapporte des généralités sur les Formicidés.
- Le deuxième chapitre consiste en la présentation de la région d'étude.
- Le troisième chapitre est consacré au matériel utilisé et méthodes adoptées sur terrain et au laboratoire pour l'étude et exploitation des Formicidés.
- Les résultats et leur discussion font l'objet du quatrième chapitre.
- Ce travail se termine par une conclusion générale.

**Chapitre : 01**  
**Généralités sur les fourmis**

### I.1. Généralités sur les fourmis :

D'après **Bernard (1983)**, les Formicidés sont des Hyménoptères aculéates assez inférieurs, tous sociaux. Ces insectes, incapables de vivre seuls forment de vastes cités structurées et hiérarchisées. Elles occupent un nombre record de niches écologiques dont 15.000 à 30.000 espèces sont réparties dans le monde, ayant des aspects très variés.

Elles forment un groupe taxonomique d'une très grande diversité. Elles présentent une organisation sociale remarquable qui leur a permis d'être omniprésentes à la surface de la planète.

Les fourmis constituent un groupe faunique dominant à l'échelle mondiale. Elles contribuent pour une large part à la biomasse animale terrestre et jouent des rôles écologiques clés en tant qu'ingénieures du sol, prédatrices, recycleuses de nutriments, et régulatrices de la croissance et de la reproduction des plantes (**Andersen, 2019**).

Ces insectes sont écologiquement dominants dans presque tous les milieux terrestres du monde entier. Les espèces de fourmis, bien qu'elles ne constituent que 1,5% de la faune d'insectes mondiale, plus de 12 000 espèces ont été décrites. Elles représentent jusqu'à 10 % ou plus de la biomasse animale totale dans les forêts tropicales (**Agosti, 2000**). A l'échelle locale, les assemblages des fourmis sont diversifiés sous l'influence du climat, de l'altitude et de la qualité des habitats (**Kaiser, 2014**).

### I.2. Classification des fourmis :

Taxonomiquement, les fourmis appartiennent à l'ordre des hyménoptères, sous-ordre des apocrites. Elles sont classées dans la famille des formicidés.

La systématique des fourmis est la suivante :

Règne .....	Animalia
Embranchement .....	Arthropoda
Sous-embranchement .....	Hexapoda
Classe .....	Insecta
Sous-classe .....	Pterygota
Infra-classe .....	Neoptera
Ordre .....	Hymenoptera
Sous-ordre .....	Apocrita
Superfamille .....	Vespoidea
Famille .....	Formicidae

### **I.3. Principaux sous famille des fourmis :**

Les principaux sous familles rencontrées en Algérie sont les Myrmicines, les Formicines, les Dolichoderines, les Doryline et les Ponerines.

**I.3.1. Myrmicinae :** est l'une des plus grandes sous-familles de fourmis, contenant divers genres et espèces, qui ont des distributions extrêmement larges et peuvent être trouvées dans toutes les régions zoo géographiques (**Wanna et al., 2022**).

**I.3.2. Dolichoderinae :** peu nombreuses, possèdent un pétiole d'un seul article, surmonté d'une écaille inclinée très petite ou nulle ; aiguillon vestigial ou absent (**Della Santa, 1995**). Ce sont de petites fourmis agiles, formant des colonies parfois très populeuses (**Galkowski, 2011**).

**I.3.3. Formicinae :** nombreuses, parfois de grande taille, ont un pétiole d'un seul article, Surmonté d'une écaille en général grande et mince, dressée ; pas d'aiguillon, mais un acidopore, orifice de la glande à venin permettent la projection de celui-ci (**Galkowski, 2011**).

**I.3.4. Dorylinae :** Cette sous-famille regroupe des fourmis prédatrices monophylétiques réparties principalement dans les régions tropicales et subtropicales. Elle comprend les fourmis dites de l'armée ou fourmis militaires, y compris les genres *Aenictus*, *Eciton* et *Dorylus* et les fourmis pilleuses (**Idogawa et Dobata, 2018**).

**I.3.5. Ponerinae :** Petites fourmis aux mœurs endogées formant des petites colonies plus ou moins nomades (**Galkowski, 2011**).

### **I.4. Anatomie externe (morphologie) :**

Les fourmis, malgré la grande diversité d'espèces qu'elles représentent, ont à quelques exceptions près, une anatomie commune (**Lager et al, 2015**) (**Fig1**). Selon **Bernard (1983)**, le corps est constitué de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

#### **I.4.1. Tête :**

La tête d'une fourmi est très différente d'une espèce à l'autre. Elle n'a pas d'oreilles mais perçoit les vibrations par des capteurs situés sur ses pattes. La tête est composée d'antennes comprenant 4 à 13 articles (**Bernard, 1983**).

**-Yeux :** A l'instar de tous les insectes, la fourmi possède des yeux composés utiles pour percevoir les formes et les mouvements (**Vaval et kurth, 2017**).

**-Ocelles** : Trois petits yeux simples sont surtout présents chez les fourmis reproductrices, voire parfois chez des fourmis éclaireuses. Ces ocelles sont utiles pour capter les différences de luminosité et permettent aux fourmis de s'équilibrer lors du vol nuptial (**Vaval et kurth, 2017**).

**-Antennes** : Les antennes sont recouvertes de cils tactiles (Sensilles) qui permettent aux fourmis de percevoir les odeurs, de savoir ce qu'elles touchent, de reconnaître les goûts et ce qu'elles rencontrent (**Vaval et kurth, 2017**).

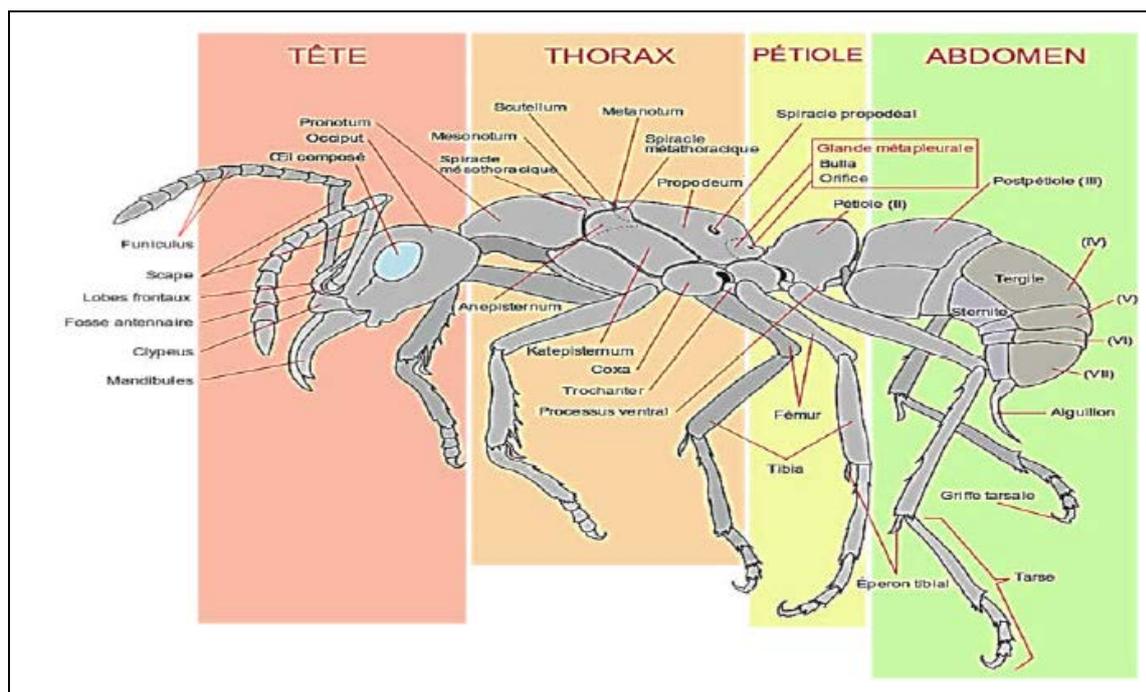
**-Mandibules** : Les mandibules servent pour chasser, mordre, transporter, préparer la nourriture et également pour couper, saisir, attaquer les ennemis et se défendre (**Vaval et kurth, 2017**).

#### **I.4.2. Thorax :**

La taille du thorax de la fourmi varie selon les espèces et selon qu'il s'agisse d'une reine, d'un mâle ou d'une ouvrière. Chez une future reine ou un mâle, il doit pouvoir porter les ailes par contre les ouvrières sont aptères (sans ailes). Trois paires de pattes y sont fixées et chacune se termine par deux petites griffes. Une sorte de coussinet couvert de poils se trouve entre les deux griffes (**Vaval et kurth, 2017**). En plus du segment antérieur (Prothorax, métathorax et mésothorax), le thorax possède un lobe postérieur, qui est en réalité le premier segment abdominal de la larve, soudé au thorax lors de la métamorphose (**Bernard, 1983**).

#### **I.4.3. Abdomen :**

L'abdomen, appelé chez les fourmis gastre, comprend les conduits respiratoires, les organes reproducteurs, l'estomac, l'intestin, le rectum et, à l'extrémité de certaines espèces, un aiguillon qui leur sert à injecter du venin dans une proie. Le rétrécissement, ou pétiole, que nous observons à l'avant permet, d'une part, une grande mobilité de l'abdomen et d'autre part, il empêche la fourmi d'avaler des aliments en morceaux. Les fourmis ouvrières, chargées d'aller chercher de la nourriture mangent suffisamment à leur faim et stockent un surplus dans leur deuxième estomac appelé couramment jabot social ou estomac social. Ensuite, elles digèrent et s'échangent ce surplus de nourriture en pratiquant le bouche-à-bouche (trophallaxie) avec les autres fourmis et les larves restées à la fourmilière (**Vaval et kurth, 2017**).



**Figure 01 :** Anatomie externe de la fourmi (Lager et al, 2015).

## I.5. Cycle de développement des Formicidés :

### 5.1 Essaimage :

Lorsqu'une colonie devient suffisamment mature, de jeunes femelles et mâles ailés sont conçus par la reine. Des centaines d'individus (Voire des milliers selon les espèces) quittent le nid dans un vol nuptial unique : l'essaimage. L'accouplement se produit généralement dans les airs et ne dure qu'un instant. La femelle, devenue reine, tombe au sol (Vaval et kurth, 2017).

Selon Bernard (1983), l'essaimage a lieu généralement de juillet à septembre à l'exception des fourmis du genre *Messor*. Chez celles-ci, l'essaimage se produit en octobre du fait de la présence des graines nécessaires pour nourrir les grosses larves des sexués. Plataux (1972) signale que l'essaimage tardif, est causé par un éclaircissement très faible et une température trop basse (Moins de 10° C). Ce même auteur note que l'essaimage matinal semble être adapté au climat méditerranéen.

### **I.5.2. Fondation d'une colonie :**

La jeune reine arrache ses ailes puis trouve un abri pour y fonder sa colonie. Le mâle incapable de se nourrir en dehors du nid, devient la proie d'autres prédateurs et meurt rapidement. A l'abri des regards, la reine pond ses premiers œufs et les lèche soigneusement pour les nettoyer des moisissures ou des bactéries mortelles. Une fois les œufs éclos, les premières larves sont nourries par la reine grâce à ses réserves. Ce sont ces larves qui s'occuperont des larves suivantes. Le rôle de la reine se limitera dès lors à la ponte (**Vaval et kurth, 2017**).

### **I.5.3. De l'œuf à la nymphe :**

Après l'éclosion, les larves connaîtront plusieurs stades leur permettant de grandir et de se développer. Le nombre de mues dépend d'une espèce à l'autre. La larve est dépourvue de pattes comme d'antennes et son développement dur plusieurs semaines. Le dernier stade est celui de la nymphe. De couleur blanche et dotée de pattes et d'antennes immobiles, cette dernière ne se nourrit pas et se développe nue ou entourée par un cocon de soie. Arrivée à maturité, la nymphe prend une couleur plus foncée et l'émergence de l'adulte a enfin lieu. Ce sont les plus jeunes ouvrières qui soignent les œufs et les larves. Le nourrissage de la larve va influencer sur sa future caste : un ouvrier soldat va être davantage nourri qu'une ouvrière mineure (**Vaval et kurth, 2017**).

### **I.6. Habitat des Formicidés :**

Les constructions des fourmis, incroyablement diverses dans leur structure, présentent toutes une grande irrégularité dans l'agencement d'un système complexe de chambres et de galeries. L'aspect du nid varie pour une espèce donnée en fonction de sa situation topographique (nature du sol, orientation du terrain), du climat et des matériaux disponibles, mais encore selon les saisons et les différentes périodes de la croissance de la colonie (**Ramade, 1972**). D'après **Robert (1974)**, il existe chez les fourmis quatre types fondamentaux de nids : Les nids faits entièrement de terre, les nids creusés dans le bois, les nids faits de fibres de bois agglutinés avec la salive de l'insecte sont appelés « Nids en coton » et les nids à architecture composée dont le type principal est le nid de la fourmi rousse *Formica rufa*. Enfin, il y a des nids qu'on ne peut ranger dans aucune de ces catégories, selon **Belleman (1999)**.

### **I.7. Les fourmis comme bio indicateur :**

Les fourmis jouent un rôle crucial dans les écosystèmes, tant par leur biomasse que par leurs fonctions écologiques. Elles sont reconnues comme des bio indicateurs pertinents, capables de refléter les changements environnementaux et de fournir des informations sur la santé des écosystèmes. Pour faciliter l'analyse de leur rôle, les fourmis sont classées en "groupes fonctionnels" (FG) selon leurs caractéristiques écologiques et leurs comportements. Ce système de classification a été développé par des myrmecologues australiens, notamment P.J.M. Greenslade et A.N. Andersen, entre les années 1970 et 1990. L'utilisation des fourmis comme bio indicateurs est désormais largement répandue dans les sciences de l'environnement, permettant d'évaluer l'état des écosystèmes et les impacts des perturbations anthropiques (Reyes-morales et al., 2023) .

### **I.7. Répartition des Formicidés dans le monde et dans l'Algérie :**

L'hégémonie du peuple des fourmis se manifeste encore plus clairement lorsqu'on étudie leur répartition géographique (Ramade, 1972).

#### **I.7.1. Dans le monde :**

La répartition des fourmis est sous l'influence des facteurs climatiques. L'altitude, l'exposition du lieu, la nature du substrat accentuent le climat régional et déterminent le paysage végétal. Le facteur le plus important est la physionomie du couvert végétal ; celle-ci correspond à la densité et à la morphologie de la végétation : arbres, arbustes ou buisson, pelouse ou friche... C'est donc le pourcentage du couvert végétal et la nature de celui-ci (Chênes verts ou zéens, cèdres ou pins...) qui, avec les autres facteurs (altitude, exposition...), conditionnent le micro climat au niveau du sol auquel les insectes sont soumis (Cagniant, 2011). En termes absolus, il est remarquable que près de deux tiers (61 %) de l'abondance mondiale des fourmis épigées se trouve dans seulement deux biomes : les forêts tropicales humides et les savanes tropicales (Fig. 2). Comme ces deux biomes représentent environ 38 % des surfaces terrestres habitées par les fourmis, leurs contributions sont disproportionnellement élevées et soulignent l'importance des régions tropicales dans le maintien de l'abondance et de la biomasse des fourmis à l'échelle mondiale (Schultheiss et al., 2022)

La répartition des fourmis permet de distinguer diverses catégories :

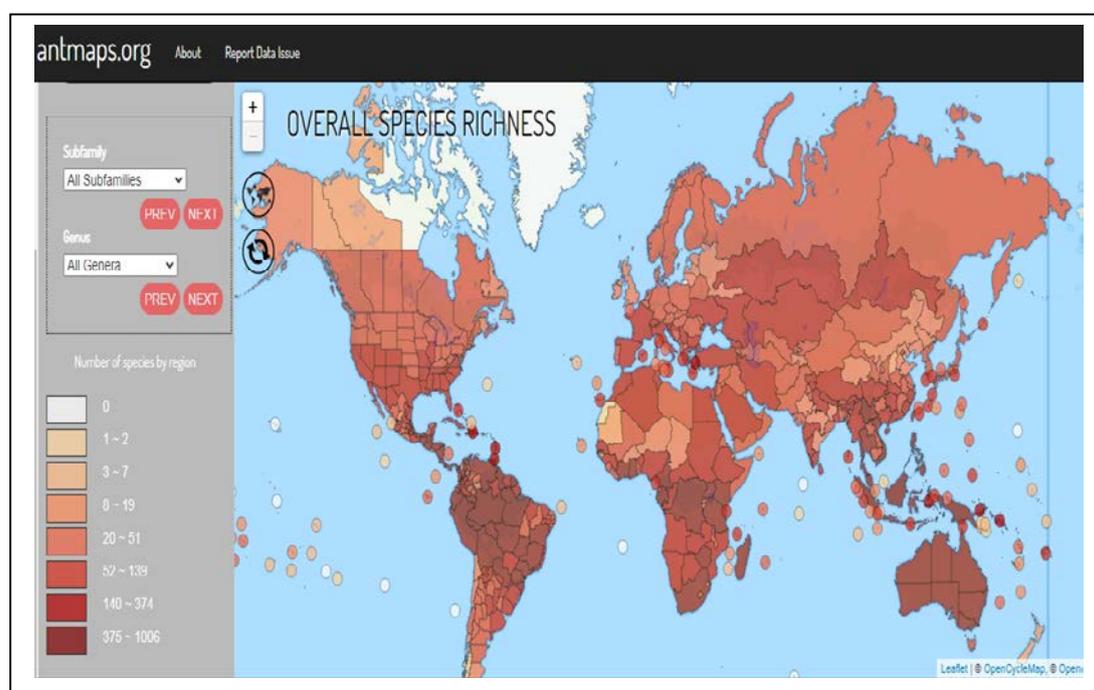
- En fonction de l'altitude, des espèces de basse altitude (ne dépassant guère 1000 m), des montagnardes et des espèces à large extension altitudinale.

- En fonction du couvert végétal, des espèces de lieux découverts, des eu-forestières et des méso forestières. Nous appelons transgressives (anthropophiles), les espèces introduites partout avec les cultures, le pâturage et les déboisements. On peut combiner ces catégories et parler, par exemple, d'espèce anthropophile à large extension comme *Pheidole pallidula*.

La répartition des fourmis est déterminée aussi par leur éthologie :

- Espèces arboricoles ou terricoles.
- Le biologiste français **Benoit guenard** a dressé une carte mondiale des fourmis. Ce qui facilite la découverte de nouvelles espèces et livrer de précieuses informations sur les principaux points chauds de la planète en matière de la biodiversité.

On pense qu'il existerait entre 25000 et 30000 espèces de fourmis, fait-il remarquer. Beaucoup se trouvent dans des zones tropicales peu étudiées, par manque d'expertise locale et de moyens financiers. Parmi les trous noirs en matière de connaissances figurent le Laos, le Cambodge, le Togo, le Bénin, le Malawi et le nord-est du Brésil. «Il y en a même en Europe, poursuit-il. On en sait très peu sur les populations de fourmis de Bosnie, de Lituanie ou de Biélorussie.» En Suisse, la grande majorité est en revanche connue (**Sadou et Yazag, 2017**)



**Figure 02** : Répartition des fourmis dans le monde (antmaps.org)

### I.7.2. En Algérie :

Les grandes lignes de la distribution des espèces sont fixées, en premier lieu, par les contingences macro-climatiques et géographiques. Il en résulte que les espèces peuvent se classer selon des critères de répartition : espèces des Atlas ou littorales, méridionales ou au contraire localisées au nord du pays. Ce modèle est particulièrement net en Algérie car la structure du pays est clairement orientée nord-sud. Acôté des espèces à répartition stricte, nous avons des formes indifférentes, à large répartition (**Cagniant, 2011**).

**Bernard (1972)** a noté que 96,4 à 99,7% de la faune des invertébrés dans le grand Erg Saharien en Algérie sont constitués de fourmis. **Cagniant (1973)**, a constaté qu'en Algérie, Les fourmis présentent l'avantage d'être abondante.

Bernard (1958) a identifié 16 espèces de fourmis vivant dans les steppes algéro-tunisiennes, près de l'emplacement de la présente étude. **Souttou et al., (2011)** ont rapporté 15 espèces de fourmis dans la steppe de la région de Djelfa, tandis que dans une autre partie de Djelfa, **Bouzekri et al., (2015)** ont enregistré neuf espèces de fourmis seulement. Jusqu'à présent, la seule étude sur une communauté de fourmis de steppe algérienne montrant une plus grande richesse (S = 24 espèces) est celle de **Barech et al., (2016)**.

Selon **Cagniant (1972)**, 8 groupes de fourmis sont distingués :

- Groupement hygrophile de l'Aulnaie du Lac Tonga (espèces euro-asiatiques).
- Groupement des forêts de Chênes caduques.
- Groupement des Subéraies ; les espèces méditerranéennes et maghrébines y dominant

On peut différencier un faciès littoral et un faciès méso-montagnard.

- Groupement des Cédraies (faciès de l'Aurès et faciès tellien).
- Groupement des pelouses et pâturages pseudo alpins.
- Groupement des Chênaies vertes des étages sub-humide et semi-aride ; les espèces maghrébines y dominant.
- Les peuplements des espaces ouverts de l'étage du Chêne vert avec espèces de lieux découverts que l'on retrouve dans toutes les forêts dégradées.
- Les groupements hélio-thermophiles des formations enrésinées par le Pin d'Alep, avec Un faciès littoral, vicariant calcicole de Chêne liège.

- Un faciès méso-montagnard remplaçant souvent le Chêne vert en milieu dégradé, nettement plus xérophile.

– Les faciès à Genévrier rouge (Atlas saharien, Aurès) avec un peuplement d'espèces méridionales. - Un faciès marocain des monts d'Ain-Sefra.

## **Chapitre 02**

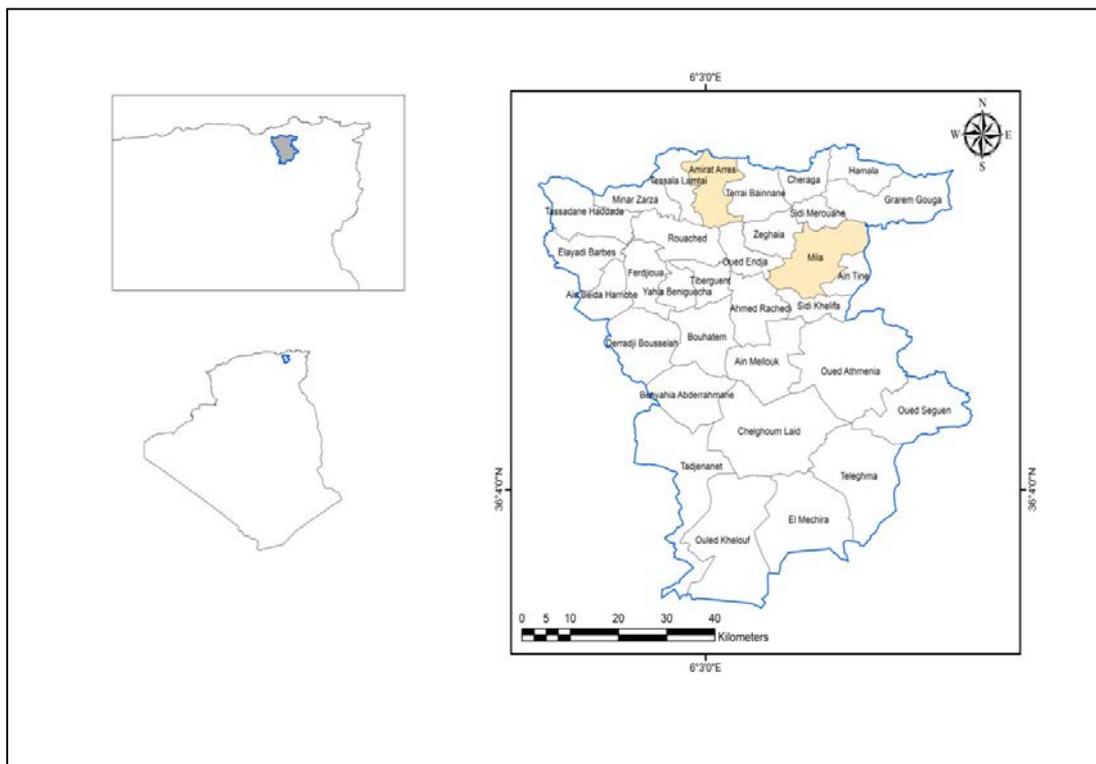
### **Présentation de la zone d'étude**

## II.1.Situation géographique de la Wilaya de Mila :

### II.1.1. Cadre géographique :

La wilaya de Mila (l'antique Milev), se situe au Nord Est de l'Algérie et occupe une Superficie totale de 3480.54 Km<sup>2</sup>. Le chef-lieu de la wilaya est distant de 50 km de Constantine, et 60 km de la mer méditerranéenne ; de 100 km de Jijel et de 450 km de capital Alger.

La wilaya de Mila est limitée au nord par la wilaya de Jijel, au nord-est par la wilaya de Skikda, à l'ouest par la wilaya de Sétif, à l'est par la wilaya de Constantine, au sud-est par la wilaya d'Oum El Bouaghi et au sud par la wilaya de Batna. Coordonnées 36° 27' 00" Nord 6° 16' 00" Est .La wilaya de Mila a été créé lors du dernier découpage administratif algérien de 1984, avec la ville de MILA comme chef-lieu de la wilaya 43. Elle compte 13 Dairas divisées en 32 Communes (ANDI, 2013).



**Figure 03 :** Situation géographique de la wilaya de Mila (Original)

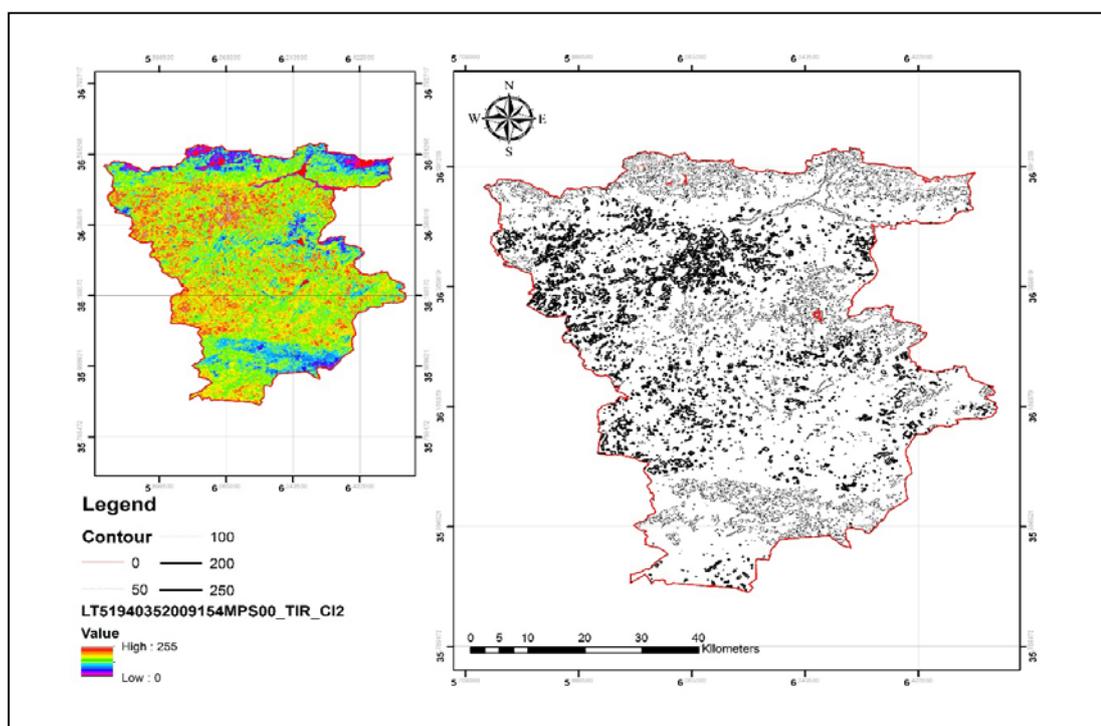
### II.1.2. Les facteurs édaphiques :

Les facteurs édaphiques comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol, et qui ont d'une manière ou d'une autre une action écologique sur les êtres vivants.

#### II.1.2.1. Les Reliefs :

Prenant une grande partie du bassin versant, la région se caractérise par un espace Géographique très diversifié avec un relief complexe et irrégulier et profondément disséqué par un réseau hydrographique dense. Une certaine polarité donc Biogéographique se greffe à cette complexité du relief : du Sud vers le Nord on passe vers un domaine méditerranéen marqué par des espèces caractéristique (chêne liège, chêne zeen, bruyère).

Cependant, on distingue trois espaces différents dans la région : un espace montagneux, un espace de piedmonts et de collines et une espace plaine. (Zouaidia, 2006)



**Figure 04 :** Relief et zones naturelles de la wilaya de Mila ((Zentout et al., 2023)

#### II.1.2.2. Hydrographie :

La wilaya de Mila dispose d'un vaste réseau hydrographique, comprenant des rivières et des barrages. Parmi eux se trouve le plus grand barrage d'eau du pays, le barrage de Béni Haroun, qui approvisionne une grande partie de l'Est algérien en eau potable et en eau d'irrigation. Les barrages d'Oued El Athmania et d'Oued Séguin sont également présents dans la région. Les rivières Rhumel et Endja (ou Oued El Kebir) sont les principales sources d'alimentation du

barrage de Béni Haroun. Le cadre géologique de la région est complexe, avec la présence de nappes de charriage (**Belahlou, 2016**).

On dénombre au niveau de la wilaya 415 sources d'eau ; 57 puits et 87 forages situés dans la partie méridionale de la wilaya (**Soukehal et Cherrad, 2011**). Le barrage de Béni Haroun situé au cœur d'un immense complexe hydraulique, d'une capacité de stockage de 960 millions de mètres cubes, et d'une hauteur de 120 mètres. (**Seddiki h et al., 2013**). Il constitue la plus grande retenue Artificielle algérienne et la seconde du continent africain (après le barrage d'Al Sad El Alli en Egypte) avec une réserve de 1 milliard de m<sup>3</sup> d'eau atteinte en février 2012 (soit 40 Millions de m<sup>3</sup> au-delà de sa capacité d'objectif), répartis sur 3 900 hectares. Situé sur L'oued el Kébir, il est alimenté par deux bras principaux, avec les oueds Rhumel et Endja (**Seddiki h et al., 2013**).

### II.1.3. Facteurs climatiques :

Le climat de la wilaya de Mila est un climat typiquement méditerranéen. Il est caractérisé par une saison (hiver) humide et pluvieuse s'étendant de novembre à avril. Et une période estivale longue chaude et sèche allant de mai à octobre (**Zouaidia, 2006**).

#### II.1.3.1. La température :

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (**Ramade, 2003**).

**Tableau 01** : Température moyenne, minimale et maximale de la région de Mila (2016-2023)  
(weatherspark.com)

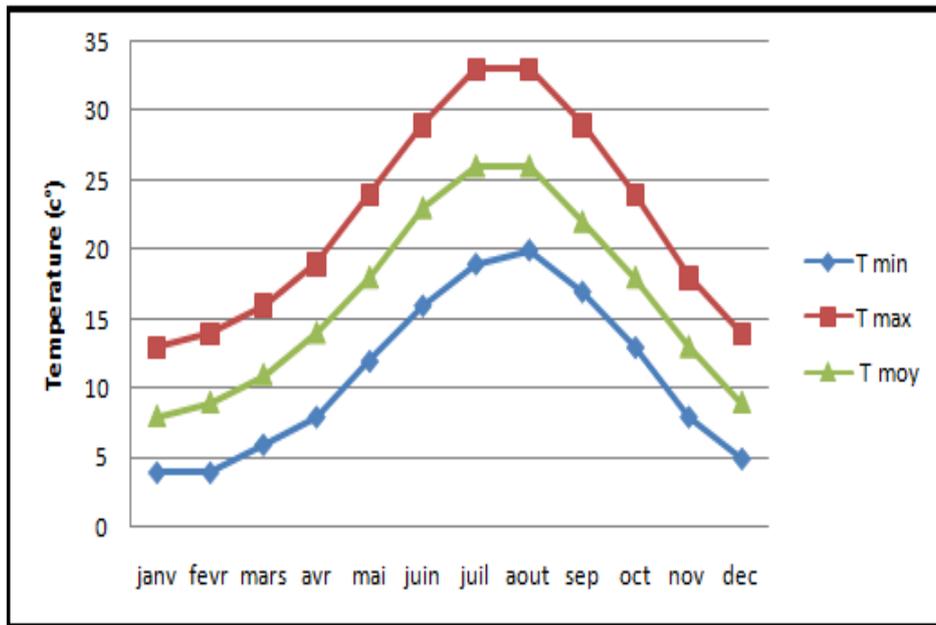
mois/ T°	janv	fév	mar	avr	mai	jui	juil	aout	sept	oct	nov	déc
T°max (C°)	13	14	16	19	24	29	33	33	29	24	18	14
T°moy (C°)	8	9	11	14	18	23	26	26	22	18	13	9
T°min (C°)	4	4	6	8	12	16	19	20	17	13	8	5

**T° Max** : Température maximal.

**T° Min** : Température minimal.

**T° Moy** =  $(M + m)/2$  : Température moyenne

Nous constatons que le mois de juillet d'Août est le mois le plus chaud avec une température maximale de l'ordre de 33°C et que le mois le plus froid est le mois de Janvier et de Février avec une température minimale de l'ordre de 4°C (**Tab.01 ; Fig.05**).



**Figure 05** : répartition Température moyenne, minimale et maximale de la région de Mila (2016-2023).

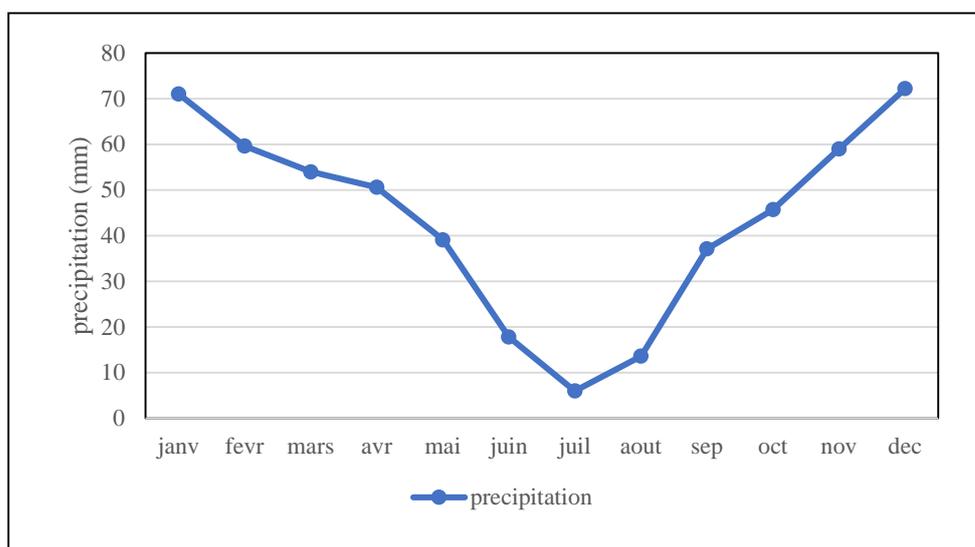
### II.1.3.2. La pluviométrie :

Les précipitations désignent tout type d'eau qui tombe du ciel, sous liquide ou solide (**Dajoz, 2000**). Le volume annuel des pluies conditionne la distribution des espèces dans les aires biogéographiques (**Ramade, 1984**). Les exigences en humidité des espèces animales sont très variables et peuvent être différentes suivant les stades de leur développement et suivant les fonctions vitales envisagées (**Dreux, 1980**).

**Tableau 02 :** Précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila (2016-2023)  
(weatherspark.com)

mois	janv	fév	mar	avr	mai	jui	juil	aout	sep	oct	nov	déc
pluis (mm)	71	59.6	54	50.6	39.1	17.8	6	13.6	37.1	45.7	59	72.2

D'après le tableau au-dessus nous constatons que le mois de Décembre est le mois le plus abondant en pluie, il a connu un excédent de 72.2 mm, À l'inverse, le mois de juillet, a connu un déficit de 6 mm c'est le mois le plus sèche. (**Tab.02 ; Fig.06**).



**Figure 06:** répartition des Précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila (2016-2023)

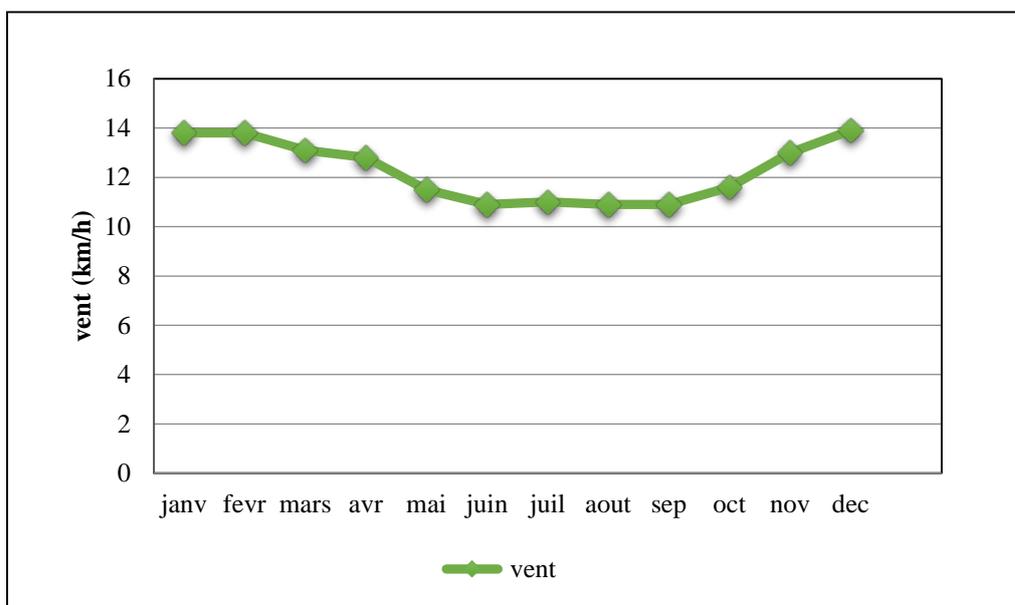
### II.1.3.3. Le vent :

Le vent fait partie des éléments les plus caractéristiques du climat. Il s'agit en activant l'évaporation pouvant induire ainsi une sécheresse (**Seltzer, 1946**)

**Tableau 3 :** Variations des vents mensuelles moyennes de la région de Mila (2016-2023)  
(weatherspark.com)

mois	janv.	févr.	mars	avril	mai	jui	juil	aout	sep	oct	nov	déc
Vitesse de vent (km/h)	13.8	13.6	13.1	12.8	11.5	10.9	11	10.9	10.9	11.6	13	13.9

La courbe montre que la vitesse maximale des vents qui y soufflent est enregistrée durant le mois de décembre avec une valeur maximale de 13.9km/h, et la vitesse minimale représentée pendant le mois et septembre avec une valeur de 10.9km/h. (Tab03 ; Fig07).



**Figure 07 :** Variations des vents mensuelles moyennes de la région de Mila (2016-2023).

#### II.1.3.4. Synthèse climatique de la région de Mila :

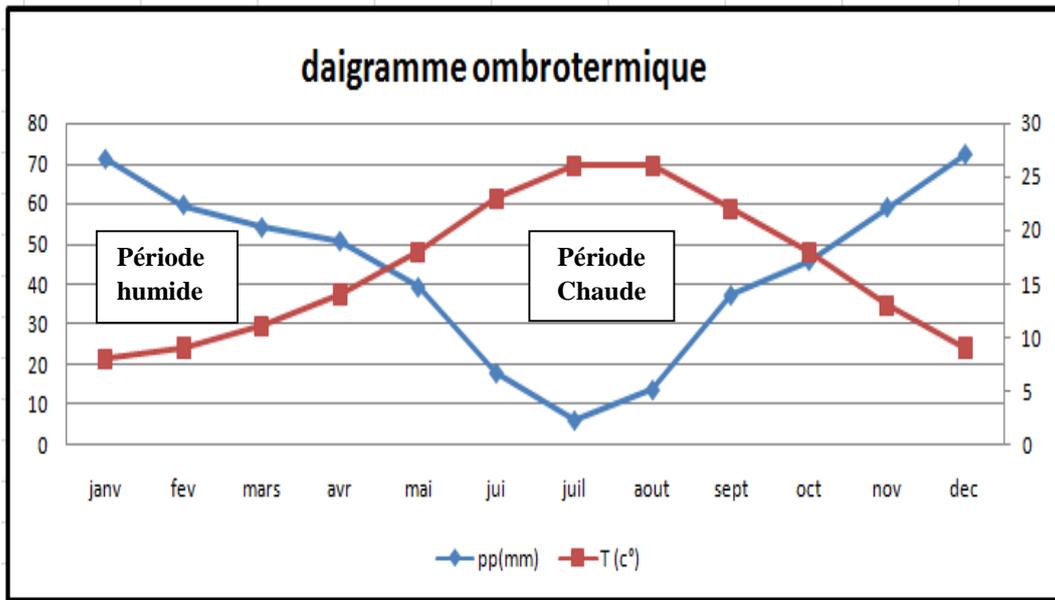
La synthèse climatique est une étape essentielle pour la réalisation de chaque étude sur l'environnement pour la détermination du type de climat.

La synthèse climatique réalisée dans la présente étude est basée sur les travaux d'**Emberger (1930-1955)** et **Bagnouls et Gaussen (1955)** qui reposent sur le calcul des différents paramètres climatiques tels que la température et les précipitations.

##### II.1.3.4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Selon **Bagnouls et Gaussen (1953)**, la sécheresse n'est pas nécessairement l'absence totale des pluies, mais elle se manifeste quand les faibles précipitations conjuguent avec des fortes chaleurs.

Pour connaître l'interaction qui existe entre la température et les précipitations, il faut prendre en compte les précipitations totales durant un mois et la température moyenne. Si les précipitations exprimées en mm sont inférieures au double de la température moyenne exprimée en °C ( $P \leq 2T$ ).



**Figure 08 :** Diagramme Ombrothermique de la région de Mila (2016-2023).

Il montre que notre région d'étude est connue par une alternance de deux périodes, l'une humide s'étendant du début de Octobre jusqu'à la fin d'Avril, et l'autre sèche s'étendant de la fin d'Avril jusqu'au début de Octobre.

#### II.1.3.4.2. Climogramme d'Emberger :

Cet indice nous aide à définir les 5 types de climat méditerranéen du plus aride jusqu'à celui de haute montagne (Emberger, 1955). Il se base sur le régime des précipitations et des températures et il s'exprime selon la formule suivante :

$$Q = \frac{1000 \cdot P}{\left( \frac{M+m}{2} \right) (M-m)}$$

- **Q** = quotient pluviométrique d'Emberger
- **P** = Précipitation annuelle moyenne (mm)
- **M** = Températures des maxima du mois le plus chaud (°K)
- **m** = Températures des minima du mois le plus froid (°K).

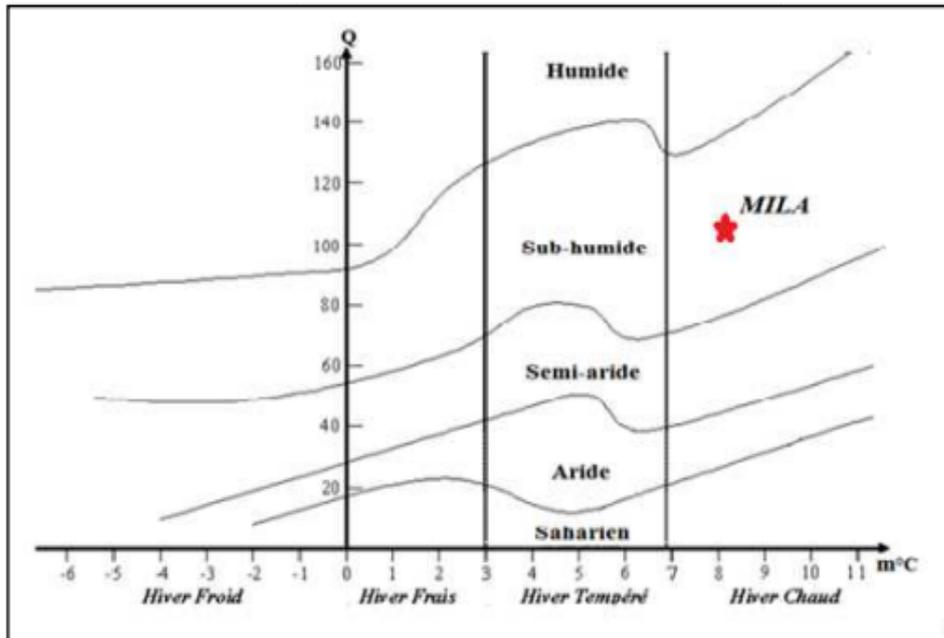
Les températures sont exprimées en degrés absolus [ $T^{\circ K} = T^{\circ C} + 273,15$ ].

Les données météorologiques de la région de Mila pendant la période 2016-2023 montrent que :

- $P = 525.7 \text{ mm}$
- $M = 26 \text{ C}^\circ = 299.15^\circ\text{K}$
- $m = 8 \text{ C}^\circ = 281.15^\circ\text{K}$

donc

$$Q = 100.65$$



**Figure 09:** Situation de la région de Mila dans le climagramme d'Emberger 2016-2023

D'après les données climatiques et la valeur de  $Q$  indice de Climagramme d'Emberger on déduit que la région de Mila où se situe le périmètre de notre étude est classé dans l'étage bioclimatique de végétation subhumide à hiver chaud durant la période (2016-2023).

## II.1.5. Cadre biotique :

### II.1.5.1. La flore

Selon la conservation des forêts, la wilaya de Mila est caractérisée par la présence des espèces suivantes :

- ❖ Souci sauvage (*Calendula officinalis*).
- ❖ Asphodèle ramifié (*Asphodelus ramosus*).
- ❖ Buglosse azurée (*Anchusa azurea*).
- ❖ Bruyère multiflore (*Erica multiflora*).
- ❖ Globulaire turbit (*Globularia alypum*).

- ❖ Adonis d'automne (*Adonis annua*).
- ❖ Geranium sp.
- ❖ Iris sp.
- ❖ Urosperme de daléchamps (*Urospermumdalechampii*).
- ❖ Peuplier blanc (*Populus alba*)
- ❖ Cyprès sp.
- ❖ Oléastre (*Olea europea*).
- ❖ Roseau (*Poaceae*).
- ❖ Pistachier (*Pistaciaterebinthus*).
- ❖ Lentisque (*Pistacialentiscus*).
- ❖ Opuntia (*cactus raquettes*).
- ❖ Câprier (*Capparis spinosa*).
- ❖ Pin d'Alep (*Pinus halepensis*).
- ❖ Chêne liège (*Quercus suber*).
- ❖ Chêne zeen (*Quercus canariensis*).
- ❖ Olivier (*Olea europaea*).
- ❖ Eucalyptus (*E.globulus*).
- ❖ Tamarix (*Tamarix africana*).
- ❖ Laurier-rose (*Neriumoleander*).
- ❖ Accaciasp.
- ❖ Calicotomespinosa.
- ❖ Juncuseffusus.

**II.1.5.2. La faune :**

Les mammifères, les reptiles et les poissons de la région de Mila d'après la conservation des forêts.

**Tableau 04 :** Les mammifères recensés de la région de Mila

<b>famille</b>	<b>Gerne</b>	<b>Nom scientifique</b>	<b>Nom latin</b>
canidae	canis	chacal commin	<i>canis spp</i>
	vulpes	renard roux	<i>vulps vulps</i>
suidae	sus	sanglier	<i>sus csrofa</i>
hystricidae	hystrix	porc-opic	<i>hystrix indica</i>
erimaceidae	atelerix	Hérisson d'afrique du nord	<i>Atelerix algirus</i>
liporidae	lepus	Lièvre	<i>lepus</i>
	oryctolagus	lapin commun ou lapin de garenne	<i>oryctolagus cumiculus</i>
hyaenidae	hyaena	Hyène rayée	<i>hyaena hyaena</i>
herpestidae	cinictis	Mangouste	<i>Cynictis penicillata</i>
mustelidae	mustila	Belette	<i>mustula nivalus</i>
felidae	felis	chat sauvage	<i>felis silvestris</i>
viverridae	genetta	genetta genetta	<i>genetta afra</i>
muridae	pallasionys	Meriones shawi	<i>pallasionys shawi</i>
Gerboise	Jaculus	grand gerboise	<i>jaculus orientalis</i>

**Tableau 05** : Les reptiles recensés de la région de Mila

<b>famille</b>	<b>Gerne</b>	<b>Nom scientifique</b>	<b>Nom latin</b>
Geoemydidae	Mauremys	Emydes lépreuse	<i>Mauremys leprosa</i>
Emydidae	Terrapene	Tortue palustre	<i>Térapéne triunguis</i> )
Natricinae	Natrix	Couleuvre viperine	<i>(Natrix maura</i>
Anguillidae	Anguilla	Anguille d'Europe	<i>Anguilla anguilla</i>
Lacertidae	Podarcis	Lézard hispanique	<i>Podarcis liolepis</i>
Ranidae	Pelophylax	Grenouille verte	<i>pelophylax kl.</i> <i>Esculentus</i>

**Tableau 06** : Les poissons recensés de la région de Mila

<b>famille</b>	<b>Gerne</b>	<b>Nom scientifique</b>	<b>Nom latin</b>
Cyprinidae	Cyprinus	Carperoyale	<i>Cyprinus carpio</i>
	Hypophthalmichthys	Carpe argentée	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>
		Carpe à grossetête	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>
	Barbus	Barbeau	<i>Barbatus barbatus</i>
	Carassius	Carassin	<i>Carassius carassius</i>
	Abramis	Brème	<i>Abramis brama</i>

## **Chapitre 03**

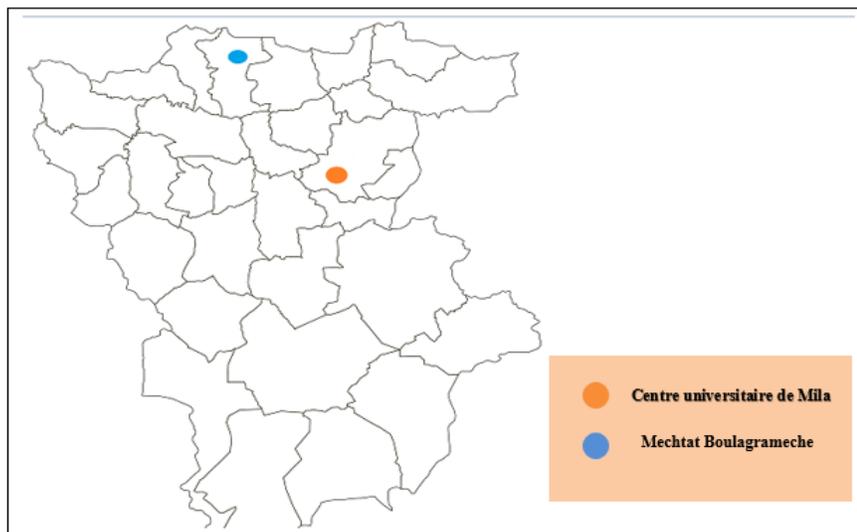
# **Matériels et Méthodes**

Ce chapitre comprend deux parties, la première partie (étude de la biodiversité des fourmis) présente des stations d'étude, les différentes méthodes d'échantillonnage utilisées pour réaliser l'inventaire, ainsi que la méthodologie d'analyse appliquées dans l'exploitation des résultats. La deuxième partie (valorisation des fourmis dans le cadre d'un projet de startup) traite de la méthode d'extraction d'huile de fourmis et de la fabrication de produits cosmétiques.

### III.1. Etude de la biodiversité des fourmis

#### III.1.1. Choix des stations d'études

Il est basé sur la nature de site ou nous avons choisi un milieu urbain (campus de centre universitaire au niveau de la commune de Mila) et un milieu naturel (Machtat boulagrameche au niveau de la commune d'Amira Arrès) (Figure 10)



**Figure 09** : Carte géographique des stations d'étude (**Original 2024**)

##### III.1.1.1. Station de Centre Universitaire de Mila

Le Centre Universitaire de Mila est créé en 2008. Il est situé dans le côté ouest de la commune de Mila entre  $36^{\circ}27'40''$  et  $36^{\circ}27'50''$  latitude et entre  $6^{\circ}12'40''$  et  $6^{\circ}12'50''$  longitude, et il couvre une superficie d'environ 78 hectares (**Fig.10**).



Figure 10 : Situation géographique de Centre Universitaire de Mila (Original 2024)

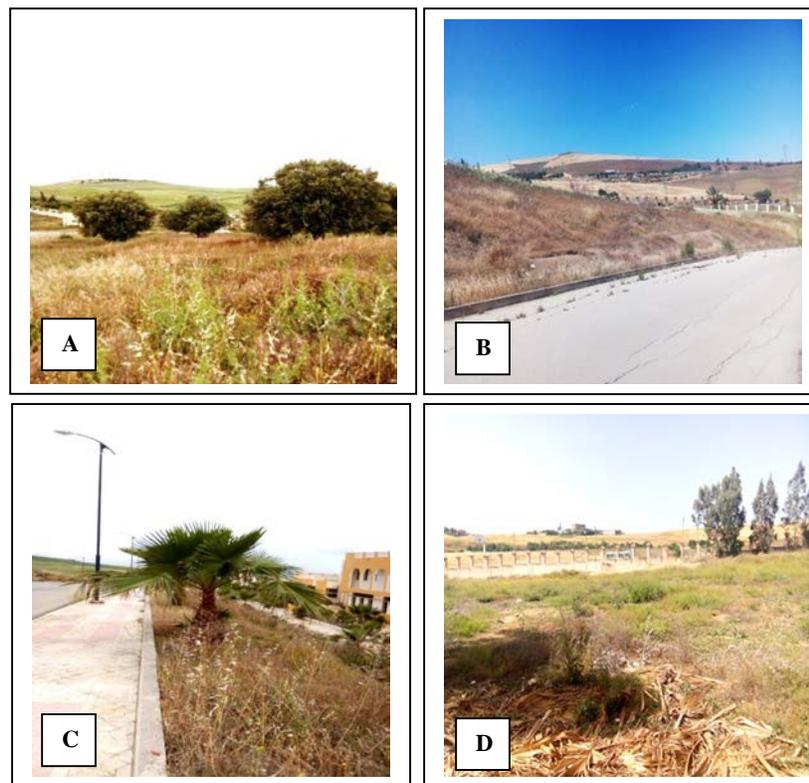
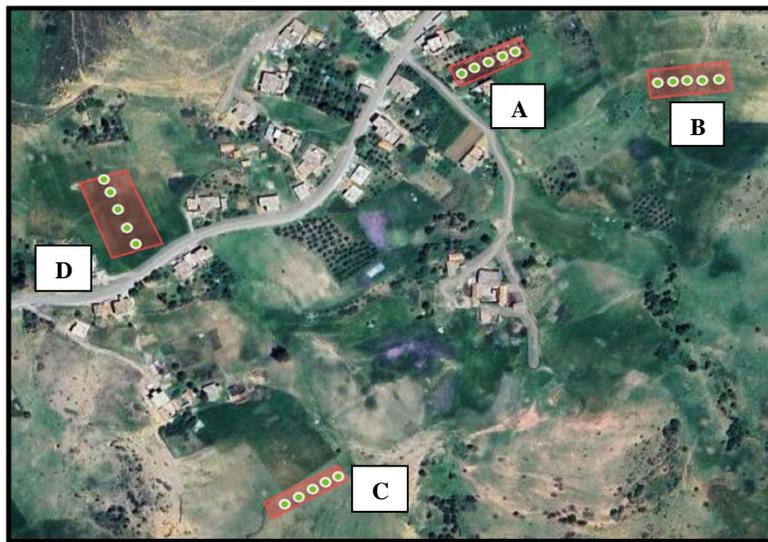


Figure 11 : Stations d'échantillonnages au Centre Universitaire (Original 2024)

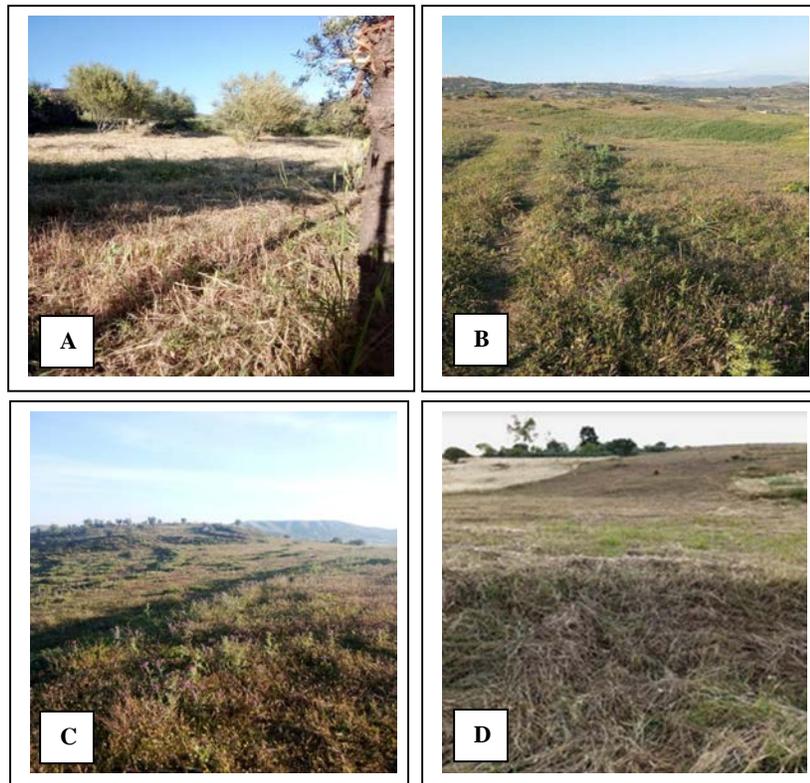
### III.1.1.2. Station de Mechta Bouleghramche

Le mechtat Bouleghrameche est administrativement rattache à la commune d'Amira Arrès. Il est situé à l'Ouest, à 8 km de chef-lieu. Le Mechtat se trouve dans une zone montagneuse et caractérisée par des activités agricoles telles que les vergers (figues, olives), les cultures céréalières, et l'élevage de moutons et de vaches.

Les Coordonnées géographiques Mechtat Boulaghrameche sont : Latitude : 36.4333° N, Longitude : 7.6500°E (Google Maps) (**Fig.12**)



**Figure 12** : Localisation géographique de Mechtat Boulaghrameche (**Original 2024**)



**Figure 13** : Stations d'échantillonnages à Mechtat Boulagrameche (**Original 2024**)

### III.1.2. Méthodologie

La technique d'échantillonnage repose sur une ou plusieurs méthodes de collecte de données et des plans d'échantillonnage élaborés en fonction d'une stratégie déterminée à partir des informations disponibles sur la population (**Riba et Silvy, 1992**). Cette caractéristique rend également les fourmis pertinentes pour des études de surveillance des communautés (**Kaspari et Majer, 2000**).

La plupart des espèces de fourmis, qui ont des colonies sédentaires, peuvent être échantillonnées tout au long de l'année (**Alonso, 2000**).

Notre étude s'est déroulée en deux étapes. La première étape consistait en de sorties sur terrain pour l'échantillonnage des fourmis, réalisées en mars, avril et mai. La deuxième étape, effectuée au laboratoire, portait sur l'identification des espèces.

### III.1.2.1. Sur terrain

Dans le cadre de la présente étude, nous avons opté pour deux méthodes de travail bien définies sur le terrain.

#### III.1.2.1.1. Capture directe

Selon **Lamotte et Bourlliere (1969)**, il s'agit d'un prélèvement direct à la main qui consiste à échantillonner les individus qui propagent au terrain. La chasse à vue de jour représente l'approche la plus accessible et demande très peu d'équipement. Cette technique implique d'observer et de capturer au hasard toutes les espèces rencontrées sur le sol, dans la végétation herbacée ou arborescente du site étudié.

Les échantillons sont prélevés directement, et cette méthode a été utilisée à plusieurs reprises avec succès. Les spécimens collectés sont placés dans des flacons en plastique, étiquetés avec la date, le lieu et la méthode de capture (**Fig.15**). Cette méthode est économique, adaptable à tout moment et en tout lieu, et requiert peu de manipulation et de précision.

Cependant, cette méthode présente des inconvénients. Tout d'abord, les insectes capturés peuvent être endommagés lors de la manipulation, ce qui pose problème pour leur conservation. De plus, la pluie rend les insectes plus difficiles à repérer, limitant ainsi l'efficacité de cette technique.



**Figure 14** : Capture des fourmis par la méthode de chasse a vue (**Original 2024**)

### III.1.2.1.2. Pièges trappes ou pots Barber

Ce type de dispositif est fréquemment employé pour capturer des invertébrés, en particulier des arthropodes (**Benkhelil et Doumandji, 1992**). Un récipient, avec ou sans substance conservatrice, est enfoncé dans le sol de manière à ce que son ouverture soit au niveau du sol (**Fig. 16**). Les espèces épigées qui se déplacent sur le sol tombent accidentellement dans le piège et ne peuvent pas en ressortir (**Moldenke, 1994**).



**Figure 15 :** Emplacement de pot Barber (**Original 2024**)

Les récipients utilisés dans cette technique sont des pots en plastique. Ces pots ont un diamètre de 9 cm et une hauteur de 12 cm. Ces récipients sont enterrés verticalement dans le sol de façon à ce que l'ouverture du pot se trouve au ras du sol. Les pots Barber sont remplis au 1/3 de leur contenu avec de l'eau additionnée d'un détergent (savon liquide) qui joue le rôle de mouillant (optimise la noyade des insectes), afin d'empêcher les fourmis piégées d'échapper du piège (**Fig. 16**).

Dans chaque site 05 pots Barber ont été placés à intervalles de cinq mètres. Le contenu des pots peut être récupéré après 24 heures (**Khadoumi et al., 2022**). Les fourmis capturées sont mises dans des boîtes pétri et conservées ensuite dans des tubes remplis d'alcool 70°, où sont mentionnées, le numéro du pot, le nom de la station et la date du piégeage.

Cette méthode est utilisée pour évaluer l'abondance et la masse des fourmis dans une région (**Bestelmeyer et al., 2000**).

### Avantages et inconvénients de la méthode

Les pots Barber représentent une bonne image de la communauté des fourmis (**Chazeau et al., 2003**). Cette méthode est très utilisée et présente divers avantages, tels que la simplicité d'utilisation. Elle permet la capture de toutes les espèces géophiles aussi bien diurnes que nocturnes. Ainsi, tous les individus piégés sont noyés et, de ce fait, ne peuvent pas sortir des pièges.

Comme tout piège d'interception, le pot Barber mesure une activité-densité ou activité abondance des invertébrés avec une pondération des effectifs capturés par l'activité des espèces. L'activité abondance est corrélée à la densité locale de la population autour du piège (**Baars, 1979**).

L'un des inconvénients de cette méthode est l'influence des facteurs climatiques sur les résultats. En effet, les fortes pluies font déborder les pots et entraînent les espèces capturées dehors, ce qui modifie les récoltes (**Bouزيد, 2003**).

D'autre part, cette méthode peut capturer des espèces non ciblées ; comme les micromammifères, reptiles et mollusques tels les escargots qui se décomposent et rendent difficile la récupération des insectes. A noter aussi la détérioration et le déterrement des pièges par d'éventuels passages d'animaux ou par l'intervention de l'homme (**Bouزيد, 2003**).

#### III.1.2.2. Au laboratoire

Dans la présente partie, la détermination et la conservation des espèces de fourmis capturées dans les deux sites d'étude est décrite.

Les échantillons obtenus sont mis dans des boîtes de pétris portant des étiquette, où la date, le lieu et le numéro de capture sont mentionnées. La reconnaissance et l'identification des fourmis sont rendues possibles grâce à l'utilisation d'une loupe binoculaire et des clefs de déterminations comme celles de **guide delachaux (Lebas et al., 2016)**. Un ruban de papier millimétrique est également nécessaire pour les mensurations.



**Figure16 : conservation des fourmis récoltées (originale 2024)**

L'identification des fourmis est basée sur des critères morphologiques (la couleur, la taille, nombre de pétiole et la forme de la tête). Ensuite, nous les avons mesurées grâce à une languette de papier millimétré afin d'estimer la taille de l'espèce.

### III.1.2.2.1. Matériels utilisés

Durant notre étude nous avons utilisés le matériel suivant :



**Figure 17 : Matériels utilisés durant notre étude sur terrain et au laboratoire**

### III.1.3. Exploitation des résultats

L'exploitation des résultats obtenus dans la présente étude a nécessité la combinaison des indices écologiques et des méthodes statistiques.

#### III.1.3.1. Indices de composition

Comme indices écologiques de composition, nous avons la richesse spécifique (S), la richesse moyenne (Sm), la fréquence centésimale (FC %) et la fréquence d'occurrence (FO %).

##### III.1.3.1.1. Richesse totale (S)

La richesse totale est le nombre total d'espèces d'un peuplement considéré dans un écosystème donné (**Ramade, 2003**). Il s'agit de la totalité des espèces qu'une biocénose renferme (**Ramade, 2003**).

##### III.1.3.1.2. Richesse moyenne (Sm)

La richesse moyenne s'avère d'une grande utilité dans l'étude de la structure dépeuplements. Elle correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement (**Ramade, 2003**). Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement (**Ramade, 2003**). Elle est calculée selon la formule suivante :

$$Sm = \sum S/N$$

- **Sm** : richesse moyenne
- **S** : Richesse totale de chaque relevé.
- **N** : Nombre de relevés.

##### III.1.3.3. Fréquence centésimale ou abondance relative (AR%)

L'abondance relative (AR%) est une notion qui permet d'évaluer une espèce, une catégorie, une classe ou un ordre (ni) par rapport à l'ensemble des peuplements animal présents confondus (N) dans un inventaire faunistique (**Faurie et al., 2003**). Elle est calculée selon la formule suivante :

$$AR\% = \frac{ni * 100}{N}$$

- **AR%** : abondance relative
- **ni** : est le nombre des individus de l'espèce i prise en considération.

- **N** : est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

#### III.1.3.1.4. Fréquences d'occurrence (FO %) :

Selon **Faurie et al., (2003)**, la fréquence d'occurrence d'une espèce est égale au rapport du nombre de relevés (Pi) où l'espèce est présente sur le nombre total de relevés effectués (P). Elle est calculée selon la formule suivante :

$$FO\% = Pi * \frac{100}{p}$$

- **Pi** : le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.
- **P** : le nombre total de relevés effectués.

En fonction des fréquences calculées, nous distinguerons des groupes d'espèces tels que donnés par **Bigot & Bodot (1973)** :

Fréquence Catégories	Fréquence Catégories
100%	Omniprésentes
75 % ≤ C% < 100 %	Constantes
50 % ≤ C% < 75 %	Régulières
25 % ≤ C% < 50 %	Accessoires
5 % ≤ C% < 25 %	Accidentelles
C% < 5 %	Rares

#### III.1.3.2. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure utilisés pour l'exploitation des résultats sont l'indice de diversité de Shannon Weaver, la diversité maximale et l'équitable.

##### III.1.3.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de diversité de Shannon Weaver correspond au calcul de l'entropie appliquée à une communauté bien déterminée (**Ramade, 2004**). L'idée de base de cet indice est d'apporter à partir de la capture d'un individu au sein d'un échantillon plus d'information que sa probabilité d'occurrence est faible (**Faurie et al., 2003**). L'indice de diversité de Shannon Weaver est donné par la formule suivante :

$$H' = \sum p_i \log_2 p_i$$

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

- **H'** : Indice de diversité de Shannon exprimé en bits.
- **Pi** : Abondance de chaque espèce et est égal à ni/N.
- **ni** : Nombre d'individus de l'espèce de rang i
- **N** : Nombre total d'exemplaires récoltés)
- **Ln** : logarithme népérien.

### III.1.3.2.2. Indice de diversité maximale (H' max)

La diversité maximale est représentée par H max. Elle correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement (**Mulleur, 1985**). Elle est calculée par la formule suivante :

$$H'^{max} = \log_2 S$$

- **H'max** : Diversité maximale
- **S** : Richesse totale

### III.1.3.2.3. Equitabilité (E) :

C'est le rapport de la diversité observé à la diversité théorique (**Blondel, 1979**). Elle est calculée grâce à la formule suivante :

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

- **E** : Equitabilité
- **H'** : Diversité de Shannon Weaver.

- **H' max** : Diversité maximale.

La valeur de l'équitable varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond presque à une seule espèce du peuplement et elle tend vers 1 quand chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (**Ramade, 2003**).

## **III.2. Valorisation des fourmis dans le cadre d'un projet de startup**

### **III. 2.1. Extraction d'huile de fourmi et fabrication des Produits Cosmétiques**

Dans cette section, nous examinerons de près le processus d'extraction des huiles de fourmi, ainsi que les propriétés physico-chimiques de ces huiles, en mettant en avant leur utilisation pour l'industrie cosmétique.

#### **III.2.1.1. Extraction d'huile de fourmis**

Nous avons utilisé la méthode d'extraction par macération laquelle les fourmis sont immergées dans l'huile d'olive pendant une durée bien déterminée. Puis on a filtré le mélange pour avoir le produit final.

#### **III.2.2.2 Analyse des propriétés physico-chimiques des huiles d'olive et de fourmis**

##### **III.2.2.2.1. Analyses physiques**

###### **a) L'humidité (teneur en eau)**

Le principe est de chauffer l'échantillon dans l'étuve à  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  pendant 3 heures pour éliminer complètement l'humidité.

##### **Mode opératoire**

- Sécher une boîte de Petri dans l'étuve à  $103^{\circ}\text{C}$  pendant deux heures, puis laisser refroidir dans un dessiccateur et peser ( $m_0$ ).
- Peser 20g d'huile d'olive dans la boîte de Petri préalablement tarée ( $m_1$ )
- Chauffer la boîte de Petri contenant l'huile d'olive dans une étuve à  $103^{\circ}\text{C}$  pendant une heure.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur, puis peser ( $m_2$ ).
- Répéter jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

La teneur en humidité est calculée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{(m1 - m2)}{m1 - m0} * 100$$

Avec :

- **m0** : Masse (g) de boîte de pétri vide
- **m1** : Masse (g) de boîte de pétri avec la prise d'essai avant le chauffage à l'étuve.
- **m2** : Masse (g) de boîte de pétri avec la prise d'essai après le chauffage à l'étuve.

#### **b) Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le principe de préoccupation actuelle concernant le savon est lié à son pH, qui mesure la concentration d'ions H<sup>+</sup> dans une solution aqueuse et permet d'évaluer son niveau d'acidité ou de basicité, sur une échelle de 0 à 14. La peau humaine ayant un pH moyen de 5,5 qui est légèrement acide, la plupart des savons sont fabriqués avec un pH basique, supérieur à 7 (**Saadoudi et al., 2022**)

#### **Mode opératoire**

- Régler la température du pH-mètre sur le milieu ambiant.
- Rincer et nettoyer la sonde à l'eau distillée.
- Prendre 100 ml d'huile d'olive dans un bécher.
- Plonger la sonde dans la solution et lire le pH.
- Effectuer trois déterminations sur le même échantillon.

On a effectué trois ou plus déterminations sur le même échantillon.

### III.2.2.2.2. Analyses chimiques :

#### a) Taux d'Impuretés Insolubles (IMP) (ISO663, 2000)

Le taux d'impuretés insolubles mesure les substances autres que l'eau, les solvants et les constituants normaux des huiles

#### Mode opératoire

- Peser 10 g d'huile d'olive dans une fiole de 250 ml.
- Ajouter 200 ml d'hexane.
- Agiter vigoureusement la fiole après l'avoir bien bouchée, et la laisser reposer pendant 30 minutes à une température ambiante.
- Sécher un papier filtre dans une étuve à  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , le refroidir dans un dessiccateur et le peser (M0).
- Placer ce papier dans un entonnoir.
- Verser le contenu de la fiole dans l'entonnoir.
- Appliquer un lavage avec de l'hexane, jusqu'à disparition complète d'huile.
- Egoutter le papier filtre, et le remettre à l'étuve jusqu'à séchage.
- Effectuer une autre pesée (M1)

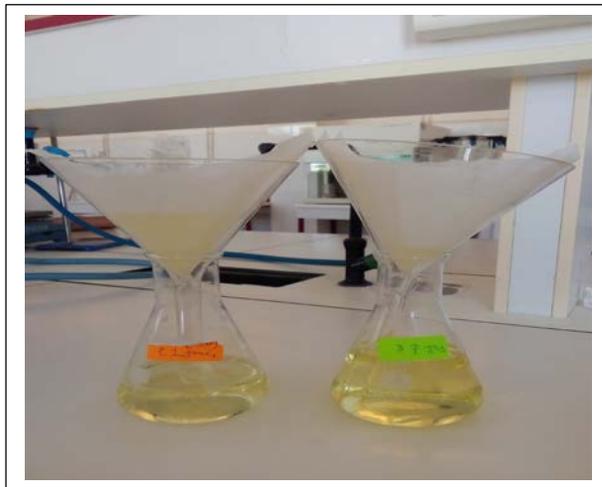


Figure : Filtration des solutions des huiles + hexane

Le taux d'Impuretés contenues est calculé selon l'équation suivante :

$$IMP(\%) = \left( \frac{1}{M} * M0 \right) * 100$$

- **M0** : Masse du papier filtre après premier séchage en grammes.
- **M1** : Masse du papier filtre contenant des impuretés en grammes.
- **M** : Prise d'essai en grammes.

#### b) Pigments colorants

Les pigments colorants comprennent les chlorophylles et les caroténoïdes, qui influencent la couleur de l'huile d'olive.

##### ➤ Détermination des caroténoïdes

Les caroténoïdes, en particulier le  $\beta$ -caroténoïdes, sont des antioxydants efficaces en raison de leur capacité à éteindre les radicaux libres de l'oxygène. La méthode de dosage des caroténoïdes est basée sur l'existence d'une bande d'absorption pour ce composé donné par le spectrophotomètre visible (**Van Den Berg et al., 2000**). La méthode est décrite par (**Miguez-Mosquera et al., 1990**).

#### Mode opératoire

- Introduire 7,5 g d'huile à analyser dans une fiole jaugée de 25 ml.
- La fiole sera remplie, jusqu'au trait de repère par du solvant cyclohexane la lecture se fait dans un spectrophotomètre UV.
- L'absorbance de la solution de la matière grasse obtenue est mesurée par rapport à celle du solvant cyclohexane à 470nm.

La teneur en carotène est déterminée par la formule suivante :

$$carotène(ppm) = \frac{A470 * 25 * 10000}{2000 * 7.5}$$

Ou :

- A470 : absorbance à 470

### ➤ Détermination des chlorophylles

Les chlorophylles jouent un rôle important dans la stabilité oxydative d'huile d'olive, grâce à leur activité antioxydant dans l'obscurité et pro-oxydante dans la lumière. En raison de ce dernier effet, elles sont considérées comme étant non désirables à des teneurs élevées dans l'huile (Tan *et al.*, 1994). La méthode utilisée est décrite par (Miguez-Mosquera *et al.*, 1990)

#### Mode opératoire

- Dissoudre 7,5 g d'huile d'olive dans du cyclohexane jusqu'à un volume final de 25 ml.
- Mesurer les absorbances à 670, 630 et 710 nm (Wolf, 1968).
- Interpréter les résultats.

$$\text{Chlorophylles(ppm)} = \left( \frac{A_{630} - \frac{A_{630} + A_{710}}{2}}{0.1086} \right) * L$$

Ou :

- **A630** : absorbance à 630
- **A670** : absorbance à 670
- **A710** : absorbance à 710

#### III.2.2.3. Préparation des savons solide et pâteux à base d'huiles d'olive

**Principe** : la saponification à froid consiste à mélanger les huiles et la soude sans apport d'énergie.

**Tableau** : Formules de savon préparé.

Savon	Phase huileuse et additive	Phase aqueuse
<b>Formule (1)</b>	-Huile des fourmis - Huile de noix de coco -Huile d'amande -Huile de palme	Eau distillée + NaOH
<b>Formule (2)</b>	-Huile des fourmis + autres mélange des huiles - Huile de noix de coco -Huile d'amande -Huile de palme	Eau distillée + NaOH

Les étapes de la préparation de nos produits cosmétiques (les savons) et sont montrées dans le tableau suivant :

**Tableau :** Etapes de la préparation des matières premières

<b>Etapes de la préparation des matières premières</b>		
<p><b>1. Préparation de la solution de potasse</b></p>	<p>Peser séparément l'eau puis la soude et verser la soude dans l'eau (pas l'inverse). La température de la solution augmente, agiter doucement jusqu'à ce que toute la soude soit dissoute. Laisser la température redescende entre 40°C et 45°C.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>NaOH</b></p>
<p><b>2. Préparation du mélange d'huile</b></p>	<p>Dans une casserole en inox ou un récipient en verre, peser le mélange d'huiles et chauffer délicatement à feu doux jusqu'à température entre 40°C et 45°C. Ou dans un bain marie</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Préparation des mélanges des huiles</b></p>
<p><b>3. Mélanger à l'aide d'un mixeur et assurer l'apparition de la trace</b></p>	<p>Mélanger à l'aide d'un mixeur pendant 05 à 10 min jusqu'à l'obtention de « la trace » tout en ajoutant nos additifs voire la poudre de quelque plantes pour l'amélioration de la qualité ou pour un objectif thérapeutique et mets-le dans un moule</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Mettez le mélange dans le moule</b></p>
<p><b>4. conditionnement</b></p>	<p>Après la période de séchage primaire (24h) on aborde la phase de découpage de la pâte devenu semi solide suivant des formes et on laisse 04 semaines pour une forme du savon fini</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Le savon après 4 semaines</b></p>

**III.2.2.4. Fabriquer un savon liquide avec des restes de savons solides**

Pour ne pas jeter les restes de savons solides, on peut tout à fait les utiliser pour fabriquer un savon liquide pour les mains.

- Râper le savon pour obtenir des paillettes assez fines.
- Faire bouillir de l'eau et ajouter les copeaux de savon.
- Mélanger énergiquement avec une cuillère en bois pour que les copeaux fondent.
- Maintenir à ébullition jusqu'à ce que le savon ait totalement fondu.
- Ajouter un verre de glycérine et mélanger. Si le mélange est trop liquide, il faut ajouter des copeaux de savon.
- Laisser refroidir.
- Transvaser le mélange dans un flacon à pompe.
- Laisser reposer 24 heures avant d'utiliser le savon liquide.

## **Chapitre 04**

# **Résultats et discussions**

Ce chapitre regroupe les résultats sur l'étude des Formicidés capturées à l'aide de différentes méthodes d'échantillonnages dans la région de Mila dans les deux sites, le campus universitaire de mila (milieu urbain) et mechtat Boulegrameche dans la commune d'Ammira Arrès (milieu naturel)

Notre étude a recensé 17 espèces de fourmis représentant 12 genres et 3 sous-familles : Dolichoderinae (*Tapinoma*, *Bothriomyrmex*), Formicinae (*Cataglyphis*, *Camponotus*, *Lasius*) et Myrmicinae (*Aphaenogaster*, *crematogaster*, *Manica*, *Messor*, *Monomorium*, *tetramoruim*, *Temnothorax*).

#### IV.1. Liste globale des espèces de Formicidae capturées grâce aux différentes méthodes d'échantillonnage dans les deux stations d'étude :

Le tableau 07 regroupe toutes les espèces de fourmis capturées par les pots Barber et la collecte manuelle.

**Tableau 07** : les espèces de fourmis capturées par les pots Barber et la collecte manuelle.

Famille	Espèces	C. universitaire	M. Boulegrameche
<b>Dolichoderinae</b>	<i>Tapinoma nigeruim</i>	+	+
	<i>Bothriomyrmix meridionalis</i>	-	+
<b>Formicinae</b>	<i>Cataglyphis viatica</i>	+	+
	<i>Comptonus micans</i>	-	+
	<i>Lasius niger</i>	+	+
<b>Myrmicinae</b>	<i>Messor barbarus</i>	-	+
	<i>Messor capitatus</i>	+	+
	<i>Monomorium sp</i>	-	+
	<i>Crematogaster scutillaridis</i>	-	+
	<i>Crematogaster leastrygon</i>	+	-
	<i>Crematogaster auberti</i>	+	+
	<i>Aphaenogaster testaccopilose</i>	-	+
	<i>Aphaenogaster ibrica</i>	+	+
	<i>Aphaenogaster sardoa</i>	-	+
	<i>Themontorax sp</i>	-	+
	<i>Themontorax flavicornis</i>	-	+
<i>Tetramoruim semilaeve</i>	+	+	
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>16</b>

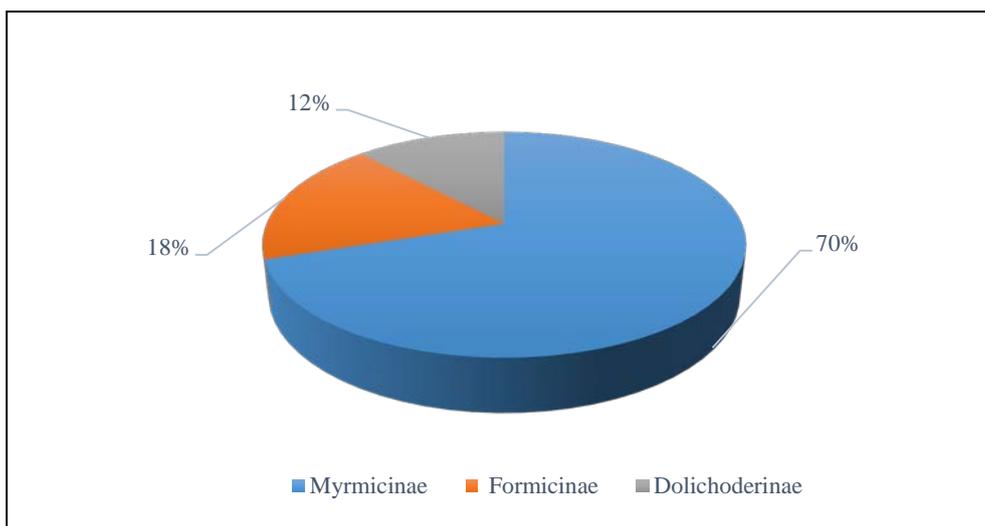
+ : présence / - : absence.

L'inventaire repose sur deux méthodes d'échantillonnage couramment utilisées par les myrmécologues, il s'agit de la méthode des pots Berber et la méthode de chasse a vue (**Abdi-Hamecha et al., 2021**). Notre étude a permis de recenser 1309 individus appartenant à 17 espèces et à 3 sous-familles Formicinae, Myrmicinae et Dolichoderinae.

La sous-famille des Myrmicinae est représentée par 7 genres (*Aphaneogaster*, *crematogaster*, *sp*, *Messor*, *Monomorium*, *tetramoruum*, *Temnothorax*). La sous-famille des Formicinae 3 genre (*Cataglyphis*, *Camponotus*, *Lasius*) et la sous-famille des Dolichoderinae porte 2 genre (*Tapinoma*, *Bothriomyrmex*). Ces résultats sont plus diversifiés que ceux enregistrées par **Oukaci (2019)**, dans le milieu urbain de la ville de Bejaia ou 15 espèces de Formicidae réparties en 03 sous-familles et 9 genres ont été recensés. Cependant, ils sont moins importants que ceux enregistrés par **Amimer (2022)**, dans le milieu naturel des vergers de Tizi-Ouzou, ou 51 espèces de Formicidae réparties en 03 sous-familles et 12 genres ont été recensées.

#### IV.2. Proportion des sous famille dans la région d'étude :

L'analyse des échantillons collectés durant notre étude a révélé une nette domination de la sous-famille des Myrmicinae, qui représente 70% des spécimens capturés. En deuxième position arrive la sous-famille des Formicinae, avec un taux de 18%. Enfin, la sous-famille des Dolichoderinae est la moins représentée, avec seulement 12% des captures.



**Figure 18:** Proportion des sous-familles recensées dans la région d'étude

### IV.3. Résultats obtenus grâce à la méthode des pots Barber :

#### IV.3.1. Indices écologiques appliqués aux espèces de Formicidae capturées grâce aux pots Barber :

Les données obtenues sur les fourmis capturées à l'aide des pots Barber dans les deux sites d'étude sont analysées à travers des indices écologiques de composition et de structure.

Les indices qui sont pris en compte comprennent la richesse totale, la richesse moyenne, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence

**Tableau 08 :** Espèces de fourmis recensées par les pots de barber dans les deux sites d'étude

Espèces	C.universitaire Mila	M. Boulegrameche
<i>Tapinoma sp</i>	+	+
<i>Bothriomyrmix meridionalis</i>	-	+
<i>Cataglyphis viatica</i>	+	+
<i>Lasius niger</i>	+	+
<i>Messor barbarus</i>	-	+
<i>Messor capitatus</i>	+	+
<i>Monomorium sp</i>	-	+
<i>Crematogaster leastrygon</i>	+	-
<i>Crematogaster auberti</i>	+	+
<i>Aphaenogaster testaccopilose</i>	-	+
<i>Aphaenogaster ibrica</i>	+	+
<i>Themontorax sp</i>	0	0
<i>Tetramorium semilaeve</i>	+	+
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>11</b>

+ : présence / - : absence.

### IV.3.2. Richesse totale et moyenne

Le tableau suivant présente les valeurs de la richesse totale et moyenne des fourmis récoltées dans les sites d'études.

**Tableau 09.** La richesse totale et moyenne des fourmis récoltées dans les sites d'études grâce à la méthode des pots Berbar.

	Centre universitaire Mila	M. Bouleghrameche
N	420	889
S	8	11
Sm	4.5	6

S : richesse totale ; Sm : richesse moyenne ; N : nombre d'individus total.

Les résultats obtenus montrent que le site Machtat Boulagrameche présente le nombre d'individus (N) le plus important avec 889 individus, comparé au site du centre universitaire de Mila avec 420 individus. Les valeurs de la richesse totale et la richesse moyenne sont également plus élevées dans Machtat Boulagrameche, avec 11 espèces (Sm =6) comparé au campus universitaire, qui compte 8 espèces (Sm =4.5).

Les résultats obtenus confirment ceux de nombreuses études menées sur les fourmis, qui ont montré une diminution de la richesse spécifique en milieu urbain, par rapport au milieu naturel. Cette différence est principalement due à la variation climatique entre les milieux urbains et les milieux naturels, causés par l'effet des îlots de chaleur urbains. (Menke et al., 2011) et d'autre part les milieux naturels sont généralement moins perturbés par les activités humaines, ce qui permet aux fourmis de se développer sans être affectées par des facteurs tels que la pollution, la destruction d'habitats, etc

### IV.3.3. Abondance relative :

Le tableau 10 regroupe les valeurs de l'abondance relative des espèces de fourmis capturées grâce à la méthode des pots Barber dans les deux sites d'étude.

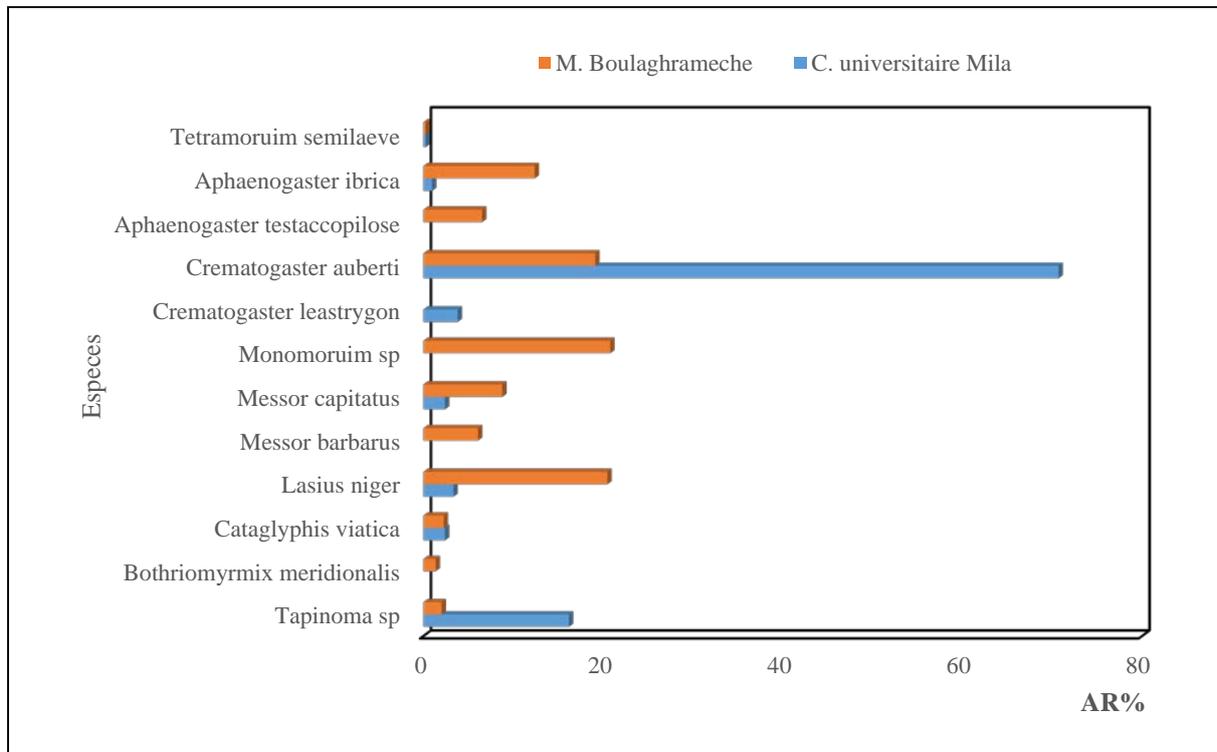
**Tableau 10 :** Abondance relative des espèces de fourmis capturées grâce a la méthode de pots Barber dans les deux stations d'étude

Espèces	C.universitaire Mila		M. Bouleghrameche	
	Ni%	AR%	Ni%	AR%
<i>Tapinomasp</i>	68	16,19	18	2,02
<i>Bothriomyrmix meridionalis</i>	–	-	12	1,35
<i>Cataglyphis viatica</i>	10	2,38	20	2,25
<i>Lasius niger</i>	14	3,33	182	20,47
<i>Messor barbarus</i>	–	-	54	6,07
<i>Messor capitatus</i>	10	2,38	78	8,77
<i>Monomoruum sp</i>	–	-	185	20,8
<i>Crematogaster leastrygon</i>	16	3,8	–	–
<i>Crematogaster auberti</i>	297	70,71	170	19,12
<i>Aphaenogaster testaccopilose</i>	-	-	58	6,52
<i>Aphaenogaster ibrica</i>	4	0,95	110	12,37
<i>Tetramoruim semilaeve</i>	1	0,23	2	0,22

Ni : nombre d'individus ; AR% : abondance relative

La majorité des individus capturés au sein du centre universitaire sont *Crematogaster auberti* avec une proportion de 70.71%, suivie par *Tapinomasp* avec 16.19%. En revanche *Tetramoruim semilaeve* la moins représentée avec 0,23 % (**Fig.19**). A Machtat Boulaghrameche, *Monomoruum sp* est la plus abondante avec une proportion de 20,80 %, suivie par *Lasius niger* avec 20,47%. En revanche *Tetramoruim semilaeve* est le moins représentée avec 0,22% chacune.

Nos résultats montrent la dominance des espèces de Myrmicinae (*Crematogaster auberti* et *Monomorium sp*) dans les deux sites d'étude. Malgré que cette sous-famille soit bien connue pour sa sensibilité aux perturbations du milieu (Bouziane et al., 2020).



**Figure 19.** - Abondance relative AR% des espèces de fourmis capturées grâce à la méthode Pots Barber dans les deux sites d'étude

## IV.3.4.Fréquence d'occurrence

**Tableau 11** : Fréquence d'occurrence des espèces de fourmis capturées grâce aux pots Barber dans les deux stations d'étude

Espèces	C.universitaire Mila			M. Boulegrameche		
	pi	F	C	Pi	F	C
<i>Tapinoma sp</i>	3	75%	Con	3	75%	Con
<i>Bothriomyrmix meridionalis</i>	—	—	—	2	50%	Rég
<i>Cataglyphis viatica</i>	1	25%	Acc	1	25%	Acc
<i>Lasius niger</i>	1	25%	Acc	4	100%	O
<i>Messor barbarus</i>	—	—	—	1	25%	Acc
<i>Messor capitatus</i>	2	50%	Rég	2	50%	Rég
<i>Monomorium sp</i>	—	—	—	2	50%	Rég
<i>Crematogaster leastrygon</i>	1	25%	Acc	-	-	-
<i>Crematogaster auberti</i>	4	100%	O	3	75%	Con
<i>Aphaenogaster testaccopilose</i>				3	75%	Con
<i>Aphaenogaster iberica</i>	2	50%	Rég	3	75%	Con
<i>Tetramorium semilaeve</i>	1	25%	Acc	-	-	-

Fo : fréquence d'occurrence ; Pi : nombre d'apparition ; C : catégorie ; O : omniprésente ; Con : constance ; A : accidentelle ; Acc : accessoire ; R : Rare ; Rég : Régulière ; - : Absence.

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces de fourmis capturées dans deux sites d'étude grâce à la méthode de pot Barber montrent l'existence de 4 catégories (omniprésente, constance, régulière et accessoire).

Le Campus du Centre Universitaire abrite quatre espèces classées comme accessoires, telles que *Cataglyphis viatica* (25%), indiquant leur présence occasionnelle. Deux autres espèces, sont considérées comme "régulières" telles que *Aphaenogaster iberica* (50%), suggérant une présence plus fréquente mais non constante. Une espèce remarquable, *Crematogaster auberti*, se distingue par son omniprésence (100%), indiquant qu'elle est observée dans l'ensemble du campus. Enfin, la catégorie "constante" n'inclut qu'une seule espèce, *Tapinoma sp* (75%), soulignant sa présence dominante dans l'environnement universitaire (**Tab.11**)

En ce qui concerne Machtat Boulaghrameche, quatre espèces sont classées dans la catégorie constante, parmi lesquelles on retrouve *Aphaenogaster iberica*, présente dans 75 % des observations. puis deux espèces classées dans la catégorie accessoires, telles que *Messor barbarus*, observée dans 25 % des relevés. De plus, trois autres espèces sont considérées comme régulières, dont *Messor capitatus*, présente dans 50 % des observations. Enfin, une seule espèce se distingue par son omniprésence, il s'agit de *Lasius niger*, retrouvée dans la totalité des observations.

Bien qu'il y ait des similitudes dans la composition des catégories d'espèces entre les deux sites, il existe également des différences, notamment dans le nombre d'espèces constantes (Tab.11)

### Indices écologiques de structure appliqués aux espèces de fourmis échantillonnées grâce aux pots Barber dans les deux stations d'étude

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, de la diversité maximale ainsi que de l'équitabilité appliquée aux fourmis capturées dans les deux sites d'étude par la méthode des pots Barbé sont représentées dans le tableau (Tab.12) ci-dessous.

	C. universitaire de Mila	M. Boulaghrameche
<b>H'(bits)</b>	1,01	2,04
<b>H Max (bits)</b>	2,08	2,39
<b>E</b>	0,49	0,85

H' : diversité de Shannon-Weaver (bits) ; H max : diversité maximale (bits) ; E : équitabilité.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver calculé pour les Formicidae est de 1,01 bits, pour le centre universitaire de Mila et de 2,04 bits pour Machtat Boulaghrameche. Ces valeurs indiquent une plus grande diversité des espèces à Machtat Boulaghrameche comparée au centre universitaire de Mila.

Pour l'indice d'équitabilité la valeur obtenue dans Machtat Boulaghrameche ( 0,85 ) est plus importante que celle du centre universitaire ( 0,49). Ces valeurs qui tendent vers 1 à Machtat Boulaghrameche indiquent un équilibre entre l'effectif des fourmis capturées dans cette zone d'étude.

En revanche au centre universitaire la valeur de l'équitabilité tend vers 0, ce qui reflète un peuplement des fourmis captures au niveau du centre universitaire est moins équilibré dominée par une espèce.

#### IV.4.Résultats obtenus grâce à la méthode chasse à vue :

##### IV.4.1.la richesse totale :

La méthode de chasse à vue nous a permis de capturer les espèces de fourmis mentionnées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 13** : Les espèces de fourmis recensées par chasse à vue dans les deux sites d'étude

Espèces	C.universitaire Mila	M. Boulagramèche
<i>Tapinoma sp</i>	+	-
<i>Cataglyphis viatica</i>	+	+
<i>Comptonus micans</i>	-	+
<i>Lasius niger</i>	+	-
<i>Messor barbarus</i>	-	+
<i>Messor capitatus</i>	+	+
<i>Monomorium sp</i>	-	+
<i>Crematogaster scutillaris</i>	-	+
<i>Aphaenogaster sardoa</i>	-	+
<i>Themontorax sp</i>	-	+
<i>Themontorax flavicornis</i>	-	+
<i>Tetramorium sp</i>	-	+
Total	4	9

+ : présence / - : absence.

Par la méthode de chasse à vue douze espèces ont été recensées dans les sites d'étude. Quatre espèces ont été capturées dans le centre universitaire (*Tapinoma sp.*, *Cataglyphis viatica*, *Lasius niger* et *Messor capitatus*), tandis que dix espèces ont été capturées dans la station d'Amiraarres (*Cataglyphis viatica*, *Comptonus micans*, *Messor barbarus*, *Messor capitatus*, *Monomorium sp.*, *Crematogaster scutillaris*, *Aphaenogaster sardoa*, *Themontorax*, *Themontorax flavicornis* et *Tetramorium sp*).

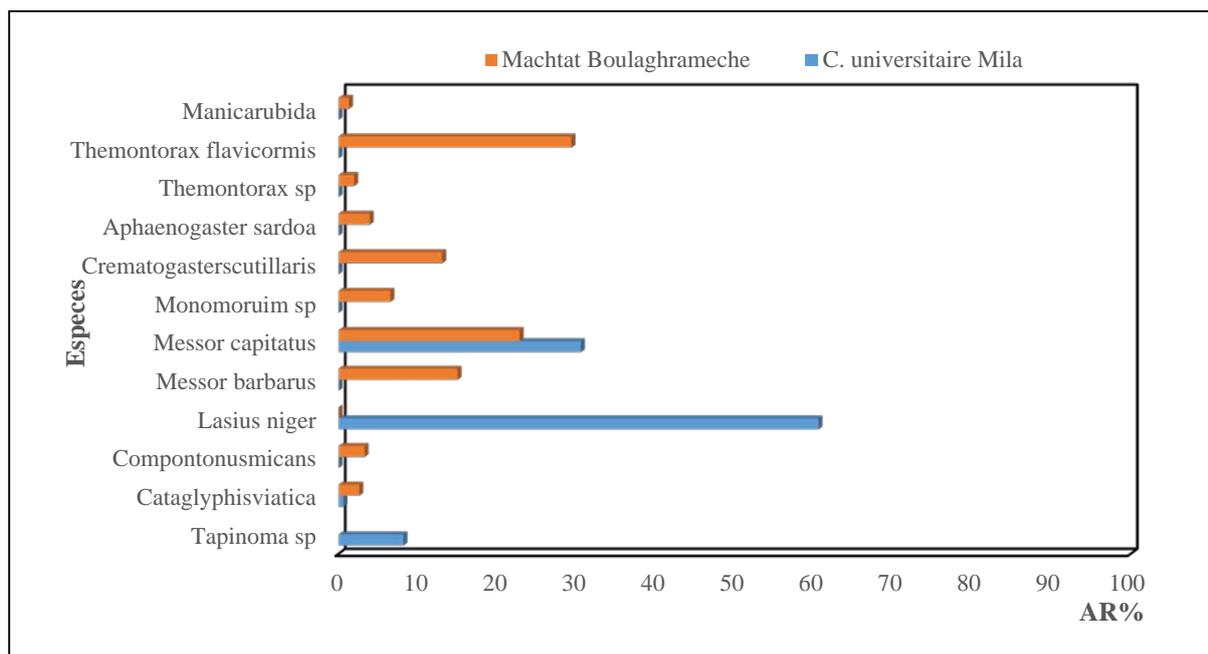
## IV.4.2. Abondance relative :

Tableau 14 : Abondance relative des espèces de fourmis capturées grâce à la chasse à vue dans les deux sites d'étude

Espèces	Centre universitaire Mila		M. Boulagramèche	
	Ni%	AR%	Ni%	AR%
<i>Tapinoma sp</i>	27	8.18	–	–
<i>Cataglyphis viatica</i>	2	0.61	4	2.61
<i>Comptonus micans</i>	–	–	5	3.27
<i>Lasius niger</i>	200	60.61	–	0
<i>Messor barbarus</i>	–	–	23	15.03
<i>Messor capitatus</i>	101	30.6	35	22.87
<i>Monomorium sp</i>	–	–	10	6.53
<i>Crematogaster scutellaris</i>	–	–	20	13.07
<i>Aphaenogaster sardoa</i>	–	–	6	3.92
<i>Themontorax sp</i>	–	–	3	1.96
<i>Themontorax flavicornis</i>	–	–	45	29.41
<i>Tetramorium sp</i>	–	–	2	1.31

Ni : nombre d'individus ; AR% : abondance relative.

Au sein du centre universitaire, *Lasius niger* représente la majorité des individus capturés, avec une proportion de 60,61 % (**Fig.20**). En revanche, dans le machat Boulagramèche, c'est l'espèce *Themontorax flavicornis* qui domine, représentant 29,41 % des individus capturés.



**Figure 20 :** Abondance relative AR% des espèces de fourmis capturées grâce à la méthode de la chasse à vue dans les deux stations d'étude

### Indices écologiques de structure appliqués aux espèces de fourmis échantillonnées grâce a chasse a vue dans les deux stations d'étude

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, de la diversité maximale ainsi que de l'équitabilité appliquée aux fourmis capturées dans les deux sites d'étude par la méthode de chasse a vue sont représentées dans le tableau (**Tab.15**) ci-dessous.

	C. universitaire de Mila	M. Boulaghrameche
<b>H'(bits)</b>	0,90	1,85
<b>H Max (bits)</b>	1,39	2,2
<b>E</b>	0,65	0,84

H' : diversité de Shannon-Weaver (bits) ; H max : diversité maximale (bits) ; E : équitabilité.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver calculé pour les Formicidae est de 0,9 bits, pour le centre universitaire de Mila et de 1,85 bits pour Machtat Boulaghrameche. Ces valeurs indiquent une plus grande diversité des espèces à Machtat Boulaghrameche comparée au centre universitaire de Mila.

Pour l'indice d'équitabilité la valeur obtenus dans Machtat Boulagramèche ( 0,84 ) est plus importante que celle du centre universitaire ( 0,65). Ces valeurs qui tendent vers 1 a Machtat Boulagramèche indiquent un équilibre entre l'effectif des fourmis captures dans cette zone d'étude.

En revanche au centre universitaire la valeur de l'équitabilité tend vers 0, ce qui reflète un peuplement des fourmis captures au niveau du centre universitaire est moins équilibré et dominée par une espèce.

#### IV.5.Analyse des propriétés physico-chimiques des huiles d'olive et de fourmis :

##### IV.5.1.Analyses physiques :

###### a-L'humidité (teneur en eau) :

	21jour	37jour	50jour	huile d'olive
M0	2.56	2.56	2.56	2.56
M1	2.81	2.78	2.55	2.32
M0*M1	7.1936	7.1168	6.528	5.9392
IMP (%)	13.9012456	14.051259	15.3186275	16.8372845

###### b-Potentiel d'hydrogène (pH) :

##### IV.5.2.Analyses chimiques :

###### a-Taux d'Impuretés Insolubles (IMP) (ISO663, 2000) :

###### b-Détermination des caroténoïdes :

	21jour	37jour	50jour	huile d'olive
A470 (nm)	0.373	0.321	0.322	0.245
caroténoïdes (ppm)	6.216	5.35	5.366	4.083

###### c-Détermination des chlorophylles :

	21jour	37jour	50jour	huile d'olive
A630 (nm)	0.105	0.1	0.045	0.002
A670(nm)	0.121	0.137	0.054	0.013
A710(nm)	0.076	0.083	0.026	0.002
Chlorophylles	0.28084715	0.41896869	0.17034991	0.101289134

#### IV.6. Les produits cosmétiques Bio à base d'huile de fourmis

Un produit fini ne peut être qualifié de naturel que s'il ne contient aucun produit de synthèse (à l'exception des conservateurs, parfums et propulseurs). Les ingrédients des cosmétiques naturels sont principalement des composants utilisés en phytothérapie (Baures et al., 2009).

##### IV.6.1. L'huile de fourmis

Il est traditionnellement courant d'utiliser des méthodes d'épilation telles que la cire, qui peuvent être intolérables pour certaines personnes. Par conséquent, de nombreux produits sans douleur sont désormais disponibles sur le marché pour éliminer les poils indésirables. L'un des produits les plus populaires aujourd'hui est l'huile de fourmi.

En tant qu'huile d'épilation naturelle, l'huile de fourmi permet de se débarrasser des poils facilement et sans douleur. Une utilisation régulière de cette huile contribue à réduire la fréquence de repousse des poils.

- L'huile de fourmi est l'une des méthodes les plus efficaces pour une épilation indolore.
- Elle hydrate et nourrit également la zone épilée,
- ne provoque pas de zones sombres sur la peau
- Elle ajoute de l'éclat à la peau.



**Figure 21** : l'huile de fourmis conditionné dans des flacon

**IV.6.1.1.Utilisation :**

- Après avoir retiré les poils à la racine avec des méthodes classiques (comme l'épilation à la cire, à la pince, etc.),
- Appliquez de l'huile d'œuf de fourmi sur la zone épilée.
- Massez pendant 5 à 10 minutes pour bien nourrir la peau.
- Répétez ce processus pendant 4 à 5 jours ou nuits après chaque séance d'épilation.

Si votre peau est irritée après l'épilation, prenez une douche ou rincez la zone irritée à l'eau froide, laissez la peau se reposer, puis appliquez l'huile. Rappelez-vous que l'huile doit être appliquée en massant après avoir retiré les poils à la racine. Pour que ce processus soit efficace, attendez que les poils repoussent et répétez l'opération. Une réduction significative des poils peut être observée dès le premier mois, et les poils peuvent disparaître complètement au cours des mois suivants.

**IV.6.1.2.Conservation et avertissements :**

L'huile de fourmi ne présente pas d'effets secondaires connus. Conservez-le dans un endroit frais, sec et à l'abri de la lumière directe du soleil. Gardez-le hors de portée des enfants et respectez les conditions de stockage indiquées sur l'emballage.

**Le savon Bio à base d'huile de fourmi**

**Figure 22:** Savon bio à base d'huile de fourmis

#### IV.6.1.3. Propriétés et bienfait du savon bio d'huile de fourmis

- Il limite la repousse des poils.
- Il améliore l'élasticité de la peau.
- Il prévient la déshydratation.
- Il nourrit l'épiderme.
- Riche en vitamine E, il combat le vieillissement cutané.
- Il possède des propriétés exfoliantes.
- Il réduit les poils incarnés.

#### IV.6.1.4. Emballage de savon produit à base d'huile de fourmis

Voici une description détaillée pour un emballage de savon produit à base d'huile de fourmi :

##### Face Avant :

- **Nom du Produit** : Savon à l'Huile de Fourmi
- **Sous-titre** : Pour une peau douce et sans poils
- **Slogan** : Naturel, doux et efficace

##### Face Arrière :

- **Description du Produit** :
  - "Notre savon à l'huile de fourmi combine des ingrédients naturels pour une épilation en douceur et une peau nourrie. Utilisé régulièrement, il aide à limiter la repousse des poils tout en améliorant l'élasticité et l'hydratation de votre peau."
- **Ingrédients** :
  - Huile d'œuf de fourmi
  - Beurre de karité
  - Huile de coco
  - Vitamine E

- **Mode d'Emploi :**

"Utilisez quotidiennement sur peau humide. Massez doucement pour créer une mousse riche, puis rincez abondamment. Pour des résultats optimaux, utilisez en complément de notre huile de fourmi après l'épilation."

- **Avantages :**

- Limite la repousse des poils
- Améliore l'élasticité de la peau
- Préviend la déshydratation
- Nourrit l'épiderme
- Combat le vieillissement cutané grâce à la vitamine E
- Exfolie en douceur
- Réduit les poils incarnés

- **Conservation :**

- "Conservez dans un endroit frais et sec, à l'abri de la lumière directe du soleil."

- **Avertissements :**

- "Évitez le contact avec les yeux. En cas d'irritation, cessez l'utilisation et consultez un médecin."

- **Poids Net :** g

- **Fabricant :** [Nom de la société]

- **Adresse :** [Adresse de la société]

- **Site Web :** [[www.siteweb.com](http://www.siteweb.com)]

**Côtés de l'emballage :**

- **Côté Gauche :** Un bref historique de l'utilisation de l'huile de fourmi dans les pratiques de soin de la peau.
- **Côté Droit :** Certifications et labels (bio, non testé sur les animaux, sans parabènes, etc.)



# **Conclusion**

La réalisation de cette première étude sur la diversité myrmécologique dans la région de Mila, menée dans deux sites (le campus universitaire de Mila et Mechtat Bouleghrameche dans la commune d'Ammira Arres), à partir de deux méthodes d'échantillonnage (les pots Barber et la chasse à vue), a permis de répertorier 17 espèces réparties en 3 sous-familles et 11 genres Formicinae, Myrmicinae et Dolichoderinae.

Notre étude montre que les Myrmicinae sont les plus représentées avec 12 espèces suivies des Formicinae avec 3 espèces et des Dolichoderinae avec 2 espèces.

Les résultats montrent également que le site de Machtat Bouleghrameche présente une richesse moyenne et totale plus élevées dans Machtat Bouleghrameche, avec 16 espèces (richesse moyenne = 6) comparé au campus universitaire, qui compte 8 espèces (richesse moyenne = 4.5).

L'abondance relative des espèces de fourmis capturées dans les deux stations d'étude a montré la prépondérance de l'espèce *Crematogaster auberti* dans le campus universitaire et la dominance de l'espèce *Monomorium Sp* dans Machtat Bouleghrameche. La constance appliquée a montré l'existence de 4 catégories d'occurrences dans les deux régions

Les indices écologiques appliqués aux espèces de fourmis capturées par les pots Barber et la collecte manuelle montrent une diminution de la richesse spécifique en milieu urbain, par rapport au milieu naturel. Cette différence est principalement due à la variation climatique entre les milieux urbains et les milieux naturels, causés par l'effet des îlots de chaleur urbains.

La méthode la plus efficace pour l'échantillonnage des fourmis est la méthode des pots Barber, qui a permis de recenser 12 espèces de fourmis. Et également permis d'analyser les indices écologiques de composition et de structure des peuplements de fourmis.

Pour compléter ce travail et améliorer la compréhension de la myrmécofaune en Algérie, il est recommandé de réaliser des échantillonnages pluréguliers dans différents types de milieux et élargir la zone d'étude ainsi que le nombre des stations pour connaître bien la répartition des fourmis, et utiliser des méthodes plus adaptées et propres aux peuplements de fourmis.

Le travail que nous avons entrepris nous a permis d'élargir considérablement nos connaissances sur les produits industriels, en particulier dans le secteur des cosmétiques. Cela a également été une occasion précieuse de faire progresser notre projet d'avenir, « Ant care Products ». Cette petite entreprise, fondée avec passion et détermination, fait ses premiers pas prometteurs vers une présence significative sur le marché de la cosmétologie algérienne. Nous

avons acquis des compétences essentielles en recherche et développement, ainsi qu'en gestion d'entreprise, ce qui nous permet de mieux répondre aux attentes des consommateurs et d'innover dans nos produits. Notre objectif est de devenir un acteur incontournable dans l'industrie cosmétique locale, en offrant des produits de qualité qui tirent parti des propriétés uniques des fourmis.

En fin notre gamme de produits cosmétiques à base d'huile de fourmis représente notre innovation clé pour réussir dans le contexte concurrentiel actuel, caractérisé par une clientèle exigeante et bien informée.

## **Références bibliographiques**

- **Abdi-Hamecha, L., Barech, G., Khaldi, M., Sadoudi, D. A. A., Salem, S., Zazgad, I., & Cagniant, H. (2021).** Diversité Des Fourmis (Hymenoptera, Formicidae) Dans La Forêt De Yakouren (Algérie): Estimation De La Richesse, Biogéographie Et Taxonomie. *Revue Suisse De Zoologie*, 128(1), 61-72.
- **Abdi-Hamecha, L. (2021).** *Diversité myrmécologique (Hymenoptera, Formicidae) dans quelques habitats de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou).
- **Agarwal, S., Sharma, G., Verma, K., Latha, N., & Mathur, V. (2022).** Pharmacological potential of ants and their symbionts—a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 170(12), 1032-1048.
- **Agosti,**
- **D. Jonathan, D. Leeanne, M. Alonso, E. Schultz, T. R. (2000)**-Standard Methods For Measuring And Monitoring Biodiversité. Library Of Congress Cataloging- In Publication Data. Smithsonian Institution Press Washington And London.304p.
- **Alonso L. (2000).** Ants As Indicators Of Diversity. In:Agosti D., Majer J., Alonso L. & Schultz, T. Ants. Standard Methods For Measuring And Monitoring Biodiversity. Smithsonian Institution Press, Washington And London: 80-88p.
- **Amara Y., 2013-** *Etude Bio-écologique des peuplements fourmis dans la region de Laghouat.* Thèse Magister, Ecol .nati.Supr., Agro.,Alger,103p.
- **Amara, Y., Tliba, H., Bounaceur, F., & Daoudi-Hacini, S. (2020).** Diversity, richness and composition of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in the pre-Saharan steppe of Algeria. *Sociobiology*, 67(1), 48-58.
- **Amimer, D. (2022).** *Diversité des Formicidae dans la région Illoula Oumalou (station ighil guilef et thazdot) dans deux vergers d'arbres fruitiers différents (figuier et cerisier)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Andersen, A.N. (2019).** Responses Of Ant Communities To Disturbance: Five
- **ANDI, 2013,** Agence Nationale De Développement De l'Investissement.Consulté Le 18-4-2022.
- **Baars M.A., 1979 -** Catches In Pitfall Traps In Relation To Mean Densities Of Carabid Beetles. *Oecologia*, 41: 25-46.
- **Bafouloulou Bakir M, 2020.** *inventaire des formicidae dans une station des monts de tlemcen.* mem master unvi-tlemcen.algérie p14.

- **Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1955).** Les Climats Secs Et Arides. In Géographie Universelle (Pp. 47-188). *Larousse*.
- **Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1953).** Saison Sèche Et Humidité Relative En Climat Méditerranéen. *Comptes Rendus Des Séances De l'Académie Des Sciences*, 236(23), 2320-2322
- **Bagnouls F. & Gaussen H., 1953.** Saison Sèche Et Indice Xérothermique. *Bull Soc, Hist, Nat, Toulouse*, 88 (3-4) Pp.193-239.
- **Barech, G., Khaldi, M., Ziane S., Zedam A., Doumandji, S., Sharaf, M. & Espadaler, X. (2016).** A First Checklist And Diversity Of Ants (Hymenoptera: Formicidae) Of The Saline Dry Lake Chott El Hodna In Algeria, A Ramsar Conservation Wetland. *African Entomology*, 24.
- **Barech G., Khaldi M., Espadaler X. et Cagniant H., 2017.** Le genre *Monomorium* (Hymenoptera, Formicidae) au Maghreb (Afrique du Nord) : Clé d'identification, avec la redescription de la fourmi *Monomorium major* Bernard, 1953 et nouvelles citations pour l'Algérie. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 61: 151-157.
- **Barech G., Khaldi M., Boujelal F-Z. et Espadaler X. 2018.** Diversité et structure de la myrmécofaune aux abords du barrage El Ksob en Algérie : nouvelle citation pour *Aphaenogaster rupestris* Forel, 1909 (Hymenoptera : Formicidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 62 : 253-258.
- **Barech G., Khaldi M., Espadaler X. et Cagniant H. 2020.** Révision taxonomique du genre *Messor* (Hymenoptera, Formicidae) au Maghreb et description de *Messor hodnii* sp. n., une nouvelle espèce de fourmi trouvée en Algérie. *Revue suisse de Zoologie* 127 (1): 9-19.
- Baures C., Bedda, S., Garderes, E., Moreau, L., Raulot, M., & Delamare-Le Deist, P. F. (2009). Les cosmétiques biologiques à la loupe. Dossier santé.).
- **Belahlou, S. 2016.** Biodiversité des lombricidés dans la wilaya de Mila. *Département de Biologie Et Ecologie Végétale*. Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri Constantine. 37, 38, 43p.
- **Belleman H., (1999).** Guide Des Abeilles, Bourdons, Guêpes Et Fourmis D'Europe de la Suisse et de la France, 336 P.
- **Benkhelil, M. L. Et Doumandji, S. (1992).** Notes Écologiques Sur La Composition Et La Structure Du Peuplement Des Coléoptères Dans Le Parc National De Babor (Algérie). *Med. Fac. Landbouww., Uni. Gent.*, 57 (3a) : 617 - 626.

- **Bernard F. 1958.** RÈsultats de la concurrence naturelle chez les fourmis terricoles d'Europe et d'Afrique du Nord : évaluation numérique des sociétés dominantes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 49 : 301-356.
- Bernard (1972)
- **Bernard F. 1973.** Comparaison entre quatre forêts cœtières Algériennes relation entre sol, plante et fourmis. *Bull. Sol. Hist. Nat. Afr. Nord*, 64(1-2) :25-37.
- Bernard (1976)
- **Bernard, F. (1983).** *Les Fourmis Et Leur Milieu En France Méditerranéenne*. Ed. Le Chevalier. Paris, Vol.XLV, 149p.
- Bestelmeyer, B. T., Agosti, D., Leanne, F., Alonso, T., Brandão, C. R. F., Brown, W. L., & Delabie, J. H.C., & Silvestre R., 2000. Field Techniques For The Study Of Ground-Living Ants: An Overview, Description, And Evaluation. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA*, 122-144.
- **Bigot, L., & Bodot, P. (1973).** Contribution A L'étude Biocœnotique De La Garrigue A Quercus Coccifera L. —Composition Biotique Du Peuplement Des Invertébrés. *Vie Et Milieu*, 23, 229-249.
- **Bingqian, N., Ali Shah, A., Matra, M., Wanapat, M., Ullah Khan, R., Ahmad, S., ... & Kamal Shah, M. (2023).** Insect bioactive compounds and their potential use in animal diets and medicine. *Entomological Research*, 53(11), 429-443.
- **Blondel J., 1979** - Bibliographie Et Écologie. Ed. Masson, Paris, 173 P.
- **Bolton, B. (2003).** Synopsis and Classification of Formicidae.
- **Bouzekri, M. A., Hacini S. D., Cagniant, H., Doumandji, S. (2015).** Etude Comparative Des Associations (Plantes-Fourmis) Dans Une Région Steppique (Cas De La Région De Djelfa, Algérie). *Lebanese Science Journal*, 16: 69-77.
- **Bouziane, A., Petit, D. et Moulai, R. (juillet 2020).** La faune de fourmis est-elle un bon bio-indicateur des écosystèmes dunaires côtiers du Nord-est de l'Algérie. Dans *Annales de la Société entomologique de France (NS)* (Vol. 56, n° 4, pp. 349-360). Taylor et François.
- **Bouزيد A., 2003** - *Bio écologie Des Oiseaux D'eau Dans Les Chotts De Aïn El-Beïda Et D'oum Er-Raneb (Région d'Ouargla)*. Thèse Magister. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 132p

- **Cagniant H., 1973.** *Les Peuplements Des Fourmis Des Forêts Algériennes. Ecologiebiocénotique, Essai Biologique.* Thèse Doctorat. Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 464 P.
- **Cagniant H., 2011.** Résumé. Communication Personnelle.
- **Chemala A., 2013-Bioécologie des Formicidae dans trois zones d'étude au Sahara septentrional Est algérien (Ourgla, El-Oued et Djamaa).** thèse Magister, Ecol .nati. Supr., Agro.,Alger, 201p
- **Chazeau J., Jourdan H., Bonnet De Larbogne L., Konghouleux J.,Chauvin C., Bouvarel I., Beloeil P.A., Orand J.P., Guillemot D., Currie C.R., Wong B., Stuart A.E., Schltz, T.R., Rehner S.A., Mueller U.G., Sung G.H., Spatafora J.W. & Straus N.A., 2003** - Ancient Tripartitecoevolution In The Attine Ant–Microbe Symbioses. *Science* 299 : 386–388.
- **Dajoz R., 2000.**Précis D'écologie : Cours Et Exercices Résolus. 7ième Édition. Dunod, Paris.613p
- **Delabie J. H., Fisher B. L., Majer J. D., & Wright, I. W. (2000).**Sampling effort and choice of methods. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*, 145-154.
- **Della –Santa E ,1995** .Fourmis De Provence ; Muséum D'histoire, 16 5-35 P.
- **Djioua O., 2011.** *Inventaire des formicidae dans quelques milieux forestiers et agricole de la wilaya de Tizi-ouzou.*Memoire Magister Dep. Bio.Univ. Tiziouzou.114p.
- **Dreux P, 1980.**Précis D'écologie. Ed. Presses Univ. France, Paris, 231 P.
- Edition .Dunodpages (293.312.313).
- **Emberger L., 1955.** Classification Biogéographique De Climats. Trav : Lab ; Bot ;
- **Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J., 2003** - Écologie-Approche Scientifique Et Pratique. Ed. TEC&DOC, Paris, 399p.
- **Forel A., 1890a.** Un parasite de la Myrmecia forficata Fabr. *Ann. Soc. Entomol. Belg.*, 34 : 8-10.
- **Forel A., 1890b.** Fourmis de Tunisie et d'Algérie orientale. *Bull. Soc. Entomol. Belg.*, 34 : 61-77.
- **Forel A., 1894.** Les Formicidae de la Province d'Oran (Algérie). *Bull. Soc. vaudoise sci. nat.*, 30 : 1-45.
- **Forel A., 1907.** Fourmis nouvelles ou intéressantes. *Bull. Soc. vaudoise sci. nat.* 47 : 331-400.

- **Galkwoskich .,2011.**Une Liste Des Fourmis(Hyménoptéra ; Formicidae)Récoltés Dans La Région De Grasse, Avec La Montion D'une Nouvelle Espèce De La Faune De France .Bull.Soc .Linn.Provence, T.62 ,2011.
- Géol, Zool ; Fac, Scie. Servi. Bot. Montpellier, 77p.
- Habitats From Central Mexico. *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 42, No. 1, P. 26–38, 2023.
- **Holldobler, B. Et Wilson, E. O.( 1990) .The Ants. Harvard University Press, Cambridge, Mass, 732 P.**
- **Idogawan. ,Dobata S.,2018.**Colony Structure And Life History Of Lioponeradaikoku(Formicidae : Dorylinae).
- **Jena, S., Das, S. S., & Sahu, H. K. (2020).** Traditional value of red weaver ant (Oecophylla smaragdina) as food and medicine in Mayurbhanj district of Odisha, India. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 8(5), 936-946.
- **Jolivet P. (1986).** Les fourmis et la télévision. *Entomologiste*, 42, 321-323
- **Kaiser, D.T, 2014.** Termites and Ants in Burkina Faso (West Africa): Taxonomic And Functional Diversity Along Land-Use Gradients; Ecosystem Services Of Termites In The Traditional Zaï System. Bayerische Julius-Maximilians-Universitaet Wuerzburg 274p.
- **Kaspari M. &Majer J.D. (2000).** Using Ants To Monitor Environmental Change. Pp. 89- 98, In:Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. And Schultz, T., (Eds.). *Ants: Standard Methods For measuring And Monitoring Biodiversity. Biological diversity hand book series. Smithsonian in situation Press. Washington D.C.*
- **Khadoumi, A., Bouzekri, M. A., &Guerzou, A. (2022).** Species Diversity Of Myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) In Zehrezchergui's Wetland, Djelfa, Algeria: First Checklist. *Journal Of Asia-Pacific Biodiversity*, 15(4), 551-556.
- **Lager, B., Pitval L. & Defretin A., 2015.** La Société Des Fourmis.31p.
- Lamotte et Bourlliere(1969
- **Lebas, C., Galkowski, C., Blatrix, R., &Wegnez, P. (2016).** Guide Delachaux: Fourmis d'Europe Occidentale. *Luçon:Delachaux Et Niestlé.*
- **Longino J.T. & Colwell R.K. (1997).** Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications*, 7: 1263- 1277p.

- **Lutinski, J. A., Lutinski, C. J., Serena, A. B., Busato, M. A., & Garcia, F. R. M. (2024).** Ants as Bioindicators of Habitat Conservation in a Conservation Area of the Atlantic Forest Biome. *Sociobiology*, 71(1), e9152-e9152.
- **Marinho C.G.S., Zanetti R., Delabie J.H.C, Schlindwein M.N. & Ramos, L.S. (2002).**Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. *Neotropical Entomology*, 31, 187- 195.
- **Moldenke, A.R (1994)** .Arthropodes.In: Soil Science Society Of America. Methods Of Soil Analysis, Part 2. Microbiological And Biochemical Properties, No. 5. USA.Pp 517-541.
- **Muller, Y. (1987).** L'avifaune Forestière Nicheuse Des Vosges Du Nord. Sa Place Dans Le Contexte Médio-Européen. *Revue d'Écologie (La Terre Et La Vie)*, 42(4), 162-163.
- **Oukaci, Gh. Sidi Salah, S.2019.** *Étude de la diversité des fourmis urbaine de la ville de Bejaia*. Mémoire de Master. Université Abderrahmane MIRA- Bejaia.
- **Ouarab, S. et Doumandji, S. 2019.** Relative biomass and size class of ant prey *Cataglyphis bicolor* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera Formicidae) in the Reghaïa wetland reserve (Algeria). *Biodiversity Journal*, 10 (2): 101–108
- **Parikh, G., Rawtani, D., & Khatri, N. (2021).** Insects as an indicator for environmental pollution. *Environmental Claims Journal*, 33(2), 161-181.
- **Passera L., 2016.**Formidables Fourmis ! ISBN 2759225135, 9782759225132. 1-50 P.
- **Peck, S. L., Mcquaid, B., & Campbell, C. L. (1998).** Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. *Environmental Entomology*, 27(5), 1102-1110.
- **Platauxl., (1972).**Sur Les Modifications Produites Chez Une Fourmi Par La Présence D'un Parasite Cestode. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 12eme Série. 14 : 203-220p..
- **Pohl, M., Hommen, U., Eilebrecht, S., Schäfers, C., Gadau, J., & Otto, M. (2024).** Ants are no bees–Gaps in the assessment of relevant exposure routes to pesticides and plant incorporated protectants. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*.
- **Passera L. (1984).** L'organisation sociale des fourmis. Privat, Toulouse, 225p
- **Ramade F, 2003,** *Elément D'écologie (Ecologie Fondamentale)*-3 Eme
- **Ramade F., (1972).** *Le Peuple Des Fourmis*, Ed. Presses Universitaires De France, Paris66p.

- **Ramade F., 1984.** Eléments D'écologie Fondamentale. Ed. Mc. Graw Hill, Paris, 397 P.
- **Ramade F., 2003** - Eléments D'écologie, - Ecologie Fondamentale-. Ed. Dunod, Paris, 690 P. 92
- **Ramade F., 2004** - Eléments D'écologie, - Ecologie Fondamentale-. Ed. Dunod, Paris, 689 P.
- **Reyes-Morales P.S., La Ra C., Castillo-Guevara C., Cuautle M.:** Does The Ant Functional Group Classification Really Work? A Validation In Two Contrasting
- **Riba G. & Silvy C., (1992).** Combattre Les Ravageurs Des Cultures : Enjeux Et Perspectives, INRA, Versailles, INRA Éditions, Paris, 768 P.
- **Robert P., (1974).** Les Insectes II : Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères Et Hémiptères. Ed. Delachaux Et Neuchâtel (Suisse), 302 P.
- **Sadou S & Yazag M., 2017.** Inventaire Des Formicidae Dans Deux Régions De Lawilaya De Tizi-Ouzou (Azeffoun Et Assi-Youcef). Mém. Master, Univ-Tizi-Ouzou, Algérie, 67 P.
- **Santschi F., 1915.** Nouvelles fourmis d'Algérie, Tunisie et Syrie. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, 6 : 54-63.
- **Santschi F., 1929a (1928).** Sur quelques nouvelles fourmis du Brésil (Hym. Form.). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1928:414-416
- **Santschi F., 1929b.** Étude sur les Cataglyphis. *Revue Suisse de Zoologie*, 36:25-70
- **Schultheiss.P., Et Al 2022.** The Abundance, Biomass, And Distribution Of Ants On Earth Vol. 119 No. 40
- **Seddiki H, Chaalal M, Stambouli I, 2013.,** Mila La Wilaya. Spectaculaire Chut De Tamda Près Ahmed Rachedi. Rapport Technique. Ed, Albayazin. 101p.
- **Seltzer A., 1946,** Le Climat De l'Algérie. Inst. Météo. Phys. Glob. Université. Alger. 219
- **Schultheiss, P., Nooten, S. S., Wang, R., Wong, M. K., Brassard, F., & Guénard, B. (2022).** The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(40), e2201550119.
- **Soukehal B, Cherrad S, 2011.,** Les Ressources En Eau Dans La Wilaya De Mila Mobilisation, Consommation Et Comportement De Ménages. *Science Et Technologie D* -N°34
- **Souttou, K., Sekour, M., Ababsa, L., Guezoul, O, Bakouka, F., Doumandji, S. (2011).** Arthropodofaune Recensés Par La Technique Des Pots Barber Dans Un

Reboisement De Pin d'Alep A Seharyguebly (Djelfa) *Revue Des Bio Ressources*, 1: 19-26.

- **Vaval,J.Kurthch , 2017** .Fourmis ;Muséum D'histoire Naturelle De La Ville De Genève -2017.
- **Wanna C, Boonmann,.Et Al2022** Species Diversity Of Subterranean Ants In Rangsit Marsh, Khlongluang District, Pathumthani Province, Thailand
- **Zentout,O. Talhaoui ,L. 2023**. *Ecologie des mammifères dans la région de Mila*. memoire de master, centre Universitaire abdalhafid boussouf Mila.
- **Zouaidia. H, 2006-** Bilan Des Incendies De Forêts Dans l'Est Algérien Cas De Mila,