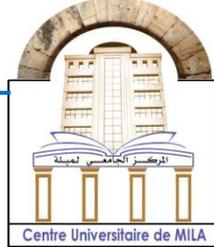


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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 :

**Diversité et structure de la myrmécofaune dans la région  
de Grarem Gouga (Wilaya de Mila).**

Présenté par :

➤ **KERBACHE Khadidja**

Devant le jury :

➤ <b>BOUNAMOUS Azzedine</b>	<b>Professeur</b>	<b>Président</b>
➤ <b>Dr. BOUDJAHM Ibtissam</b>	<b>Maitre de conférences B</b>	<b>Examinatrice</b>
➤ <b>Dr. BOUZEGAG Abdelaziz</b>	<b>Maitre de conférences A</b>	<b>Promoteur</b>

**Année Universitaire : 2024/2025**

# *Remerciements*

Je remercie Dieu, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

J'exprime ma profonde gratitude à toutes les personnes qui m'ont soutenu tout au long de cette expérience. Je tiens à remercier tout particulièrement mes chers parents, qui ont toujours été à mes côtés et m'ont offert un soutien moral précieux.

Je remercie sincèrement mon encadrant, **Dr. BOUZEGAG Abdelaziz**, pour ses conseils avisés, sa disponibilité et son accompagnement constant durant toutes les étapes de ce travail.

Je tiens également à adresser mes remerciements aux membres du jury, notamment au président **Pr. BOUNAMOUS Azzedine** et à l'examinatrice **Dr. BOUDJAHM Ibtissam**, pour avoir accepté de consacrer de leur temps à l'évaluation de mon travail.

Enfin, j'exprime toute ma reconnaissance à toutes les personnes, enseignants ou non, qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

# *Dédicaces*

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents : que dieu vous garde et vous protège

A mes adorables frères et sœurs et leurs familles.

A ma meilleur copine «Imane ».

A tous mes ami(e)s.

## TABLE DES MATIERES

*Remerciement*

*Dédicace*

*Liste des tableaux*

*Liste des figures*

Introduction..... 01

### **Chapitre 01 : Synthèse bibliographique**

1. Généralités sur les mrymécofaune..... 03

2. Répartition des fourmis..... 03

2.1. Dans le monde..... 03

2.2. En Algérie..... 05

3. Classification et systématique des mrymécofaune..... 05

4. Anatomie des fourmis..... 06

4.1. Structure externe (morphologie) ..... 06

4.2. Anatomie interne..... 07

5. Biologie et écologie des fourmis..... 08

5.1. Régime alimentaire..... 08

5.2. Cycle de développement..... 08

6. Habitat des mrymécofaune..... 09

7. Le rôle des fourmis..... 10

7.1. Bio-indicateurs..... 10

7.2. Prédateurs..... 11

8. Fourmis et plantes..... 11

### **Chapitre 02 : Présentation de la région d'étude**

1. Situation géographique..... 12

1.1. Cadre géographique..... 12

1.2. Facteurs climatiques..... 12

1.2.1. Température..... 13

1.2.2. Précipitations..... 14

1.2.3. Vent..... 14

1.3. Synthèse climatique de la région de Mila..... 15

1.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens..... 15

1.3.2. Climagramme d'Emberger..... 16

2. Les facteurs édaphiques..... 18

2.1. Reliefs..... 18

2.2. Hydrographie..... 19

3. Cadre biotique..... 19

3.1. Richesses floristiques..... 19

3.1.1. Végétation agricole..... 20

3.1.2. Couverture forestière..... 20

3.2. Richesses fauniques..... 21

## Chapitre 03 : Matériels et Méthodes

1. Choix des stations d'études.....	22
1.1. Station Elchahid Ahmed Megrab El Bour.....	22
2. Méthodologie.....	23
2.1. Sur terrain.....	24
2.1.1. Pièges trappes/pots Barber.....	24
2.1.2. Appâts.....	25
2.1.3. Capture directe.....	25
2.2. Au laboratoire.....	26
2.2.1. Matériels utilisés.....	26
3. Exploitation des résultats.....	26
3.1. Indices de composition.....	27
3.1.1. Richesse totale (S) .....	27
3.1.2. Richesse moyenne (Sm) .....	27
3.1.3. Fréquence centésimale (AR%).....	28
3.1.4. Fréquence d'occurrence.....	28
3.2. Indices écologiques de structure.....	29
3.2.1. Indice de Shannon-Weaver (H') .....	29
3.2.2. Indice de diversité maximale (H'max) .....	29
3.2.3. Equitabilité (E) .....	30
3.3. Méthode statistique : ACP.....	30

## Chapitre 04 : Résultats et discussion

1. Liste globale des espèces capturées.....	31
2. Proportions des sous-familles dans les deux sites.....	32
2.1. Pourcentage des sous-familles des fourmis dans l'oliveraie.....	32
2.2. Pourcentage des sous familles de Fourmis dans la parcelle de sol non cultivée...	33
3. Effectifs des merymècoufaune dans les deux parcelles du site d'étude.....	33
4. Richesse spécifique.....	35
5. Abondance relative des espèces de fourmis inventoriées.....	36
6. Occurrences des espèces.....	37
7. Indices écologiques de structure.....	40
7.1. Indice de Shannon et Equitabilité.....	40
7.2. Indice de similarité.....	40
8. Exploitation statistique (ACP) .....	40
9. Discussion des résultats.....	42
Conclusion.....	46
Références bibliographiques.....	47
<i>Résumé</i>	

## Liste des tableaux

<b>Numéro</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b>	Température moyenne, minimale et maximale de la région de Mila	<b>13</b>
<b>Tableau 02</b>	Précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila	<b>14</b>
<b>Tableau 03</b>	Variations des vents mensuelles moyennes de la région de Mila	<b>15</b>
<b>Tableau 04</b>	Les différents types des forêts de la wilaya de Mila	<b>20</b>
<b>Tableau 05</b>	Les faunes de la wilaya de Mila	<b>21</b>
<b>Tableau 06</b>	Les espèces de fourmis capturées par les pots Barber, la collecte manuelle et le piège à appât	<b>31</b>
<b>Tableau 07</b>	Effectifs des fourmis collectées selon les trois méthodes d'échantillonnage dans un verger d'oliviers	<b>34</b>
<b>Tableau 08</b>	Effectifs des fourmis collectées selon les trois méthodes d'échantillonnage dans un sol non cultivé	<b>35</b>
<b>Tableau 09</b>	Abondance relative des espèces de fourmi capturées dans un verger d'oliviers	<b>36</b>
<b>Tableau 10</b>	Abondance relative des espèces de fourmi capturées dans le sol non cultivé	<b>37</b>
<b>Tableau 11</b>	Occurrence et occurrence relative (%) de l'oliveraie	<b>38</b>
<b>Tableau 12</b>	Occurrence et occurrence relative (%) du sol non cultivé	<b>39</b>
<b>Tableau 13</b>	Indices de diversité de Shannon et d'équitabilité pour les deux parcelles du site d'étude	<b>40</b>

## Liste des figures

<b>Numéro</b>	<b>Titre de la figure</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 01</b>	Répartition des fourmis dans le monde	<b>04</b>
<b>Figure 02</b>	Carte des stations forestières d'Algérie visités	<b>05</b>
<b>Figure 03</b>	Anatomie externe de la fourmi	<b>06</b>
<b>Figure 04</b>	Anatomie interne de la fourmi	<b>09</b>
<b>Figure 05</b>	L'habitat des fourmis	<b>12</b>
<b>Figure 06</b>	Carte des limites administratives	<b>13</b>
<b>Figure 07</b>	Répartition température moyenne, minimale et maximale de la région de Mila	<b>14</b>
<b>Figure 08</b>	Répartition des Précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila	<b>15</b>
<b>Figure 09</b>	Variations des vents mensuelles moyennes de la région de Mila	<b>16</b>
<b>Figure 10</b>	Diagramme Ombrothermique de la région de Mila	<b>17</b>
<b>Figure 11</b>	Situation de la région de Mila dans le Climagramme d'Emberger	
<b>Figure 12</b>	Carte du relief de la wilaya de Mila	<b>18</b>
<b>Figure 13</b>	Réseau hydrographique de la région de Mila	<b>19</b>
<b>Figure 14</b>	Carte de localisation de la zone d'étude	<b>22</b>
<b>Figure 15</b>	Stations d'échantillonnages à La région du martyr Ahmed Megrab El Bour	<b>23</b>
<b>Figure 16</b>	Emplacement de pot Barber	<b>24</b>
<b>Figure 17</b>	Conservation des fourmis récoltées	<b>26</b>
<b>Figure 18</b>	Matériels utilisés durant notre étude sur laboratoire	<b>27</b>
<b>Figure 19</b>	Diagramme en radar des espèces de fourmis capturées selon le site (Oliveraie vs Sol non cultivé)	<b>32</b>
<b>Figure 20</b>	Proportions des sous-familles des fourmis dans l'oliveraie	<b>32</b>
<b>Figure 21</b>	Proportions des sous-familles des fourmis dans la parcelle du sol non cultivée	<b>33</b>
<b>Figure 22</b>	Projection des espèces inventoriés sur le plan factoriel axe2-axe3 de l'ACP (Axe 1 et axe 2 : 59%)	<b>40</b>

# *Introduction*

Les fourmis (Hymenoptera : Formicidae) représentent l'un des groupes d'insectes les plus diversifiés, les plus abondants et les plus influents dans les écosystèmes terrestres à travers le monde. Elles jouent un rôle central dans le fonctionnement écologique des milieux naturels en participant à de nombreux processus clés tels que l'aération et la structuration des sols, la dispersion des graines (myrmécochorie), la régulation des populations d'autres arthropodes et le recyclage de la matière organique (Hölldobler et Wilson, 1990 ; Del Toro *et al.*, 2012). Grâce à leur ubiquité, leur plasticité écologique et leur sensibilité aux perturbations environnementales, les fourmis sont également reconnues comme de précieux bioindicateurs de la qualité des habitats naturels ou anthropisés (Folgarait, 1998 ; Andersen et Majer, 2004). En Algérie, les études myrmécologiques restent relativement limitées et géographiquement inégalement réparties. Les premières investigations ont été menées par Cagniant (1970, 1973), principalement dans les zones forestières du Nord du pays. D'autres travaux plus récents ont approfondi la connaissance de la myrmécofaune dans des bioclimats humides et subhumides, notamment en Kabylie (Sid-Ali *et al.*, 2020 ; Barech, 2014), tandis que les milieux semi-arides et steppiques de l'intérieur algérien, comme ceux de la région de Mila, demeurent largement sous-explorés (Amara *et al.*, 2020).

La région de Grarem Gouga, située dans la wilaya de Mila, se trouve à l'interface entre les zones telliennes humides au nord et les étendues steppiques semi-arides au sud. Cette situation de transition écologique confère à la région un intérêt particulier pour l'étude de la biodiversité, car elle est susceptible d'abriter une myrmécofaune variée influencée à la fois par la nature hétérogène de la végétation, le type de sol, et les pratiques humaines telles que l'agriculture, le pâturage ou l'urbanisation. Dans d'autres milieux méditerranéens analogues, notamment en milieu agricole irrigué, des études ont démontré que la présence d'infrastructures écologiques (haies, friches, maquis) favorise la diversité et la spécialisation des communautés de fourmis (Zina *et al.*, 2022).

De plus, la structure des peuplements myrmécologiques peut être profondément altérée par des facteurs d'origine anthropique ou naturelle, tels que l'urbanisation croissante, les pratiques agricoles intensives, la fragmentation des habitats, ou encore les changements climatiques (Fernando *et al.*, 2025 ; Robla *et al.*, 2023). À Jijel, par exemple, la distribution des espèces de fourmis dans les écosystèmes dunaires a montré une forte variabilité en fonction des gradients d'instabilité environnementale (Bouziane *et al.*, 2020). À Bejaia, Laakel *et al.*, (2024) ont observé des contrastes marqués de richesse spécifique et de composition entre les habitats urbains et suburbains, soulignant l'impact des perturbations humaines sur la structure des communautés.

Dans ce contexte, la présente étude vise à explorer, la diversité spécifique et la structure écologique des communautés de fourmis dans différents types d'habitats de la région de Grarem Gouga. L'objectif est non seulement de contribuer à l'inventaire faunistique régional d'un groupe bioindicateur encore peu étudié dans cette zone, mais également de mieux comprendre l'influence des variables écologiques locales sur la distribution et l'organisation des espèces.

Ce manuscrit est organisé en quatre (04) chapitres complémentaires, permettant une progression logique et structurée de l'étude. Le premier chapitre pose les bases théoriques en présentant les notions essentielles sur les fourmis, leur diversité et leur importance écologique. Il permet de mieux comprendre pourquoi la myrmécofaune constitue un bon indicateur pour l'évaluation des milieux. Le deuxième chapitre introduit le site d'étude, la région de Grarem Gouga, à travers une description de ses principales caractéristiques naturelles. Cela permet de replacer l'analyse dans un contexte environnemental précis. Le troisième chapitre décrit la méthodologie mise en œuvre pour l'échantillonnage et l'analyse des données, en soulignant le protocole suivi pour assurer la fiabilité des résultats. Enfin, le quatrième chapitre présente les résultats obtenus, leur interprétation et les principaux enseignements tirés, notamment en ce qui concerne la diversité spécifique des fourmis et les facteurs influençant leur répartition.

*Chapitre 01*  
*Synthèse bibliographique*

## 1. Généralités sur les myrmécofaune :

Les fourmis, membres de la famille des Formicidae, sont parmi les insectes les plus abondants sur Terre. Elles peuvent représenter jusqu'à 15 % de la biomasse animale totale et jusqu'à 50 % de la biomasse des arthropodes dans la canopée des forêts tropicales (Holldobler et Wilson, 1990). Dans les forêts tropicales de l'Amazonie, des études ont estimé que la masse sèche totale des fourmis était approximativement quatre fois supérieure à celle de l'ensemble des vertébrés terrestres (Holldobler et Wilson, 1994). Elles forment un groupe très diversifié, avec plus de 12 000 espèces décrites, et présentent une organisation sociale remarquable. (Agosti, 2000). À l'échelle locale, les assemblages de fourmis sont diversifiés sous l'influence du climat, de l'altitude et de la qualité des habitats (Kaiser, 2014).

Les fourmis sont considérées comme les plus grands prédateurs des arthropodes (Dyer, 2002 ; Philpott et *al.*, 2013). Grâce à leur rôle de prédateur, elles jouent un rôle crucial en tant qu'agents de lutte biologique contre les bioagresseurs phytophages (Vayssières et *al.*, 2011 ; Yemeda et *al.*, 2013). Bernard (1972) a observé que de 96,4 % à 99,7 % de la faune des invertébrés dans le Grand Erg Saharien, en Algérie, est constituée de fourmis. Cagniant (1973) a également souligné qu'en Algérie, les fourmis sont particulièrement abondantes, que ce soit en forêt ou dans les espaces dégagés, près des cours d'eau ou dans des environnements secs, sur des sols argileux comme sur des rochers.

Le succès écologique des fourmis peut être attribué à leur capacité à développer des sociétés d'une complexité, d'un gigantisme et d'un fonctionnement exceptionnels. Bien que les fourmis soient des insectes sociaux, les degrés de socialité varient parmi les différentes espèces. Certaines caractéristiques communes à la majorité des espèces ont conduit les biologistes à les qualifier d'eusociales (Wilson, 1971).

## 2. Répartition des fourmis :

La domination écologique des fourmis apparaît de manière encore plus évidente à travers l'analyse de leur répartition géographique (Ramade, 1972).

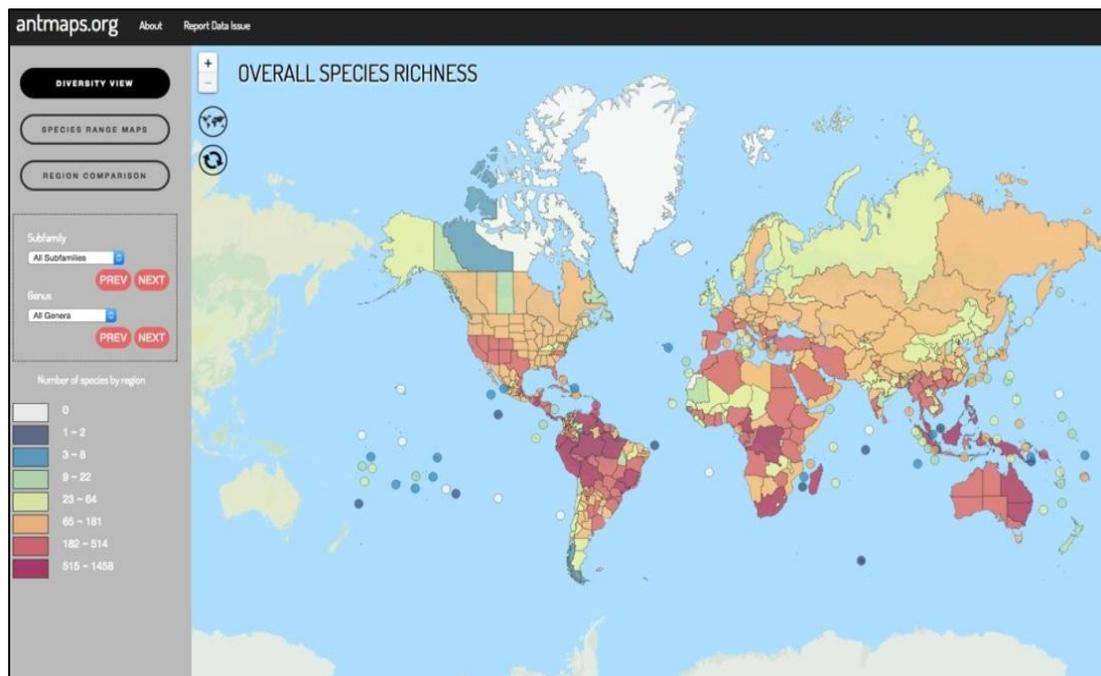
### 2.1. Dans le monde

Selon Passera (2005), les fourmis sont présentes partout, des forêts finlandaises au-delà du Cercle polaire jusqu'aux régions équatoriales. Elles occupent divers biotopes, tels que les espaces urbanisés, les terres cultivées, les landes incultes et les déserts. Seuls le Groenland et

l'Antarctique en sont dépourvus (Passera, 2016). Leur répartition est influencée par des facteurs climatiques tels que l'altitude, l'exposition et la nature du substrat, qui façonnent le microclimat du sol auquel elles sont soumises (Cagniant, 2011).

Près des deux tiers (61 %) des fourmis vivant au sol dans le monde se trouvent dans seulement deux milieux : les forêts tropicales humides et les savanes tropicales. Pourtant, ces zones ne couvrent qu'environ 38 % des terres où vivent les fourmis. Cela montre à quel point les régions tropicales sont essentielles pour soutenir la grande quantité et la diversité des fourmis dans le monde (Schultheiss et *al.*, 2022).

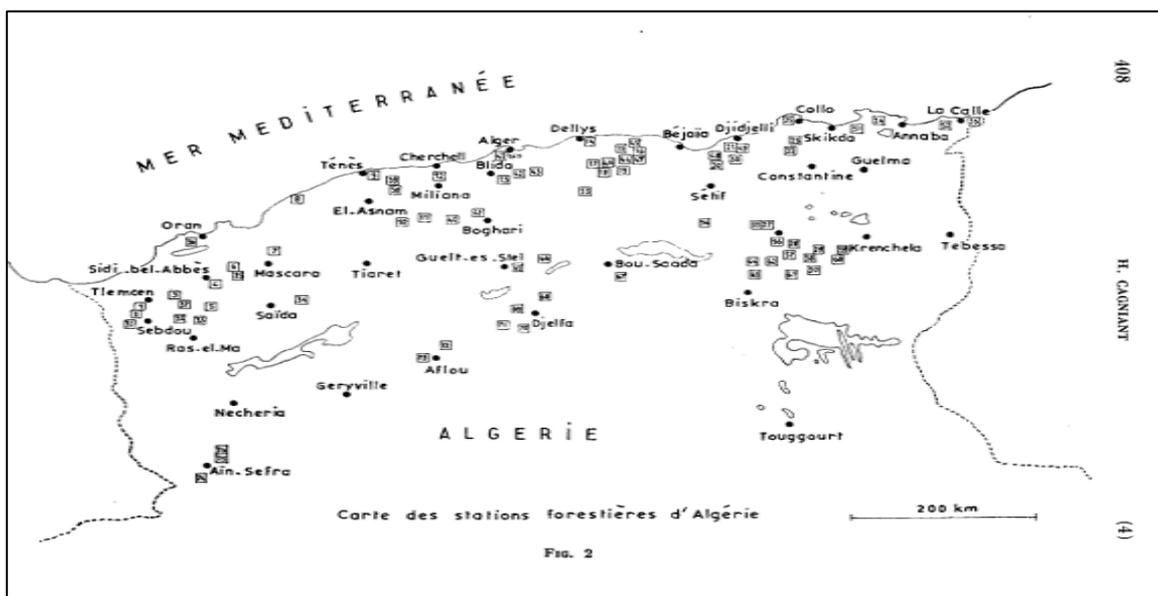
Il estime qu'il existe entre 25 000 et 30 000 espèces de fourmis, principalement dans des zones tropicales peu explorées en raison du manque d'expertise et de ressources. Parmi les régions mal documentées figurent le Laos, le Cambodge, le Togo, le Bénin, le Malawi et le nord-est du Brésil. En Europe, les données sur les populations de fourmis en Bosnie, Lituanie ou Biélorussie sont limitées, tandis qu'en Suisse, la plupart des espèces sont bien répertoriées (Sadou et Yazag, 2017).



**Figure 1** : Répartition des fourmis dans le monde (Guénardet *al.*, 2015 in Afroun et Boubrit 2024).

## 2.2. En Algérie

Bernard (1972) a observé que les fourmis représentent entre 96,4 % et 99,7 % de la faune des invertébrés dans le Grand Erg Saharien en Algérie. Selon Cagniant (1970a), la répartition des fourmis en Algérie est influencée, d'une part, par des facteurs climatiques tels que la latitude, l'altitude et l'exposition en montagne, et d'autre part, par la couverture végétale, tant en termes de composition que de structure. Lors de ses recherches en Algérie, Cagniant a recensé environ 121 espèces et 16 sous-espèces, basées sur les stations qu'il a visitées (Fig.02). Cependant, ces résultats ne prétendent pas couvrir l'ensemble des espèces de fourmis présentes sur le territoire algérien ; il faut également inclure les espèces sahariennes (Cagniant, 1970c).



**Figure 02:** Carte des stations forestières d'Algérie visitées (Cagniant, 1970a)

## 3. Classification et systématique des myrmécofaune

La classification la plus récente des Formicidae (Bolton, 2003) fait apparaître 21 sous-familles actuelles, auxquelles il faut ajouter 4 sous-familles fossiles, 55 tribus (Ward, 2010) et plus de 12 000 espèces décrites (Bolton et al., 2006 in Ward, 2007). L'augmentation du nombre de sous-familles vient principalement de l'éclatement de l'ancienne sous-famille des ponerinae en 6 sous-familles (Passera et Aron, 2005).

La famille des Formicidae est classée dans l'ordre des Hyménoptères, sous-ordre des Apocrites et la section des Aculéates, répartie en 16 sous-familles (Bolton, 1994).

Latreille (1809), attribue aux Formicidés la systématique suivante :

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

#### **4. Anatomie des fourmis**

##### **4.1. Structure externe des fourmis morphologie**

Le corps des fourmis est divisé en trois parties distinctes (Fig03) : la tête, le thorax et l'abdomen. Leur taille varie considérablement, allant de 0,75 mm à 53 mm. La plupart des espèces présentent une coloration rouge ou noire, tandis que quelques-unes arborent des teintes jaunes, vertes, voire un éclat métallique (Grasso et Castracani, 2013).

##### **➤ Tête**

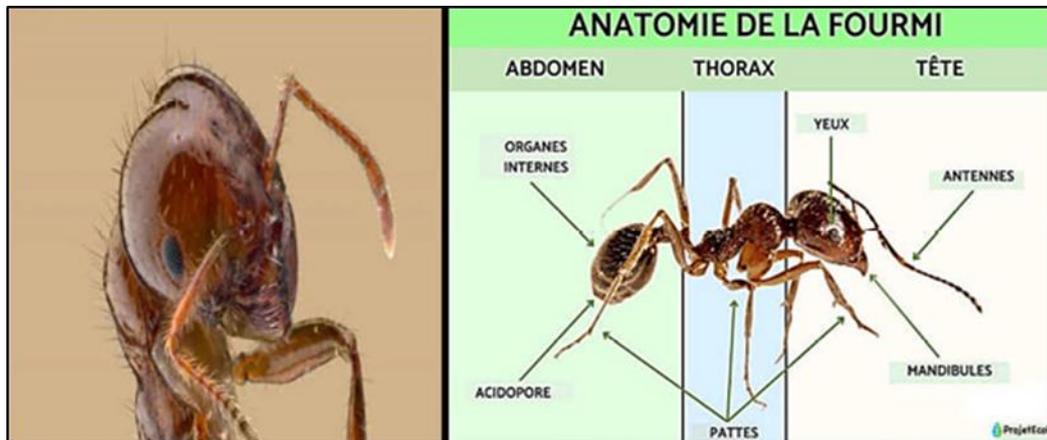
Sur la tête de la fourmi, on trouve deux antennes et une bouche avec des mandibules. Les antennes sont sensibles au toucher, au goût et aux odeurs, ce qui aide la fourmi à se repérer et à communiquer avec les autres. Les mandibules, dures comme des pinces, lui servent à attraper, mâcher ou transporter la nourriture. Les yeux des fourmis sont faits de petites facettes (environ cent), ce qui leur permet de voir très large, jusqu'à 180°. Chez les reines et les mâles, il y a aussi trois petits yeux simples sur le haut de la tête, appelés ocelles (Belfadel et Diaf, 2014).

##### **➤ Thorax**

Le thorax, situé entre la tête et l'abdomen, est constitué de trois segments, chacun portant une paire de pattes. Le premier segment, le prothorax, est la partie antérieure à laquelle la tête est articulée. Il est suivi par le mésothorax et le métathorax. Le thorax est relié à l'abdomen par une structure étroite appelée le pétiote, qui assure la flexibilité et la mobilité du corps (Belfadel et Diaf, 2014).

### ➤ Abdomen

L'abdomen, ou gastre, comporte trois à cinq segments et se termine par l'anus. L'aiguillon peut être atrophié ou peu fonctionnel selon l'espèce. Il contient les organes digestifs (sauf l'œsophage et les glandes salivaires) ainsi que les organes reproducteurs (Bernard, 1968)

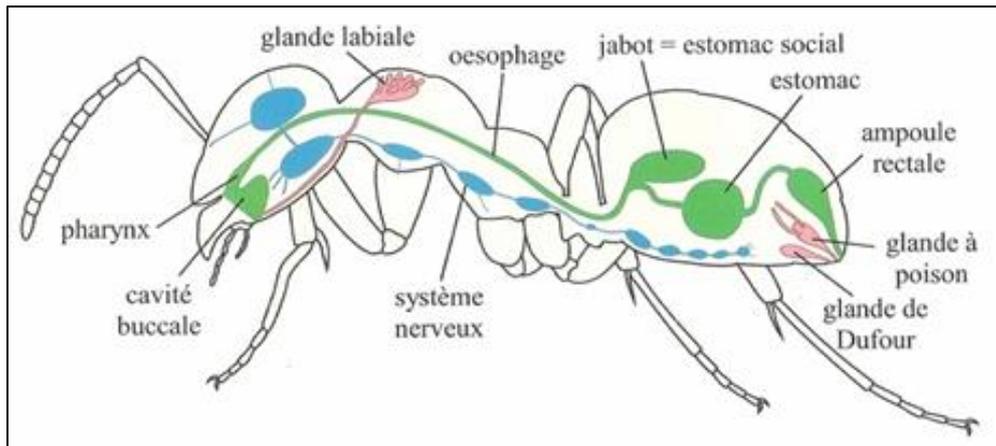


**Figure 03** : Anatomie externe de la fourmi (Lager et *al.*, 2015).

### 4.2. Anatomie interne des fourmis

Selon André (1885), elle est constituée par 06 parties distinctes ( Fig. 04) :

- **Le système nerveux** des fourmis est constitué de deux cordons parallèles qui se rapprochent et fusionnent dans l'abdomen. Ces cordons contiennent des ganglions émettant des filaments nerveux vers les organes, et le cerveau, avec 500 000 neurones, est le centre des signaux nerveux.
- **Le jabot** stocke la nourriture, redistribuée par trophallaxie. L'intestin assure la digestion et l'absorption des nutriments.
- **L'intestin** est le lieu de la digestion et de l'absorption des nutriments de la nourriture, comme chez l'homme.
- **Le système musculaire** des fourmis est complexe, avec de nombreux faisceaux musculaires tactiles qui réagissent ou s'étendent. Ces muscles sont beaucoup plus puissants que ceux des vertébrés.
- **La circulation sanguine** chez les fourmis est très simple, sans artères ni veines comme chez les vertébrés. Leur cœur est un cylindre allongé qui pompe l'hémolymphe (l'équivalent du sang chez les insectes), qui circule librement dans le corps.
- **Le système respiratoire** est assuré par des stigmates, des petits trous présents sur le corps de la fourmi, qui permettent l'entrée d'oxygène. (Afroun et Boubrit, 2024).



**Figure 04 :** Anatomie interne de la fourmi (André, 1885 in Afroun et Boubrit 2024).

## 5. Biologie et écologie des fourmis

### 5.1. Régime alimentaire des fourmis

Les fourmis sont, pour la plupart, omnivores et leur régime alimentaire est relativement varié, car elles peuvent l'adapter en fonction des ressources disponibles dans leur milieu (Hulle et *al.*, 1998). Elles se nourrissent de diverses sources, telles que les graines, le nectar, les champignons, les sécrétions d'insectes, les cadavres, les matières fécales, les proies vivantes de différents arthropodes, ou une combinaison de ces éléments (Bolton, 1994).

Le régime alimentaire varie considérablement selon les genres. Schématiquement, les fourmis primitives sont exclusivement insectivores, comme l'espèce *Aphaenogaster testaceopilosa*, qui capture des insectes tels que des coléoptères, des mouches, des vers, des chenilles, de petites araignées et même des fourmis du genre *Messor* (Cagniant, 1973). Les groupes moyennement évolués sont omnivores, comme *Monomorium salomonis* (Bernard, 1968), *Tapinoma simorthi*, *Pheidole pallidula* et la plupart des espèces de la famille des *Myrmicidae* (Bonne maison, 1962). D'autres sont granivores, comme *Messor*. Enfin, les tribus plus évoluées privilégient principalement les sécrétions sucrées des Homoptères, comme c'est le cas des genres *Lasius* et *Camponotus* (Cagniant, 1973).

### 5.2. Cycle de développement des myrmécofaune

Lorsque la population de la colonie atteint une taille critique, elle dispose d'un nombre suffisant de travailleurs pour commencer la production annuelle des individus reproducteurs, à savoir les mâles et les futures reines. Ces individus sexués sont généralement produits pendant la belle saison, de printemps à automne. Après leur éclosion dans le nid, ils attendent des conditions météorologiques favorables pour s'envoler : c'est le vol nuptial, au cours duquel les

partenaires sexuels se rencontrent et s'accouplent. Après l'accouplement, le mâle meurt souvent, et la reine fécondée cherche alors à fonder un nouveau nid (Boulmerka, 2009).

Il existe des scénarios alternatifs où certaines femelles, bien que dotées d'ailes, peuvent rester dans le nid et attendre les mâles. Cela concerne les espèces à mâles aptères, comme la fourmi ligérienne *Cardiocondyla elegans* (Lenoir, 2006).

Certaines espèces sont strictement monogynes, c'est-à-dire qu'elles n'ont qu'une seule reine reproductrice par colonie, tandis que d'autres sont facultativement ou obligatoirement polygynes, avec plusieurs reines reproductrices par colonie (Pearcy et al., 2004; Knaden et Wehner, 2006; Timmermans et al., 2008; Timmermans et al., 2010; Leniaud et al., 2011).

Une fois fécondées, les stratégies de fondation des reines sont très variées. De nombreuses reines d'espèces monogynes cherchent un endroit pour construire leur nid, s'y enferment et produisent seules leur descendance. Certaines reines peuvent également retourner au nid maternel et y être réadoptées, formant ainsi des colonies potentiellement immortelles. D'autres reines peuvent chercher un nid d'une espèce différente et remplacer la reine, ce qui correspond à un parasitisme social temporaire.

Dans certaines espèces polygynes, l'accouplement intra-nidal est suivi du départ des reines fécondées, accompagnées d'une partie des ouvrières. Le groupe ainsi formé fonde une nouvelle colonie à proximité de la colonie mère : ce phénomène est appelé dissémination par "bouturage" (Cournault, 2013).

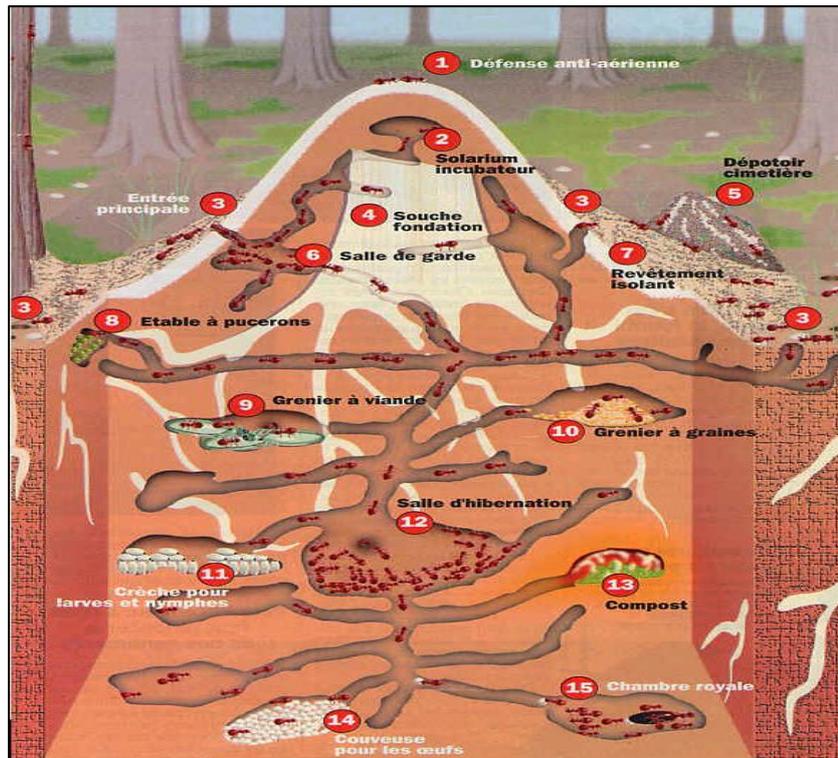
## 6. Habitat des mrymécofaune

Les fourmis ont réussi à coloniser une grande diversité de milieux, allant des dunes et garrigues aux prairies, champs cultivés, forêts, et zones urbaines, des côtes aux montagnes, et ce, jusqu'à des altitudes de 2500 à 3000 mètres (Della Santa, 1995). Le comportement des fourmis en matière de construction et de localisation de leurs nids varie considérablement, non seulement entre les différentes tribus, mais aussi au sein des espèces d'un même genre. Une espèce peut même ajuster ses comportements en fonction de son environnement spécifique (Jolivet, 1986).

L'apparence du nid dépend non seulement de l'espèce, mais aussi de facteurs tels que la topographie (type de sol, orientation du terrain, etc.), le climat, les matériaux disponibles, les saisons, et les différentes étapes du développement de la colonie (Jolivet, 1986 ; Lager et al., 2015). Il existe principaux types de fourmilières, qui correspondent à différents habitats des fourmis :

**La fourmilière en dôme :** c'est la plus courante. Elle est semi-enterrée et se distingue par un dôme de terre ou de brindilles qui dépasse du sol (Passera, 2016).

**La fourmilière en amas :** ce type rare de fourmilière est constitué par les corps des ouvrières, qui s'entrelacent les uns avec les autres (Passera, 2016).



**Figure 4 :** l'habitat des fourmis (Lager et *al*, 2015 in Boukari 2022).

Légendes : 1. Haut du nid ; 2. Solarium incubateur ; 3. Entrées du nid ; 4. Souche fondation ; 5. Dépotoir ; 6. Salles des gardes ; 7. Revêtement isolant ; 8. Etable à pucerons ; 9. Grenier à viande ; 10. Grenier à graine ; 11. Salles des larves ; 12. Salle d'hibernation ; 13. Composte ; 14. Salle des œufs ; 15. Salle de la reine.

## 7. Le rôle des fourmis

### 7.1. Fourmis comme bio-indicateurs

Les fourmis représentent un excellent choix en tant que groupe bio-indicateur, en raison de leur grande diversité, de leur présence ubiquitaire dans presque tous les types d'habitats, ainsi que de la facilité avec laquelle leurs espèces peuvent être collectées (Majer, 1983). Elles présentent également d'autres avantages, notamment leur relative stabilité dans leurs déplacements par rapport à d'autres insectes, et leur rôle écologique crucial en tant que prédateurs, proies, détritivores, mutualistes et herbivores. Cependant, leurs relations étroites avec leur environnement les rendent sensibles aux variations et perturbations de celui-ci (Majer, 1983 ; Alonso, 2000).

Les fourmis sont ainsi utilisées dans de nombreux programmes d'évaluation de la biodiversité (Agosti et *al.*, 2000 ; Dieng et *al.*, 2016).

### **7.2. Fourmis comme prédateurs**

Au niveau des réseaux trophiques, les fourmis sont les plus grands prédateurs d'arthropodes (Dyer, 2002 ; Philpott et *al.*, 2008). De par cette fonction de prédation, elles constituent de bons agents de lutte biologique contre les bioagresseurs phytophages (Vayssières et *al.*, 2011; Yemeda et *al.*, 2013).

### **8. Fourmis et plantes**

Les fourmis entretiennent de nombreuses interactions mutualistes avec les plantes (Orivel, 2007). À l'exception des prédateurs de graines ou de feuillage, la majorité des relations entre fourmis et plantes sont bénéfiques pour les deux parties (Beattie, 1985 ; Beattie et Hughes, 2002 ; Orivel, 2007). Toutefois, certaines fourmis phytophages peuvent avoir un impact important sur les écosystèmes. Par exemple, les fourmis champignonnistes sont des défoliateurs majeurs en Amérique tropicale (Cherrett, 1986), et les fourmis granivores peuvent consommer jusqu'à 95% des graines annuelles dans les déserts (Macmahon et *al.*, 2000).

Des études récentes montrent que certaines plantes guyanaises punissent leurs fourmis hôtes si elles ne jouent pas leur rôle. Ainsi, *Allomerus decemarticulatus* vit dans *Hirtella physophora*, offrant une protection à la plante contre les insectes phytophages en échange d'un abri et de ressources (Macmahon et *al.*, 2000). Ces relations mutualistes permettent à chaque partenaire de bénéficier de l'autre, avec les fourmis protégeant les plantes et les plantes offrant nourriture et abri (Diame et *al.*, 2018).

***Chapitre 02***  
***Présentation de la région***  
***d'étude***

## 1. Situation géographique de Grarem Gouga

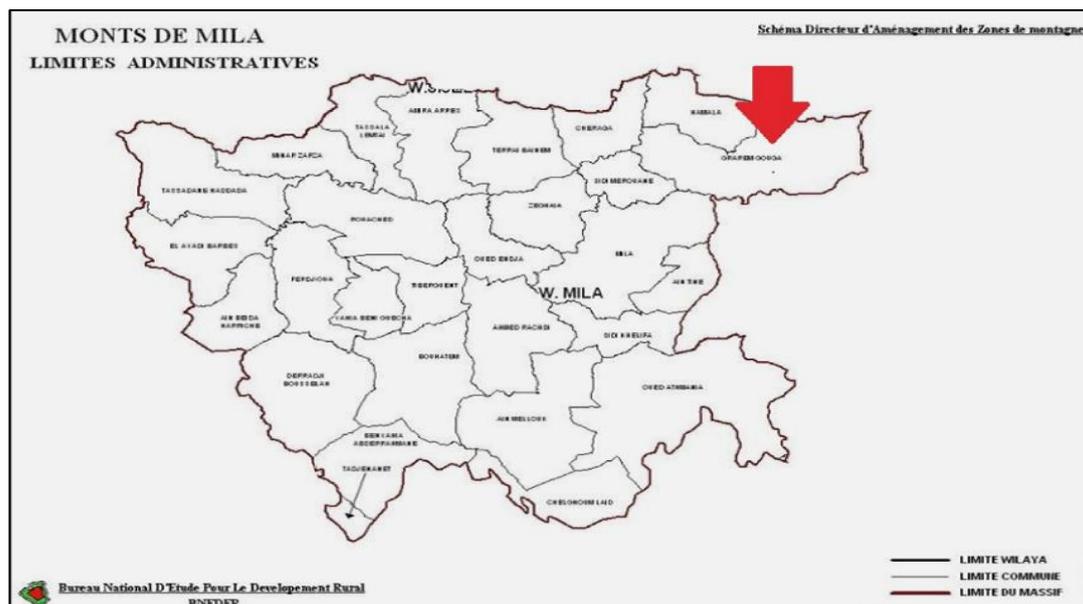
### 1.1. Cadre géographique

La daïra de Grarem-Gouga résulte du découpage administratif de 1984 et regroupe six (06) communes. Elle s'étend sur une superficie totale de 139,07 km<sup>2</sup> et compte une population d'environ 32 900 habitants en 2010.

Les communes sont :

- La commune de Hamala,
- Béni Hamidéne (Wilaya de Constantine),
- Les communes de Boudjeriou Massoud et Mila,
- Sidi Merouane et Chigara.

La commune de Hamala, située au nord de la wilaya de Mila, à environ 21 km de celle-ci et à 400 km de la capitale, Alger. Elle est limitée : au nord par la commune de Ghebala (wilaya de Jijel), à l'ouest par la commune de Chigara, au sud par la commune de Grarem Gouga et à l'est par les communes de Ghebala et Grarem Gouga.



**Figure 06** : Carte des limites administratives (Bouzraïb et *al.*, 2014).

### 1.2. Facteurs climatiques :

Le climat de la wilaya de Mila est de type méditerranéen. Il se caractérise par des hivers doux et pluvieux, ainsi qu'un été long, chaud et sec, s'étendant de mai à octobre, avec des variations saisonnières et spatiales notables (Soukhal, 2011).

### 1.2.1. La température :

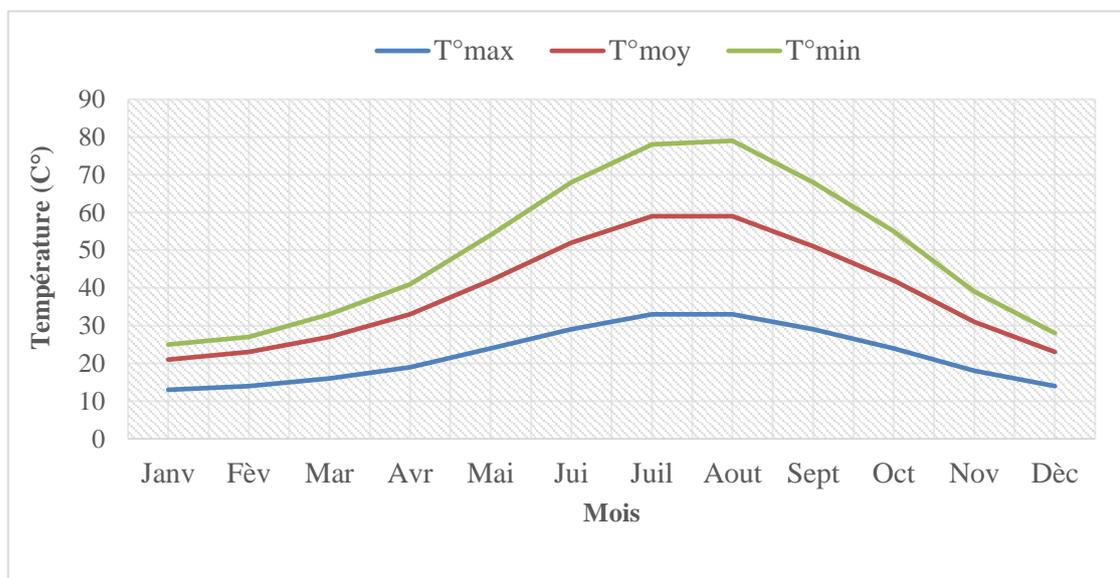
Les températures extrêmes influencent directement l'environnement urbain, affectant les matériaux de construction et favorisant le retrait des argiles, ce qui entraîne des fissures au sol et sur les murs. Le bâti et la végétation en subissent également les effets (Djerfaoui, 2016).

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

Mois/ T°	Janv	Fèv	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dèc
T°max	13	14	16	19	24	29	33	33	29	24	18	14
T°moy	8	9	11	14	18	23	26	26	22	18	13	9
T°min	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.

Les mois de juillet et août sont les plus chauds, avec une température maximale avoisinant 33 °C, tandis que janvier et février sont les plus froids, avec des minimales autour de 4 °C (Tab. 01 ; Fig. 07).



**Figure 07 :** répartition température moyenne, minimale et maximale de la région de Mila (2016-2024).

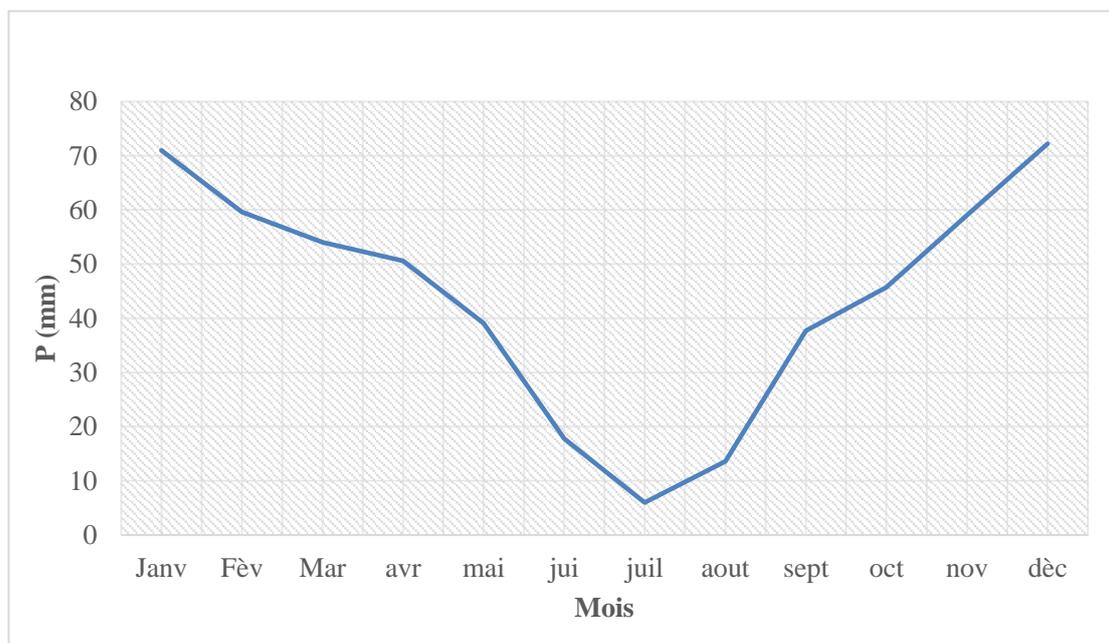
### 1.2.2. Les précipitations

Les précipitations, inégalement réparties au cours de l'année, jouent un rôle majeur dans le cycle écologique, le régime hydrographique et l'agriculture. Elles se concentrent entre novembre et avril, et leur variation influe directement sur les réserves en eau disponibles (Godard et Tabeaud, 2002).

**Tableau 02** : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila (2016-2024) (weatherspark.com).

Mois	Janv	Fèv	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dèc
Pluies (mm)	71	59.6	54	50.6	39.1	17.8	6	13.6	37.7	45.7	59	72.2

Le tableau ci-dessus montre que décembre est le mois le plus arrosé, avec un excédent de 72,2 mm. À l'inverse, juillet, avec un déficit de 6 mm, est le mois le plus sec (Tab. 02 ; Fig. 08).



**Figure 08** : répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila (2016 - 2024).

### 1.2.3. Le vent

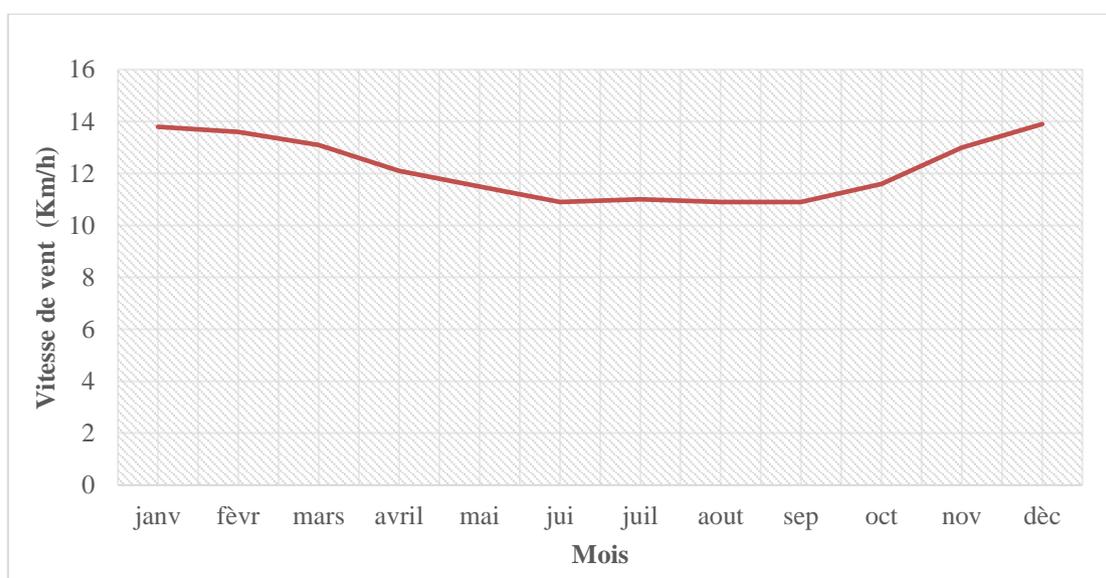
Le vent, facteur climatique majeur, influence l'humidité, la température et l'évaporation. Sa fréquence et sa vitesse varient selon les saisons. En hiver, il est généralement froid et sec,

venant du Nord-Ouest ou du Nord-Est. En été, notamment de mai à septembre, le Sirocco, vent chaud et sec du Sud, souffle en moyenne 15 jours par an (Debeiche, 2002).

**Tableau 03** : Variations des vents mensuelles moyennes de la région de Mila (2016-2024) (weatherspark.com).

Mois	Janv	Fèvr	Mars	Avril	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dèc
Vitesse de vent(km/h)	13.8	13.6	13.1	12.1	11.5	10.9	11	10.9	10.9	11.6	13	13.9

La courbe indique que la vitesse maximale du vent est atteinte en décembre avec 13,9 km/h, tandis que la vitesse minimale est enregistrée en septembre, avec 10,9 km/h (Tab. 03 ; Fig. 09).



**Figure 09** : Variations des vents mensuelles moyennes de la région de Mila (2016-2024).

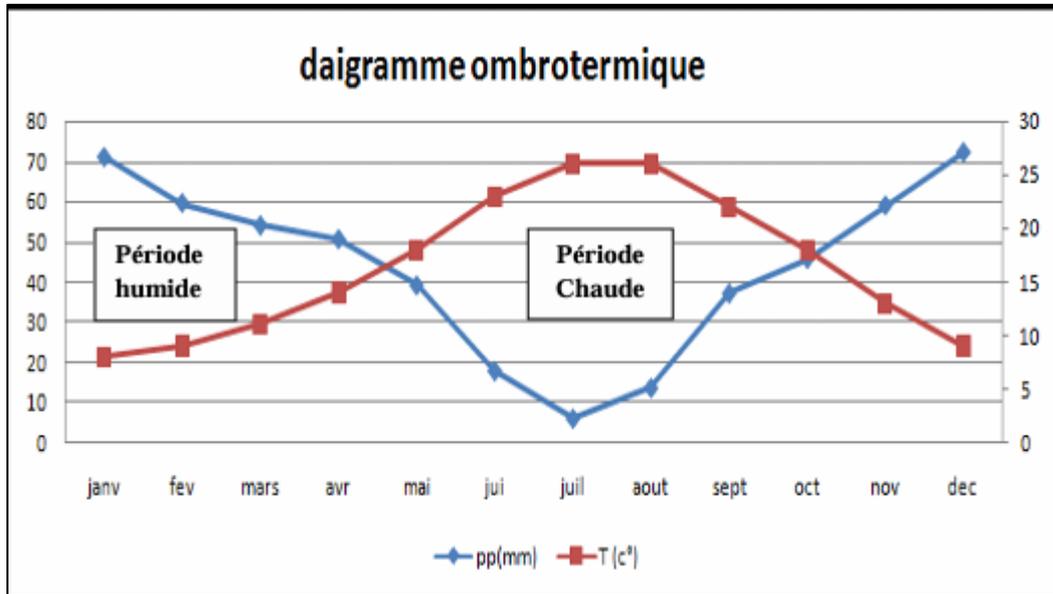
### 1.3. Synthèse climatique de la région de Mila :

La synthèse climatique constitue une étape clé dans toute étude environnementale, notamment pour déterminer le type de climat. Celle réalisée dans cette étude s'appuie sur les méthodes d'Emberger (1930–1955) et de Bagnouls et Gaussen (1955), fondées sur le calcul de paramètres climatiques tels que la température et les précipitations.

#### 1.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Selon Bagnouls et Gaussen (1953), la sécheresse ne résulte pas uniquement de l'absence de pluie, mais survient lorsque de faibles précipitations coïncident avec de fortes chaleurs. Pour

évaluer cette interaction, il convient de comparer les précipitations mensuelles totales à la température moyenne : il y a sécheresse lorsque les précipitations (en mm) sont inférieures ou égales au double de la température moyenne (en °C), soit lorsque  $P \leq 2T$ .



**Figure 10** : Diagramme Ombrothermique de la région de Mila (2016-2024).

Il ressort que notre région d'étude se caractérise par l'alternance de deux saisons distinctes : une saison humide, allant du début octobre à la fin avril, et une saison sèche, s'étendant de la fin avril au début octobre.

### 1.3.2. Climogramme d'Emberger :

Cet indice permet de distinguer cinq types de climat méditerranéen, allant du plus aride au climat de haute montagne (Emberger, 1955). Il repose sur les régimes de précipitations et de températures, 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** : température maximale du mois le plus chaud (°K)
- **m** : température minimale du mois le plus froid (°K)

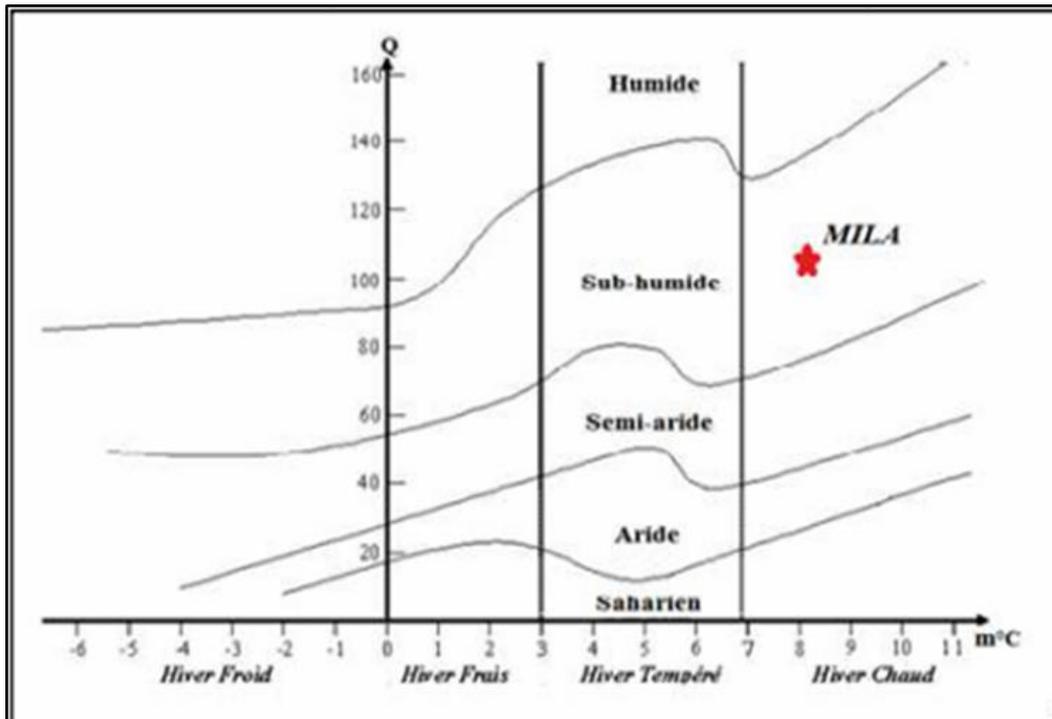
Les températures sont exprimées en degrés Kelvin :  $T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$ .

Pour la région de Mila, les données météorologiques de 2016 à 2023 donnent :

- $P = 525,7 \text{ mm}$
- $M = 26 \text{ °C} \rightarrow 299,15 \text{ K}$
- $m = 8 \text{ °C} \rightarrow 281,15 \text{ K}$

Donc :

$$Q=100.65$$



**Figure 11:** Situation de la région de Mila dans le climagramme d'Emberger (2016-2024).

## 2. Les facteurs édaphiques

Les facteurs édaphiques regroupent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol, et exercent, de manière directe ou indirecte, une influence écologique sur les êtres vivants.

### 2.1. Reliefs

- Les reliefs de la wilaya de Mila sont organisés en trois ensembles morphologiques principaux: **Le Nord montagneux**

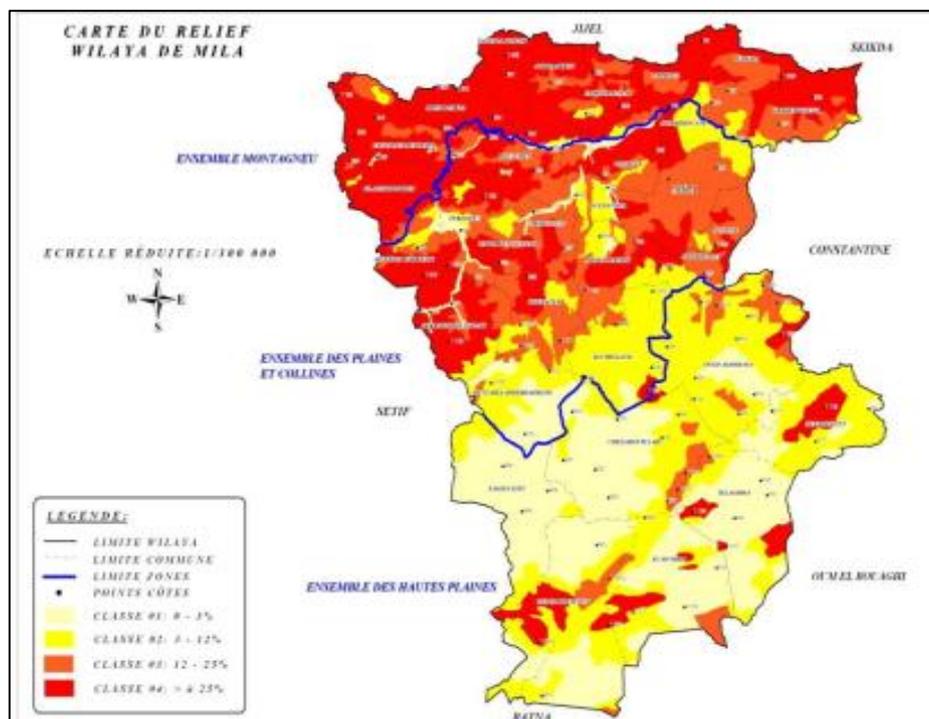
Il fait partie de la chaîne tellienne de l'Est de l'Algérie et constitue une portion de la petite Kabylie. Ce relief influence profondément la vie d'une population essentiellement rurale (Soukehal, 2009).

- **Le Centre apparait comme des bassins aux altitudes moyennes**

Il se caractérise par des bassins aux altitudes moyennes. Anciennes zones coloniales, ces bassins abritent des terres agricoles comme celles des terrasses de l'Oued Bousslah, de la fosse de Beni-Guecha, de Tiberguent et de l'alvéole de Redjas. Ces terres, riches en potentiel, sont idéales pour la culture des céréales (Soukehal, 2009).

- **Le Sud de la wilaya de Mila**

Ce sud est une plaine faisant partie des Hautes Plaines constantinoises et s'étend vers le sud. Elle est caractérisée par la céréaliculture et l'élevage, et sa configuration géographique permet un fort potentiel de développement urbain et économique à l'avenir (Soukehal, 2009).

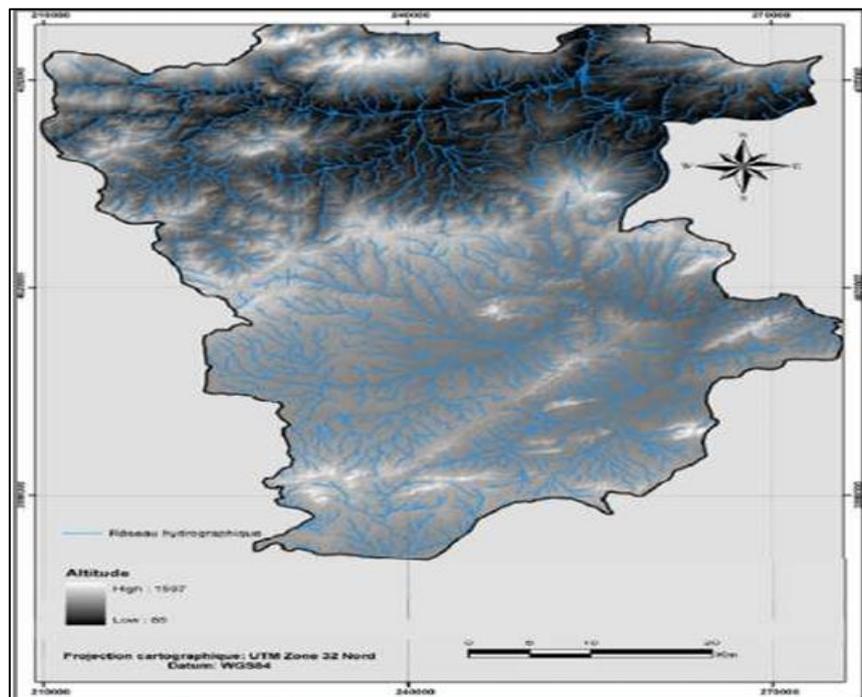


**Figure 12** : Carte du relief de la wilaya de MILA (ANDI, 2013).

## 2.2. Hydrographie

La wilaya de Mila abrite un réseau hydrographique majeur comprenant des rivières et plusieurs barrages, dont le barrage de Béni Haroun, le plus grand d'Algérie, qui alimente une grande partie de l'Est du pays en eau potable et en irrigation. Les barrages de Oued El Athmania et d'Oued Séguin font également partie de ce système. Les Oueds Rhumel et Oued Endja (ou Oued El Kebir) sont les principales sources d'alimentation du barrage de Béni Haroun, situé dans une région géologiquement complexe, caractérisée par la présence de nappes de charriage (Belahlou, 2016).

La wilaya compte 415 sources d'eau, ainsi que 57 puits et 87 forages, principalement situés dans la région méridionale (Soukehal et Cherrad, 2011).



**Figure13:** Réseau hydrographique de la région de Mila (Atmania, 2010 ).

## 3. Cadre biotique

La région de Mila abrite une grande diversité d'écosystèmes, tels que des forêts, des oueds, et divers types de couvert végétal. Elle présente également une biodiversité remarquable (Boussebbissi et *al.*, 2021).

### 3.1. Richesses floristiques

Le couvert végétal est peu important, il se résume principalement aux cultures céréalières et des herbes sauvages (Boussebbissi et *al.*, 2021).

### 3.1.1. La végétation agricole

La superficie agricole totale de la wilaya de Mila est significative, représentant plus de 90% de son territoire (soit environ 315 745 ha). Elle a d'ailleurs connu une évolution positive entre 1999 et 2010 (+12,8%). La superficie agricole utilisable, bien qu'ayant évolué lentement au cours des dix dernières années, reste considérable, s'élevant à environ 2 370 557 ha (Berkal et Elouaere, 2014).

### 3.1.2. Couverture forestière

La wilaya de Mila, qui s'étend sur une superficie de 340 684 ha, dispose d'une superficie forestière de 33 670 ha (détail dans le tableau 12), représentant un taux de 9,80%. Cette superficie se répartit selon les domaines suivants :

- **Forêts naturelles** : 6 762 ha, soit 20,08%, avec le chêne liège comme espèce dominante.
- **Reboisements** : 18 493 ha, soit 54,92%, les principales essences étant le pin d'Alep et le cyprès.
- **Maquis** : 8 415 ha, soit 25%, composés de chêne vert et de genévrier.

Cela met en évidence qu'il s'agit d'une région principalement agricole (Zouaidia, 2006).

**Tableau 04** : Les différents types des forêts de la wilaya de Mila. (Habila, 2022.)

Type d'occupation	Superficie (ha)	%
Chêne liège	5667	16,73
Chêne zen	439	01,29
Pin d'Alep	16451	48,57
Pin pigno	600	01,77
Frêne	200	0,59
Eucalyptus	100	0,29
Maquis	7813	23,06
Terrains de parcours	2600	07,67
Total	33870	100

### 3.2. Richesses fauniques

D'après Conservation des forêts de la wilaya de Mila existe plusieurs types de faune (Habila, 2022), et les plus connus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 05** : Les faunes de la wilaya de Mila.

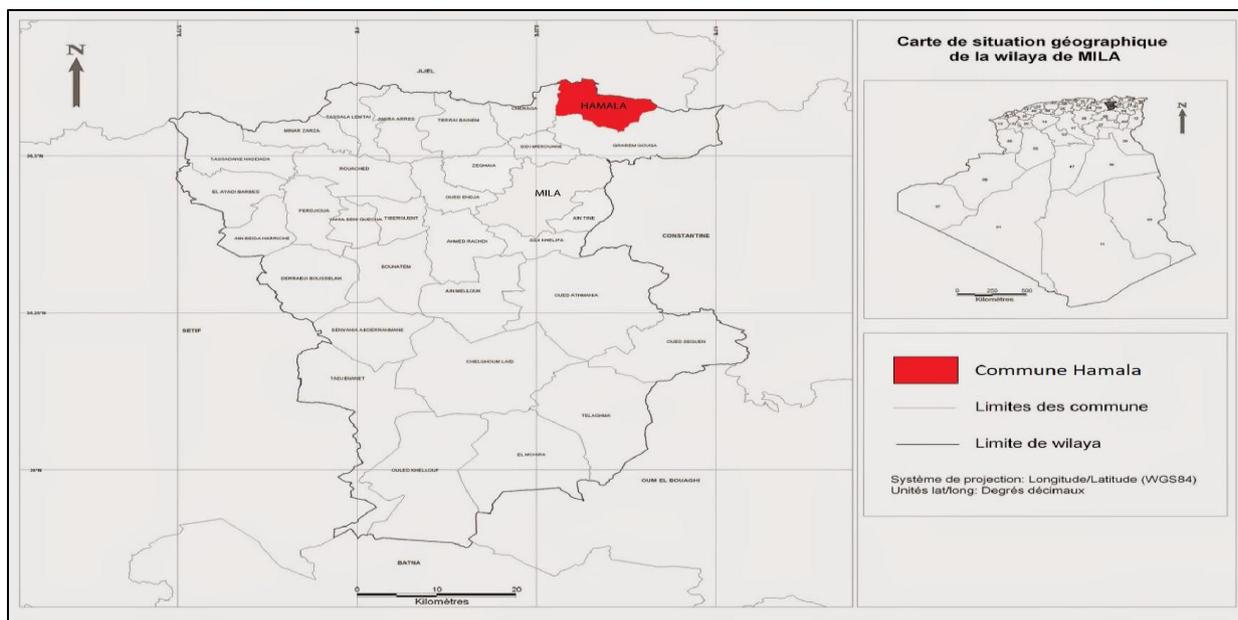
Oiseau	Oiseau d'eau	Mammifère
Cigogne blanche	Canard Colvert	Chacal commun
Le corbeau	Canard souchet	Renard roux
Moineau	Grande Aigrette	Sanglier proc
Pigeon	Poule d'eau	Epic hérisson d'Afrique du nord
Tourterelle des bois	Spatule blanche	L'hyène rayée
Héron garde bœuf	Mouette rieuse	La mangouste
Chardonneret	Erismature à tête blanche	La blette
Petit gravelot	Aigrette garzette	Le chat sauvage
Etourneau	Tadorne de belon	La grande gerboise
Caille des blés	Bihoreau grise	La genette
Perdrix gabra	Flamant rose	
Serin cini	Vanneau huppé	
Huppe fasciée		

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

Ce chapitre porte sur l'étude de la biodiversité des fourmis, en présentant les stations d'étude, les méthodes d'échantillonnage utilisées pour réaliser l'inventaire, ainsi que la méthodologie d'analyse appliquée à l'exploitation des résultats.

### 1. Choix des stations d'études

Ce travail repose sur le choix d'un site spécifique où aucune étude préalable sur les fourmis n'a été réalisée. Il porte sur deux sites distincts situés dans la région de Grarem Gouga (Ahmed Megrab El Bour, la commune de Hamala) : un verger d'oliviers et le sol non cultivée.



**Figure14** : Carte de localisation de la zone d'étude (Benabderrahmane et Boulemghader, 2022)

#### 1.1. Station de la région elchahid Ahmed Megrab El Bour

La région du martyr Ahmed Megrab El Bour, situé dans la commune de Hamala, wilaya de Mila, en Algérie, se trouve dans une région montagneuse au climat frais, caractérisée par des forêts de pins et de chênes, ainsi que par des eaux d'une grande pureté. Il est limité à l'est par une forêt dense s'étendant vers Tassadane Haddada, à l'ouest par des terres agricoles de Grarem Gouga, au nord par des hauteurs dominant la région d'Ouled Aïssa, et au sud par des pentes menant vers le centre de Hamala. Dans le cadre de mes études, j'ai étudié la diversité biologique et morphologique des fourmis dans deux zones distinctes : une oliveraie (A) et un sol non cultivé (B), ce qui m'a permis d'observer les différences dans les populations et les caractéristiques morphologiques des fourmis selon les environnements.



**Figure15** :Stations d'échantillonnages à La région du martyr Ahmed Megrab El Bour (Original 2025).

## 2. Méthodologie

La méthode d'échantillonnage nécessite l'utilisation de techniques spécifiques pour la collecte des données, ainsi que la définition d'un plan d'échantillonnage basé sur une stratégie bien définie. Ce choix se fait en amont, en s'appuyant sur les informations disponibles concernant la population étudiée (Riba et Silvy, 1992).

La plupart des espèces de fourmis, vivant dans des colonies sessiles, peuvent être échantillonnées tout au long de l'année (Alonso, 2000). Cette particularité fait des fourmis un modèle pertinent pour les études de suivi des assemblages ou de "monitoring" (Kaspari et Majer, 2000).

Dans le cadre de notre étude, nous avons opté pour une approche combinée, impliquant à la fois des travaux de terrain et des analyses en laboratoire.

Cette étude s'est déroulée en deux étapes distinctes. La première étape a impliqué des sorties sur le terrain pour collecter des échantillons de fourmis, effectuées en février, mars, avril et mai. La deuxième étape, réalisée en laboratoire, a porté sur l'identification des espèces.

### 2.1. Sur terrain

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi trois méthodes de travail clairement définies pour le terrain.

#### 2.1.1. Pièges trappes ou pots Barber

Le piège utilisé est l'un des plus courants pour la collecte d'invertébrés, notamment des fourmis (Benkhelil et Doumandji, 1992). Ce type de piège permet de capturer divers

arthropodes terrestres, tels que les coléoptères, les collemboles, les fourmis, ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants qui se posent sur la surface ou qui y tombent sous l'effet du vent (Benkhelil, 1991).

Le fonctionnement du piège est simple : il consiste à remplir un récipient aux deux tiers d'eau et d'un conservateur (savon liquide et sel), puis à disposer 10 récipients en croix, espacés de 10 mètres les uns des autres (Fig.12). Après 24 heures d'installation, les contenus de ces pièges sont récupérés séparément dans de petites bouteilles en plastique, chacune étiquetée avec la date, le lieu et le numéro des pots. Cette procédure est répétée chaque mois, de février 2025 à Avril 2025, dans les deux stations d'étude.



**Figure 16:** Emplacement de pot Barber (Original 2025).

#### ➤ Avantages de la méthode

Les pièges à fosse offrent une représentation fidèle de la communauté des fourmis (Chazeau et *al.*, 2003). Cette méthode est largement utilisée en raison de ses nombreux avantages, tels que sa simplicité d'utilisation et la facilité de mise en place des pièges, sans nécessiter de matériel sophistiqué.

L'application de cette méthode permet non seulement de capturer des micromammifères, mais aussi des amphibiens, des insectes et des arthropodes (Faurie et *al.*, 1980). Elle présente une grande efficacité pour récolter une proportion significative des espèces de fourmis présentes dans la litière (Delabie et *al.*, 1994 in Hamecha, 2021). Les individus piégés y sont noyés, ce qui les empêche de s'échapper.

Ce type de piège est également capable de capturer divers arthropodes marcheurs, tels que des coléoptères, des larves, des araignées, ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants (Benkhelil, 1992).

### ➤ Inconvénients de la méthode

L'un des principaux inconvénients de cette méthode réside dans l'impact des conditions climatiques sur les résultats. En effet, de fortes pluies peuvent provoquer le débordement des pièges, entraînant ainsi la fuite des espèces capturées et modifiant les récoltes.

D'autre part, cette méthode peut conduire à la capture d'espèces non ciblées, telles que les micromammifères, les reptiles, ainsi que les mollusques terrestres comme les escargots. Ceux-ci, en se décomposant, compliquent la collecte des insectes. Il faut également noter la détérioration et le déterrement des pièges, qui peuvent être causés par le passage de sangliers (*Sus scrofa*) ou l'intervention de l'homme.

#### 2.1.2. Appâts

Cette méthode s'inspire de celle appliquée par Pablo (2004), qui a réalisé un inventaire de la myrmécofaune en France. Dans le cadre de la présente étude, la méthode des appâts a été utilisée dans les deux stations d'étude à Hamala, où 17 appâts ont été installés. L'appât utilisé est un mélange de gâteau, de miel et de graines de fenouil, placé sur une feuille d'aluminium, avec une distance de 5 mètres entre chaque appât. Les pièges sont laissés pendant une heure, puis les fourmis présentes sur chaque appât sont récupérées séparément et placées dans de petites bouteilles en plastique. Chaque bouteille porte une étiquette indiquant la date, le lieu et le numéro de l'appât. Cette opération a été répétée chaque mois, de février 2025 à Avril 2025, dans les deux stations d'étude.

#### 2.1.3. Capture directe

Selon Mc Gavin (2000), la meilleure période pour observer les fourmis dans leur milieu naturel se situe entre la fin avril et la fin juillet. Pendant ces mois, les fourmis sont très actives et se trouvent surtout dans les parties supérieures de leurs nids. En hiver ou quand il fait froid, elles descendent plus profondément dans le sol pour se protéger (Hölldobler et Wilson, 1993).

Pour les collecter, on utilise une méthode simple appelée « collecte manuelle », décrite par Lamotte et Bourlière (1969) et Bernadou et ses collègues (2006). Elle consiste à attraper les fourmis directement avec les doigts, avec des pinces douces ou à l'aide de petits sachets, pour éviter de se faire mordre ou de les blesser.

Lors de nos recherches, nous avons trouvé de nombreuses fourmis à différents endroits : sur les arbres, les herbes, sous les pierres, les feuilles mortes, ou encore sous les écorces et à l'intérieur de troncs d'arbres morts. Après les avoir ramassées, nous les avons placées dans des petits tubes, puis transportées pour les identifier plus tard en laboratoire.

Dans cette section, nous décrivons les méthodes de détermination et de conservation des espèces de fourmis capturées sur les deux sites d'étude.

## 2.2. Au laboratoire

Les échantillons collectés sont placés dans des boîtes de Pétri étiquetées, mentionnant la date, le lieu ainsi que le numéro de capture. L'identification des fourmis est réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire et de clefs de détermination, telles que celles proposées dans le Guide Delachaux (Lebas et *al.*, 2016). Un ruban de papier millimétré est également utilisé pour effectuer les mensurations des spécimens.



**Figure 17** : conservation des fourmis récoltées (originale 2025).

### 2.2.1. Matériels utilisés

Au cours de notre étude, nous avons utilisé le matériel suivant :

1. Loupe binoculaire (grossissement 10×–40×)
2. Microscope optique
3. Microscope digital
4. Bishar
5. Egouttoir
6. Boite de pétri
7. Pincés



**Figure 18 :** Matériels utilisés durant notre étude sur laboratoire (originale 2025).

### 3. Exploitation des résultats

L'interprétation des résultats de cette étude repose sur l'intégration d'indices écologiques et de méthodes statistiques.

#### 3.1. Indices de composition

Parmi les indices écologiques utilisés pour évaluer la composition des peuplements, figurent la richesse spécifique (S), la richesse moyenne (Sm), la fréquence centésimale (FC %) et la fréquence d'occurrence (FO %).

##### 3.1.1. Richesse totale (S)

La richesse totale représente le nombre global d'espèces présentes dans un peuplement donné au sein d'un écosystème spécifique. Elle correspond à l'ensemble des espèces composant une biocénose (Ramade, 2003).

##### 3.1.2. Richesse moyenne (Sm)

La richesse moyenne constitue un outil précieux pour l'analyse de la structure des peuplements. Elle correspond au nombre moyen d'espèces recensées dans un échantillon de biotope, dont la surface a été définie de manière arbitraire. Cet indice permet également d'évaluer l'homogénéité du peuplement (Ramade, 2003). Il est calculé selon la formule suivante :

$$S_m = \Sigma S/N$$

- **S<sub>m</sub>** : richesse moyenne
- **S** : Richesse totale de chaque relevé.
- **N** : Nombre de relevés.

### 3.1.3. Fréquence centésimale ou abondance relative (AR%)

L'abondance relative correspond au pourcentage d'individus d'une espèce par rapport au total des individus (N) de toutes les espèces confondues (Dajoz, 1975). Cet indice peut être exprimé de plusieurs manières, telles que la densité, la fréquence ou encore sous forme d'un indice d'abondance relative (Blondel, 1979). Elle se calcule selon la formule suivante :

$$AR\% = (n_i / N) * 100$$

- **AR%** : Abondance relative .
- **N<sub>i</sub>** : Nombre d'individus de l'espèce i .
- **N** : Nombre total de tous les individus.

### 3.1.4. Fréquence d'occurrence ou constance

Selon Bachelier (1978) et Dajoz (1971), la fréquence d'occurrence correspond au rapport entre le nombre de relevés p<sub>i</sub> dans lesquels l'espèce i est présente et le nombre total de relevés P effectués dans une même station. D'après Faurie et al., (1980), la fréquence d'une espèce est calculée de la manière suivante :

$$F.O\% = (p_i / p) * 100$$

- **F O%** : fréquence d'occurrence.
- **P<sub>i</sub>** : nombre de relevés où l'espèce i est présente.
- **P** : nombre total de relevé.

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

### 3.2. Indices écologiques de structure

L'exploitation des résultats s'appuie sur plusieurs indices écologiques de structure, notamment l'indice de diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale ainsi que l'indice d'équitabilité.

#### 3.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ )

Selon Ramade (1984), l'indice de Shannon-Weaver permet d'estimer la diversité effective d'un peuplement au sein d'un biotope. Sa valeur varie entre 0 (lorsqu'une seule espèce est présente) et  $\log S$ , où  $S$  représente la richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre total d'espèces présentes (Barbault, 1992).

Cet indice est directement influencé par le nombre d'espèces ainsi que par leur abondance relative. Il est calculé selon la formule suivante :

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

- **$H'$** : Indice de diversité, exprimé en Bits.
- **$P_i$** : c'est la probabilité de rencontrer l'espèce  $i$ , elle est calculée par la formule suivante:

$$P_i = n_i/N$$

- **$N_i$**  : c'est le nombre d'individus de l'espèce  $i$ .
- **$N$** : c'est le nombre total des individus.

#### 3.2.2. Indice de diversité maximale ( $H' \max$ )

La diversité maximale, notée  $H_{\max}$ , correspond à la valeur théorique la plus élevée que peut atteindre l'indice de diversité pour un peuplement donné (Mulleur, 1985). Elle est obtenue lorsque toutes les espèces sont équitablement représentées et se calcule selon la formule suivante :

$$H \text{ max} = \log 2$$

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

### 3.2.3. Equitabilité (E) :

C'est le rapport de la diversité observé à la diversité théorique (Blondel, 1979).

Elle est calculée par la formule suivante :

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

- **H max = log<sub>2</sub>s** (avec S : richesse spécifique).
- **E** : Equitabilité .
- **H** : Diversité de Shannon Weaver .
- **H max** : Diversité maximale.

L'équitabilité (ou équirépartition de 1 lorsque les individus sont répartis de manière équilibrée entre toutes les espèces (Ramade, 2003).) Prend une valeur comprise entre 0 et 1. Elle tend vers 0 lorsque la majorité des individus appartient à une seule espèce, indiquant une forte dominance. À l'inverse, elle se rapproche.

### 3.3. Méthode statistique : analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode statistique fondamentale en écologie, utilisée pour synthétiser des données multivariées et identifier des structures sous-jacentes dans des ensembles complexes de données environnementales. Elle permet de réduire la dimensionnalité des données tout en préservant l'information essentielle, ce qui facilite l'interprétation des relations entre variables et individus (Guerrien, 2003 ; Lebart et *al.*, 2019)

***Chapitre 04***  
***Résultats et discussion***

Ce chapitre regroupe les résultats sur l'étude des mérymécoufaune capturées à l'aide de différentes méthodes d'échantillonnages dans la région de Grarem Gouga (Ahmed Megrab El Bour, la commune de Hamala) dans les deux sites : : un verger d'oliviers et une parcelle non cultivée.

Notre étude a recensé 19 espèces de fourmis représentant 11 genres et 3 sous-familles : Dolichoderinae (*Tapinoma*, *Bothriomyrmex*), Formicinae (*Cataglyphis*, *Camponotus*,) et Myrmicinae (*Aphaenogaster*, *crematogaster*, , *Messor*, *Monomorium*, *tetramorium*, *Temnothorax* , *phiedole*).

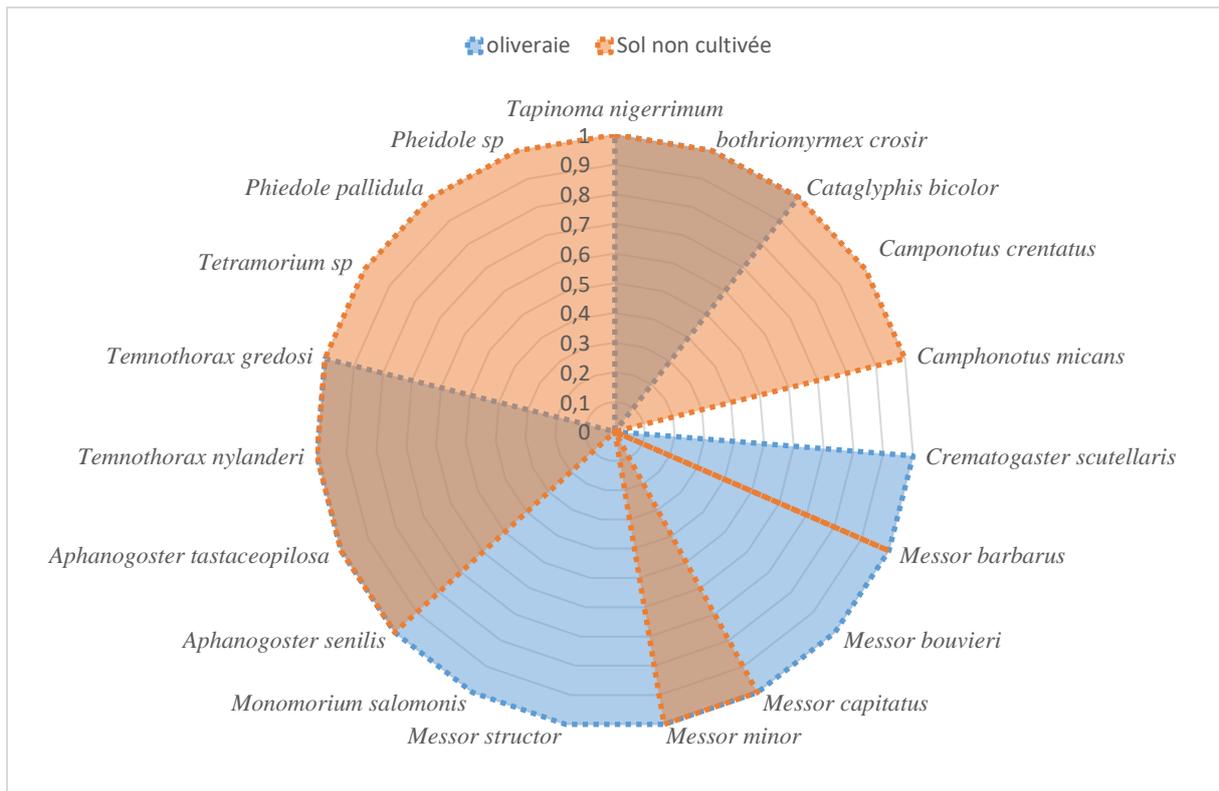
### 1. Liste globale des espèces de mérymécoufaune capturées grâce aux différentes méthodes d'échantillonnage dans les deux stations d'étude :

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

**Tableau 06:** les espèces de fourmis capturées par les pots Barber et la collecte manuelle et piégé à appât.

Famille	Espèces	Oliveraie	Sol non cultivé
<b>Dolichoderinae</b>	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	+	+
	<i>Bothriomyrmex crosir</i>	+	+
<b>Formicinae</b>	<i>Cataglyphis bicolor</i>	+	+
	<i>Camponotus cuentatus</i>	–	+
	<i>Camponotus micans</i>	–	+
<b>Myrmicinae</b>	<i>Crematogaster scutellaris</i>	+	–
	<i>Messor barbarus</i>	+	+
	<i>Messor bouvieri</i>	+	–
	<i>Messor capitatus</i>	+	+
	<i>Messor minor</i>	+	+
	<i>Messor structor</i>	+	–
	<i>Monomorium salomonis</i>	+	–
	<i>Aphaenogaster senilis</i>	+	+
	<i>Aphaenogaster testaceopilosa</i>	+	+
	<i>Temnothorax nylanderi</i>	+	+
	<i>Temnothorax gredosi</i>	+	+
	<i>Tetramorium sp</i>	–	+
	<i>Pheidole pallidula</i>	–	+
	<i>Pheidole sp</i>	–	+
<b>Total espèces</b>		<b>19</b>	<b>14</b>

+ : présence / - : absence.

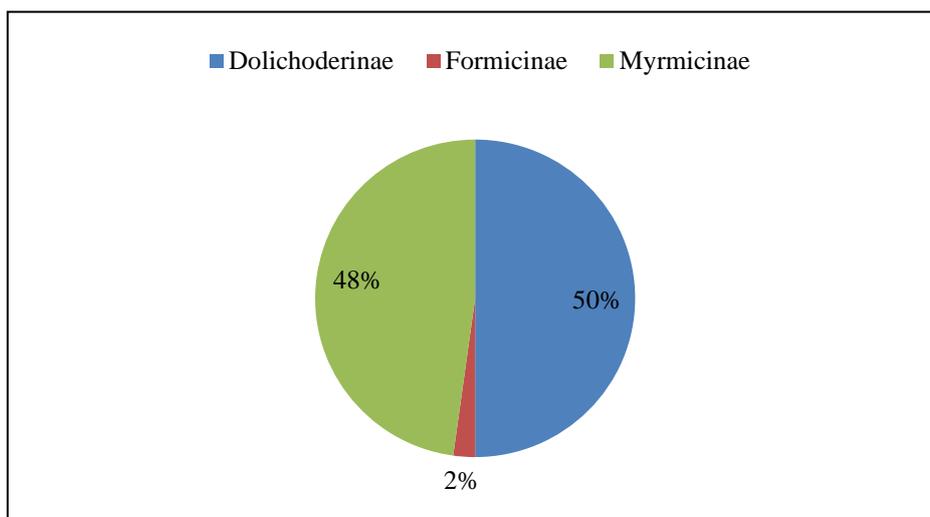


**Figure 19:** Diagramme en radar des espèces de fourmis capturées selon le site (Oliveraie vs Sol non cultivé)

**2. Les proportions des sous-familles dans les deux sites d'étude**

**2.1. Pourcentage des sous-familles des fourmis dans l'oliveraie**

D'après les données présentées dans la figure 16, la sous-famille des Dolichoderinae domine avec une représentation de 50 %, suivie de près par celle des Myrmicinae avec 48 %, tandis que la sous-famille des Formicinae est faiblement représentée, ne totalisant que 2 %.

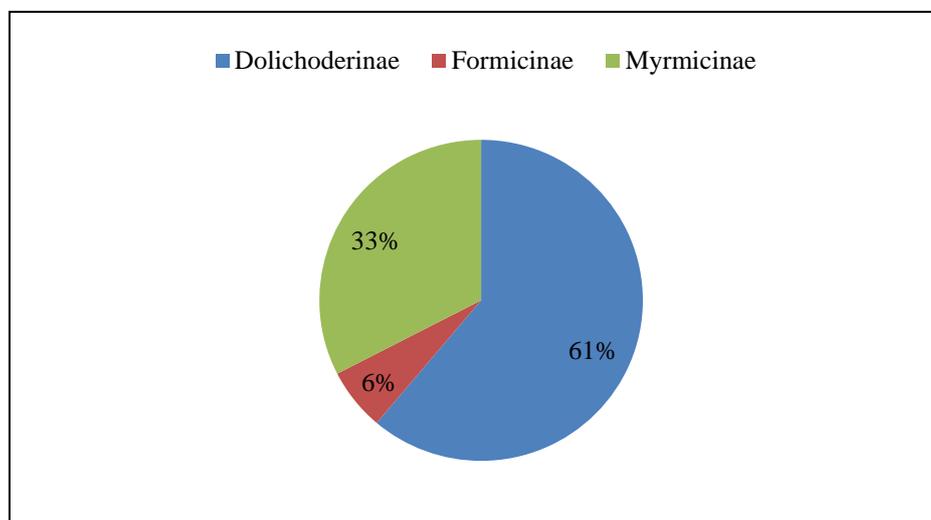


**Figure 20:** Proportions des sous-familles des fourmis dans l'oliveraie

## 2.2. Pourcentage des sous familles de Fourmis dans la parcelle de sol non cultivée

La figure ci-dessous met en évidence une prédominance de la sous-famille des Dolichoderinae, qui représente 61 % de l'ensemble des individus recensés. Elle est suivie par la sous-famille des Myrmicinae avec 33 %, tandis que la sous-famille des Formicinae affiche une représentation nettement plus faible, limitée à 6 %.

Les proportions des sous-familles dans les deux sites d'étude révèlent une dominance des Dolichoderinae, représentant entre 50 % et 61 % des individus, suivies des Myrmicinae (de 33 % à 48 %), tandis que les Formicinae restent largement minoritaires, avec des proportions variant de 2 % à 6 %. Ces résultats mettent en évidence la prééminence des Dolichoderinae et un déséquilibre marqué dans la composition des communautés de fourmis étudiées.



**Figure 21:** Proportions des sous-familles des fourmis dans la parcelle du sol non cultivée.

## 3. Effectifs des mérymécoufaune dans les deux parcelles du site d'étude.

Les effectifs des fourmis échantillonnées par les trois méthodes dans la parcelle d'olivieraie sont présentés dans le tableau 8.

**Tableau 07:** Effectifs des fourmis collectées selon les trois méthodes d'échantillonnage dans un verger d'oliviers.

Espèce	Piège pot Barber		Piège à appât		Récolte manuelle	
	Présence	Ni	Présence	Ni	Présence	Ni
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	+	30	+	67	+	66
<i>Bothriomyrmex crosiri</i>	-	0	-	0	+	1
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	0	+	1	+	12
<i>Crematogaster scutellaris</i>	-	0	-	0	+	18
<i>Messor barbarus</i>	+	8	+	4	+	13
<i>Messor bouvieri</i>	+	1	-	0	-	0
<i>Messor capitatus</i>	+	7	+	5	+	12
<i>Messor minor</i>	-	0	+	2	+	6
<i>Messor structor</i>	-	0	+	3	+	2
<i>Monomorium salomonis</i>	-	0	-	0	+	4
<i>Aphaenogaster senilis</i>	+	5	+	3	+	16
<i>Aphaenogaster testaceopilosa</i>	-	0	-	0	+	2
<i>Temnothorax nylanderi</i>	-	0	-	0	+	10
<i>Temnothorax gredosi</i>	-	0	-	0	+	35
<b>Total</b>	<b>S=5</b>	51	<b>S=7</b>	85	<b>S=13</b>	197

+ Indique la présence des espèces . - Indique l'absence des espèces. Ni : Nombre des individus dans les relevés.

Il ressort du tableau que la récolte manuelle est la méthode la plus efficace pour l'échantillonnage des fourmis, avec 197 individus et 13 espèces recensés. Les pièges à appât arrivent en second avec 85 individus et 7 espèces, tandis que les pièges pote berbères sont les moins performants (51 individus, 5 espèces).

La récolte manuelle permet également de détecter des espèces absentes dans les autres méthodes, comme *Temnothorax nylanderi* et *Temnothorax gredosi* et *Crematogaster scutellaris*. Ainsi, cette méthode s'avère la plus adaptée pour évaluer la diversité myrmécologique de la zone étudiée.

Dans le sol non cultivé, le nombre d'espèces récoltées et leurs effectifs sont donnés par le tableau 08.

**Tableau 08:** Effectifs des fourmis collectées selon les trois méthodes d'échantillonnage dans un sol non cultivé

Espèce	Piège pot Barber		Piège à appât		Récolte manuelle	
	Présence	Ni	Présence	Ni	Présence	Ni
<i>Bothriomyrmex crosir</i>	+	1	+	4	-	0
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	+	32	+	63	+	56
<i>Camponotus crientatus</i>	-	0	-	0	+	4
<i>Camponotus micans</i>	-	0	-	0	-	1
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	0	+	1	+	11
<i>Aphaenogaster testaceopilosa</i>	-	0	+	1	+	2
<i>Aphaenogaster senilis</i>	+	2	+	2	+	7
<i>Messor barbarus</i>	+	2	+	3	+	2
<i>Messor capitatus</i>	+	3	+	2	+	8
<i>Messor minor</i>	+	2	+	6	+	12
<i>Pheidole pallidula</i>	-	0	+	4	+	3
<i>Pheidole sp</i>	-	0	-	0	+	2
<i>Temnothorax nylanderi</i>	-	0	-	0	+	4
<i>Temnothorax gredosi</i>	-	0	-	0	+	14
<i>Tetramorium sp</i>	-	0	+	0	+	2
<b>Total</b>	<b>S=7</b>	42	<b>S=10</b>	86	<b>S=13</b>	128

+ Indique la présence des espèces . - Indique l'absence des espèces. Ni : Nombre des individus dans les relevés.

Le tableau montre que la récolte manuelle est la méthode la plus efficace, avec 13 espèces et 128 individus collectés. Elle dépasse les pièges à appât (10 espèces, 86 individus) et les pièges pote berbères (7 espèces, 42 individus).

Elle a permis d'identifier des espèces non détectées par les autres méthodes, ce qui confirme sa supériorité pour évaluer la diversité des fourmis dans la zone étudiée.

#### 4. Richesse spécifique

La richesse totale en espèces recensées dans les deux sites d'étude est de 19 espèces. Dans l'olivieraie, nous avons identifié 14 espèces, dont 3 espèces appartiennent à la sous-famille des Dolichoderinae, 5 espèces à celle des Formicinae, et 6 espèces à la sous-famille des

Myrmicinae. Dans la terre non cultivée, nous avons recensé 15 espèces, réparties comme suit : 3 espèces de Dolichoderinae, 4 espèces de Formicinae, et 8 espèces de Myrmicinae.

Ces résultats montrent que les deux sites présentent une richesse spécifique relativement équilibrée, avec une légère dominance de la sous-famille des Myrmicinae, particulièrement marquée en terre non cultivée.

### 5. Abondance relative des espèces de fourmis inventoriées

Les effectifs des espèces et leurs abondances dans la parcelle chêne sont consignés dans l'olivieraie tableau 09.

**Tableau 09:** Abondance relative des espèces de fourmi capturées dans un verger d'oliviers.

Sous Famille	Espèce	Effectifs	Abondance%
<b>Dolichoderinae</b>	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	163	44,78
	<i>Bothriomyrmex crosir</i>	19	5,22
<b>Formicinae</b>	<i>Cataglyphis bicolor</i>	8	2,20
	<i>Crematogaster scutellaris</i>	18	4,95
	<i>Messor barbarus</i>	25	6,87
	<i>Messor bouvieri</i>	1	0,27
<b>Myrmicinae</b>	<i>Messor capitatus</i>	24	6,59
	<i>Messor minor</i>	8	2,20
	<i>Messor Structor</i>	10	2,75
	<i>Monomorium salomonis</i>	4	1,10
	<i>Aphanogaster senilis</i>	24	6,59
	<i>Aphanogaster tastaceopilosa</i>	2	0,55
	<i>Temnothorax nylanderi</i>	10	2,75
	<i>Temnothorax gredosi</i>	48	13,19

L'espèce la plus abondante est *Tapinoma nigerrimum*, représentant 44,78 % de l'échantillon total. Elle domine largement la communauté. Elle est suivie par *Temnothorax gredosi*, en deuxième position avec 13,19 %.

Les espèces les plus rares sont *Messor bouvieri* (0,27 %), *Aphaenogaster stastaceopilosa* (0,55 %) et *Monomorium salomonis* (1,10 %). Les autres espèces présentent des abondances moyennes, comprises entre 2 % et 7 %.

Les effectifs et l'abondance relative des espèces dans les sols non cultivés sont donnés dans le tableau 10.

**Tableau 10:** Abondance relative des espèces de fourmi capturées dans le sol non cultivé.

Sous Famille	Espèce	Effectifs	Abondance %
<b>Dolichoderinae</b>	<i>Bothriomyrmex crosiri</i>	5	1,96
	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	151	59,22
	<i>Camponotus crientatus</i>	4	1,57
<b>Formicinae</b>	<i>Camponotus micans</i>	1	0,39
	<i>Cataglyphis bicolor</i>	11	4,31
	<i>Aphanogaster tastaceopilosa</i>	3	1,18
	<i>Aphanogaster senilis</i>	13	5,10
	<i>Messor barbarus</i>	7	2,75
<b>Myrmicinae</b>	<i>Messor capitatus</i>	13	5,10
	<i>Messor minor</i>	20	7,84
	<i>Pheidole pallidula</i>	5	1,96
	<i>Pheidole sp</i>	2	0,78
	<i>Temnothorax nylanderi</i>	4	1,57
	<i>Temnothorax gredosi</i>	14	5,49
	<i>Tetramorium sp</i>	2	0,78

Avec une fréquence de 59,22 %, *Tapinoma nigerrimum* s'impose comme l'espèce dominante de la parcelle. À l'opposé, *Camponotus micans*, *Pheidole sp* et *Tetramorium sp* n'ont été recensées qu'en très faibles proportions (moins de 1 %), ce qui reflète une présence marginale au sein de la communauté.

## 6. Occurrences des espèces

Les tableaux 11 et 12 présentent les occurrences des différentes espèces recensées dans les deux parcelles étudiées.

**Tableau 11** : Occurrence et occurrence relative % de l'olivieraie.

Sous Famille	Espèce	Occurrence	Occurrence relative%	Catégorie
<b>Dolichoderinae</b>	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	3	100	Omniprésentes
	<i>Bothriomyrmex crosii</i>	2	67	Régulières
<b>Formicinae</b>	<i>Cataglyphis bicolor</i>	2	67	Régulières
	<i>Crematogaster scutellaris</i>	2	67	Régulières
	<i>Messor barbarus</i>	2	67	Régulières
	<i>Messor bouvieri</i>	1	33	Accessoires
<b>Myrmicinae</b>	<i>Messor capitatus</i>	3	100	Omniprésentes
	<i>Messor minor</i>	2	67	Régulières
	<i>Messor Structor</i>	2	67	Régulières
	<i>Monomorium salomonis</i>	1	33	Accessoires
	<i>Aphanogaster senilis</i>	3	100	Omniprésentes
	<i>Aphanogaster tastaceopilosa</i>	1	33	Accessoires
	<i>Temnothorax nylanderi</i>	1	33	Accessoires
	<i>Temnothorax gredosi</i>	3	100	Omniprésentes

Le tableau recense quatorze espèces de fourmis réparties en trois sous-familles : Dolichoderinae, Formicinae et Myrmicinae, cette dernière étant la plus diversifiée. Quatre espèces sont omniprésentes, apparaissant dans 100 % des relevés : *Tapinoma nigerrimum*, *Messor capitatus*, *Aphaenogaster senilis* et *Temnothorax gredosi*, suggérant un rôle central dans l'écosystème. Six espèces sont considérées comme régulières, avec une fréquence d'apparition de 67 % : *Bothriomyrmex crosii*, *Cataglyphis bicolor*, *Crematogaster scutellaris*, *Messor barbarus*, *Messor minor* et *Messor structor*. Enfin, quatre espèces, qualifiées d'accessoires, présentent une présence plus ponctuelle (33 %) : *Messor bouvieri*, *Monomorium salomonis*, *Temnothorax nylanderi* et *Aphaenogaster tastaceopilosa*.

Les occurrences enregistrées dans le sol non cultivée non représentées dans le tableau 12.

**Tableau 12 :** Occurrence et occurrence relative (%) du sol non cultivé.

Sous famille	Espèce	Occurrence	Occurrence relative%	Catégorie
<b>Dolichoderinae</b>	<i>Bothriomyrmex crosiri</i>	2	67	Régulières
	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	3	100	Omniprésentes
	<i>Camponotus crientatus</i>	1	33	Accessoires
<b>Formicinae</b>	<i>Camponotus micans</i>	1	33	Accessoires
	<i>Cataglyphis bicolor</i>	3	100	Omniprésentes
	<i>Aphanogaster tasteopilosa</i>	1	33	Accessoires
	<i>Aphanogaster senilis</i>	2	67	Régulières
	<i>Messor barbarus</i>	1	33	Accessoires
<b>Myrmicinae</b>	<i>Messor capitatus</i>	3	100	Omniprésentes
	<i>Messor minor</i>	2	67	Régulières
	<i>Pheidole pallidula</i>	1	33	Accessoires
	<i>Pheidole sp</i>	1	33	Accessoires
	<i>Temnothorax nylanderi</i>	4	33	Accessoires
	<i>Temnothorax gredosi</i>	2	67	Régulières
	<i>Tetramorium sp</i>	1	33	Accessoires

Le tableau présente trois sous-familles de fourmis, avec des espèces classées selon leur fréquence d'apparition. Les espèces *Tapinoma nigerrimum*, *Cataglyphis bicolor* et *Messor capitatus* sont omniprésentes, représentant 100 % des observations. Quatre espèces, à savoir *Bothriomyrmex crosiri*, *Aphaenogaster senilis*, *Messor minor* et *Temnothorax gredosi* sont considérées comme régulières, avec une fréquence de 67 %. Huit espèces sont qualifiées d'accessoires, représentant 33 % des observations, parmi lesquelles figurent *Camponotus crientatus*, *Camponotus micans*, *Aphanogaster tasteopilosa*, *Messor barbarus*, *Pheidole pallidula*, *Pheidole sp*, *Temnothorax nylanderi* et *Tetramorium sp*.

## 7. Indices écologiques de structure

### 7.1. Indice de Shannon et Equitabilité des sites d'étude

Les résultats du calcul de l'indice de Shannon et de l'équitabilité dans les deux parcelles sont rapportés dans le tableau 13.

**Tableau 13** : Indices de diversité de Shannon et d'équitabilité pour les deux parcelles du site d'étude.

Parcelle	Oliveraie	Sol non cultivée
Indice de Shannon H	2,338	2.156
Indice d'équitabilité E	0.885	0.805

L'indice de Shannon est légèrement plus élevé dans l'oliveraie (2.338) que dans le sol non cultivée (2.156), indiquant une diversité spécifique plus importante. L'équitabilité est également meilleure (0.885 contre 0.805), ce qui reflète une répartition plus équilibrée des espèces. Cela suggère que l'oliveraie offre un environnement plus favorable à une biodiversité équilibrée que le sol non cultivé (la terre laissée à l'état naturel).

### 7.2. Indice de similarité

La valeur de l'indice de similarité entre les deux sites est de 0,52, ce qui indique une différence notable dans la composition des espèces. Cela suggère que les variations des conditions écologiques locales influencent la distribution des espèces en fonction de leurs préférences spécifiques en matière d'habitat et de régime alimentaire.

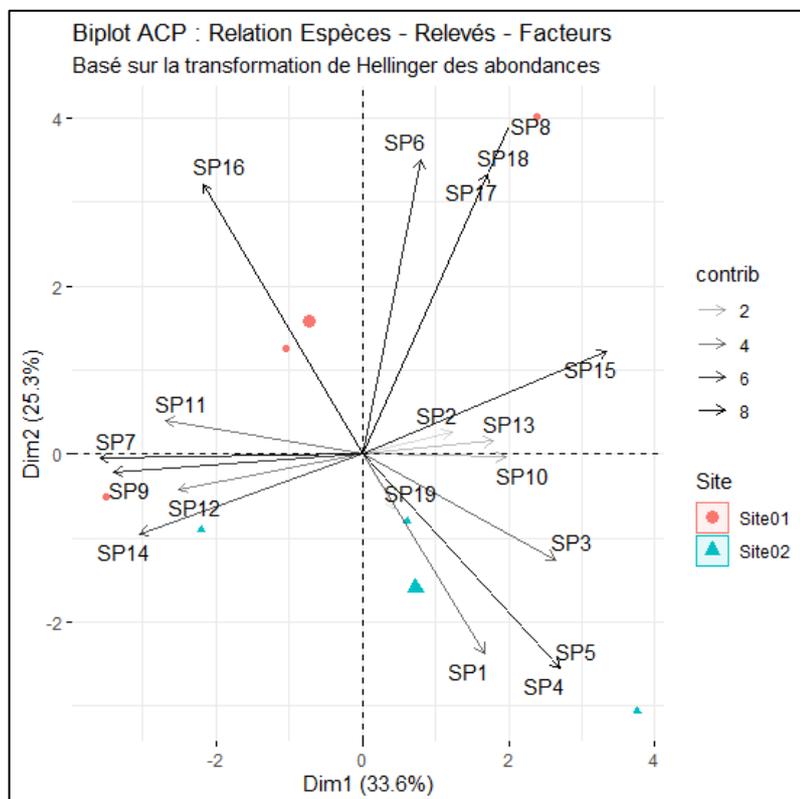
## 8. Exploitation statistique (ACP) :

L'analyse en composantes principales (ACP), restreinte aux deux premières dimensions (Dim.1 = 33,6 % ; Dim.2 = 25,3 %), met en évidence une structuration nette des communautés myrmécologiques en fonction des sites d'échantillonnage (Site01 – oliveraie, et Site02 – sol non cultivé) et la période d'étude (février, mars, avril 2025). Ensemble, ces deux axes expliquent 58,9 % de la variance totale, ce qui permet une interprétation statistique et écologique robuste.

L'axe 1 (Dim.1) reflète un gradient majeur qui oppose les relevés de Site02 en avril (valeur élevée : 36,76) et de Site01 en février (valeur : 32,01) à ceux du mois de mars sur les deux sites. Cette discrimination est principalement portée par les espèces *Messor capitatus* (SP9), *Messor barbarus* (SP7) et *Temnothorax nylanderi* (SP15), qui affichent les plus fortes contributions à

cet axe. Ces taxons peuvent être considérés comme des espèces discriminantes, jouant un rôle clé dans la différenciation temporelle des assemblages.

L'axe 2 (Dim.2) met en évidence une distinction marquée du relevé d'avril à Site01 (valeur maximale : 55,92) par rapport aux autres relevés. Ce positionnement est fortement influencé par les espèces *Crematogaster scutellaris* (SP6), *Messor bouvieri* (SP8) et *Temnothorax gredosi* (SP16), dont les contributions élevées indiquent une augmentation de la diversité et de l'abondance spécifique dans l'oliveraie à cette période. Cette dynamique peut s'expliquer par un changement des conditions microclimatiques (élévation des températures, disponibilité des ressources trophiques) favorisant l'expansion de ces espèces.



**Figure 22** : Projection des espèces inventoriés sur le plan factoriel axe2-axe3 de l'ACP (Axe 1 et axe 2 : 59%)

## Discussion des résultats

Durant notre étude, nous avons recensé 19 espèces de fourmis réparties en trois grandes sous-familles : Dolichoderinae, Formicinae et Myrmicinae. La sous-famille Myrmicinae est la plus diversifiée, avec 14 espèces, incluant plusieurs représentants du genre *Messor* (cinq espèces), qui semblent jouer un rôle important dans la communauté étudiée. Elle est suivie par les genres *Aphaenogaster*, *Temnothorax* et *Pheidole*, avec deux espèces chacun, puis par les genres *Tetramorium* et *Crematogaster*, représentés chacun par une seule espèce.

la sous-famille Myrmicinae est la plus diversifiée des fourmis, tant en termes de nombre d'espèces et de genres que d'adaptations écologiques, ce qui en fait un groupe clé dans la biodiversité des fourmis à l'échelle mondiale

La sous-famille des Myrmicinae se distingue comme la plus diversifiée parmi les fourmis, tant par le nombre de genres que d'espèces. Elle présente une grande variété morphologique et occupe des habitats très diversifiés, ce qui contribue à sa vaste répartition géographique et à sa forte présence dans de nombreux écosystèmes. Ainsi, plusieurs études écologiques montrent que les Myrmicinae dominent souvent en termes de richesse spécifique et de densité, surpassant d'autres sous-familles telles que les Formicinae et les Dolichoderinae. (Sadou,2022 ; Otmani et Berradi ,2022 ; Hamecha, 2021).

La sous-famille Formicinae comprend trois espèces appartenant à deux genres *Cataglyphis* et *Camponotus* une espèce pour chacune. Ces genres sont souvent associés à des habitats diversifiés et présentent une grande adaptabilité écologique.

Le genre *Cataglyphis* est typiquement associée aux milieux arides et désertiques avec une adaptation extrême à la chaleur, tandis que *Camponotus* occupe une gamme plus large d'habitats, incluant savanes et forêts, avec une grande flexibilité écologique. Ces deux genres illustrent bien la diversité et l'adaptabilité des fourmis à différents environnements (Konate et al., 2005, Sidney Novoa et al., 2003)

Enfin, la sous-famille Dolichoderinae est représentée par deux espèces : *Tapinoma nigerrimum* et *Bothriomyrmex corsicus*, souvent considérées comme des espèces généralistes en raison de leur capacité à coloniser une grande variété d'habitats.

Nos résultats montrent que la diversité des Dolichoderinae est plus faible que celle des Myrmicinae ou des Formicinae, comme l'ont souligné Benzinia et Chikh (2022) dans les milieux urbains et périurbains. Toutefois, malgré cette moindre diversité, les Dolichoderinae jouent un rôle écologique non négligeable en occupant des niches variées, allant des écosystèmes forestiers aux zones fortement anthropisées.

Le nombre d'espèces de fourmis recensées dans notre étude est inférieur à celui rapporté par plusieurs travaux antérieurs menés en Kabylie. Sidi Idris (2018), dans les milieux agricoles de la région de Maatkas (Tizi-Ouzou), a identifié 28 espèces réparties entre les sous-familles *Myrmicinae*, *Formicinae* et *Dolichoderinae*. De son côté, Hamecha (2021), en explorant divers habitats de la région, notamment quatre oliveraies, a recensé 53 espèces, avec une nette dominance des *Myrmicinae*. Plus récemment, Afroun et Boubrit (2024) ont inventorié 57 espèces dans les vergers naturels de Tizi-Ouzou, réparties également entre les trois mêmes sous-familles. D'une manière générale ces résultats montrent que, bien que notre échantillonnage soit moins riche en espèces.

Dans l'oliveraie, la sous-famille des *Dolichoderinae* est légèrement dominante, représentant 50 % des individus, suivie de près par les *Myrmicinae* avec 48 %, tandis que les *Formicinae* ne constituent qu'une faible proportion (2 %). En revanche, sur le site non cultivé, la prédominance des *Dolichoderinae* est plus nette (61 %), les *Myrmicinae* atteignent 33 %, et les *Formicinae* demeurent marginales avec 6 %.

### **Abondance des espèces de Formicidae**

L'abondance relative des espèces composant la myrmécofaune inventoriée dans oliveraie révèle que l'espèce de *Tapinoma nigerrimum* est l'espèce la plus abondante, représentant 44,78 % de l'ensemble des individus recensés. Elle domine nettement la communauté. En seconde position, *Temnothorax gredosi* affiche une abondance de 13,19 %.

À l'inverse, les espèces les plus rares sont *Messor bouvieri* (0,27 %), *Aphaenogaster stastaceopilosa* (0,55 %) et *Monomorium salomonis* (1,10 %). Les autres espèces présentent des abondances intermédiaires, variant entre 2 % et 7 %.

En revanche, dans le sol non cultivé, *Tapinoma nigerrimum* se distingue nettement comme l'espèce dominante, avec une fréquence d'occurrence de 59,22 %. À l'inverse, *Camponotus micans*, *Pheidole sp* et *Tetramorium sp* n'ont été observées qu'à de très faibles proportions (moins de 1 %), traduisant ainsi une présence marginale au sein de la communauté

*Tapinoma nigerrimum* est une espèce fréquemment très abondante dans les habitats semi-naturels et ruraux. Elle y forme généralement des colonies monodomes (composées d'un seul nid) de taille modérée, bien que des colonies polydomes (plusieurs nids) puissent également être observées, sans toutefois atteindre le stade de supercolonies invasives, contrairement à certaines espèces apparentées (Gouraud et Kaufmann, 2022).

Cette espèce est largement répandue sur les deux sites étudiés. Elle a été signalée par Belaidi et Benziane (2024) dans la région de Mila et par Amimer (2022) dans des vergers

d'arbres fruites (la région de Tizi-Ouzou) ainsi que par Bergoug (2021) dans les milieux agricoles sahariens. En revanche, elle ne figure pas dans l'inventaire réalisé par Afroun et Boubrit (2024) dans la forêt Agouni Uzidoud (Azeffoun, Tizi-Ouzou).

*Temnothorax gredosi*, bien que présente dans l'oliveraie, se caractérise par une faible abondance dans le sol non cultivé. Cette espèce n'a pas été recensée dans les études antérieures menées par Belaidi et Benziane (2024) dans la région de Mila, par Afroun et Boubrit (2024) dans la forêt d'Agouni Uzidoud (Azeffoun, Tizi Ouzou), par Amimer (2022) dans des vergers d'arbres fruitiers de la région de Tizi Ouzou, ni par Bergoug (2021) dans des milieux agricoles sahariens.

*Messor bouvieri* se distingue par une faible abondance au sein de notre inventaire. Cette espèce est absente dans l'inventaires réalisés par Afroun et Boubrit (2024) dans la forêt d'Agouni Uzidoud (Azeffoun, Tizi Ouzou), par Amimer (2022) dans des vergers d'arbres fruitiers de la région de Tizi Ouzou et ainsi que par Bergoug (2021) dans des milieux agricoles sahariens.

*Aphaenogaster stastaceopilosa* comme l'espèce précédente est présente en faible effectif dans les deux sites d'étude. Cette espèce a été recensée par Belaidi et Benziane (2024) dans la région de Mila et par Afroun et Boubrit (2024) dans la forêt d'Agouni Uzidoud (Azeffoun, Tizi Ouzou), par Amimer (2022) dans des vergers d'arbres fruitiers de la région de Tizi Ouzou. En revanche, elle n'a pas été signalée dans l'inventaire réalisé par Bergoug (2021) dans des milieux agricoles sahariens.

*Monomorium salomonis* se distingue par son adaptation aux milieux hélio-xérophiles, étant largement répandue dans divers biotopes caractérisés par des conditions chaudes, sèches et ensoleillées. (Cagniant, 1973).

Cette espèce est particulièrement abondante dans les formations végétales halophytes, notamment celles dominées par *Salsola vermiculata*. Elle se retrouve également dans les forêts de *Pinus halepensis*, où elle peut constituer jusqu'à 65,3 % de la population d'insectes. De plus, cette espèce est présente dans divers types de steppes, y compris celles avec des plantes comme *Artemisia herba alba* et *Stipa tenacissima*. (Amara et al., 2020)

En raison de sa tolérance aux perturbations anthropiques, elle est considérée comme un bioindicateur pertinent, notamment dans les agroécosystèmes soumis à une intensification des pratiques agricoles (Chelouaou et Kana, 2024). Durant notre étude, elle a été observée uniquement sur notre site oléicole.

*Camponotus micans* et *Pheidole sp* sont des espèces présentes uniquement dans les sols non cultivés en faible effectif ; toutefois, elles n'ont pas été signalées par Amimer (2022), ni par

Belaidi et Benziane (2024), ni par Afroun et Boubrit (2024) dans la région d’Azeffoun (Tizi Ouzou).

*Tetramorium sp* a été observée uniquement à de très faibles proportions dans les sols non cultivés. Cette espèce est également faiblement représentée dans la région de Mila, selon Belaidi et Benziane (2024). Toutefois, cette espèce ne figure dans aucun des inventaires réalisés par Amimer (2022), Afroun et Boubrit (2024), ou encore Sidi Idris (2018).

### **Constance appliquée aux Formicidés**

Les résultats relatifs à la fréquence d’occurrence dans les deux sites d’étude révèlent une variation notable entre les différentes espèces de myrmécophage recensées

Dans l’olivieraie, certaines espèces sont omniprésentes, apparaissant dans 100 % des relevés. Il s’agit de *Tapinoma nigerrimum*, *Messor capitatus*, *Aphaenogaster senilis* et *Temnothorax gredosi*. Six autres espèces sont considérées comme régulières : *Bothriomyrmex crosii*, *Cataglyphis bicolor*, *Crematogaster scutellaris*, *Messor barbarus*, *Messor minor* et *Messor structor*. Enfin, quatre espèces, qualifiées d’accessoires en raison de leur occurrence occasionnelle, ont également été recensées : *Messor bouvieri*, *Monomorium salomonis*, *Temnothorax nylanderi* et *Aphaenogaster testaceopilosa*.

Dans le sol non cultivé, les espèces *Tapinoma nigerrimum*, *Cataglyphis bicolor* et *Messor capitatus* sont omniprésentes. D’autres espèces, telles que *Bothriomyrmex crosieri*, *Aphaenogaster senilis*, *Messor minor* et *Temnothorax gredosi*, sont considérées comme régulières. Enfin, certaines espèces sont qualifiées d’accessoires, car elles ont été observées de manière occasionnelle. Parmi celles-ci figurent *Camponotus cuenoti*, *Camponotus micans*, *Aphaenogaster testaceopilosa*, *Messor barbarus*, *Pheidole pallidula*, *Pheidole sp*, *Temnothorax nylanderi* et *Tetramorium sp*.

### **Indice de diversité de Shannon et d’équitabilité appliqués aux espèces de myrmécophage**

L’indice de diversité de Shannon calculé pour l’olivieraie est de 2,338 bits, contre 2,156 bits pour le sol non cultivé, ce qui indique que les deux sites présentent une diversité relativement élevée. L’indice d’équitabilité affiche une valeur de 0,885 pour l’olivieraie et de 0,805 pour le sol non cultivé, traduisant une répartition relativement équilibrée des peuplements de fourmis dans les deux milieux. Selon Du Merle (1978), un indice de Shannon supérieur à zéro, associé à une équitabilité proche de 1, témoigne d’une bonne diversité au sein de l’écosystème étudié.

**Indice de similarité**

En taxonomie et en écologie, la comparaison de la composition spécifique et de la biodiversité entre deux ou plusieurs communautés repose sur l'utilisation d'indices de similarité ou de dissimilarité, qui constituent des outils quantitatifs d'évaluation rigoureuse (Magurran, 2004, Chao et *al.*, 2006).

La valeur de l'indice de similarité a été calculée afin d'évaluer le degré de ressemblance entre les communautés de fourmis des deux sites étudiés. Un indice proche de 0 reflète une faible similarité, c'est-à-dire un nombre limité d'espèces communes, tandis qu'un indice proche de 1 indique une forte similarité. Dans notre étude, l'indice de similarité obtenu est de 0,52, indiquant une similarité modérée entre les deux communautés de fourmis. Ce résultat suggère que les différences en termes de couverture végétale et de caractéristiques de l'habitat entre l'oliveraie et le sol non cultivé exercent une influence significative sur la composition spécifique des peuplements.

# *Conclusion*

Cette étude avait pour objectif d'évaluer la diversité et structure de la myrmécofaune dans la région de Grarem Gouga en utilisant différentes méthodes de capture : les pièges de type "pots de Barber", la collecte manuelle (méthode directe) ainsi que les pièges appâtés. Entre février et avril 2025, un total de 589 individus a été collecté sur deux sites d'étude. Parmi eux, 333 individus ont été recensés dans une oliveraie, contre 256 dans un sol non cultivé. Au total, 19 espèces réparties en 11 genres ont été inventoriées, appartenant à trois sous-familles : 14 espèces de *Myrmicinae*, 3 de *Formicinae* et 2 de *Dolichoderinae*.

Dans l'oliveraie, un total de 333 individus a été enregistré, répartis comme suit : 51 individus appartenant à 5 espèces ont été capturés à l'aide des pièges Barber, 191 individus représentant 13 espèces ont été collectés par la méthode manuelle, et 85 individus répartis en 7 espèces ont été obtenus grâce aux pièges appâtés. Dans le sol non cultivé, 256 individus ont été recensés. Parmi eux, 42 individus appartenant à 7 espèces ont été capturés par les pièges Barber, 128 individus et 13 espèces par la méthode manuelle, et enfin 86 individus répartis en 10 espèces ont été collectés à l'aide des pièges appâtés.

La répartition relative des sous-familles dans les deux sites d'étude indique une prédominance marquée des *Dolichoderinae*, qui constituent entre 50 % et 61 % des individus collectés. Les *Myrmicinae* occupent la seconde position, avec des proportions comprises entre 33 % et 48 %, tandis que les *Formicinae* demeurent faiblement représentées, n'excédant pas 6 % des effectifs totaux. Ces résultats traduisent une structure communautaire déséquilibrée, dominée par les *Dolichoderinae*, suggérant leur forte adaptation aux conditions écologiques locales.

L'indice de diversité de Shannon révèle une richesse spécifique relativement élevée dans les deux habitats étudiés, avec une valeur de 2,338 bits pour l'oliveraie et de 2,156 bits pour le sol non cultivé. Par ailleurs, l'indice d'équitabilité s'élève à 0,885 dans l'oliveraie et à 0,805 dans le sol non cultivé, suggérant une distribution relativement homogène des individus entre les espèces dans les deux sites, bien que légèrement plus équilibrée dans l'oliveraie.

L'indice de similarité a été déterminé afin de quantifier le degré de ressemblance entre les communautés de fourmis des deux sites. Une valeur proche de 0 traduit une faible similarité, marquée par un faible nombre d'espèces partagées, tandis qu'une valeur proche de 1 témoigne d'une forte similarité. Dans le cadre de cette étude, l'indice calculé s'élève à 0,52, ce qui indique une similarité intermédiaire entre les deux communautés.

# *Références bibliographiques*

## A

**Afroun, S., & Boubrit, S. (2024).** *Diversité des Formicidae dans la forêt Agouni Uzidoud, commune d'Aghribs (Azeffoun, Tizi-Ouzou)* (Thèse de doctorat). Université Mouloud Mammeri.

**Agosti, D., Majer, J. D., Alonso, L. E., et Schultz, T. R. (2000).** *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. *Smithsonian Institution Press, Washington & London*, 1–59.

**Alonso, L. (2000).** Ants as indicators of diversity. In D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso, & T. R. Schultz (Eds.), *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity* (pp. 80–88). *Smithsonian Institution Press*.

**Amara, A., Aït Hamza, S., et Barech, G. (2020).** Diversity of ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in an arid ecosystem of northeastern Algeria. *African Entomology*, 28(2), 487–496.

**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)* (Mémoire de master). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 58 p.

**André, E. (1885).** *Les fourmis*. Paris: Hachette, Bibliothèque des merveilles, 345 p.

**Andersen, A. N., et Majer, J. D. (2004).** Ants show the way Down Under: Invertebrates as bioindicators in land management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(6), 291–298.

**ANDI. (2013).** Invest in Algeria, wilaya de Mila.

**Atmania, D. (2010).** *Minéralogie des argiles et phénomène de retrait-gonflement dans le bassin de Mila (Nord constantinois)* (Thèse de doctorat). Université Mentouri, Constantine, 172 p.

## B

**Bachelier, G. (1978).** *La faune du sol, son écologie et son action*. Paris: Éditions ORSTOM, 391 p.

- Banglous, F., et Gaussen, H. (1953).** Saison sèche et indice xérothermique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 88(3-4), 193–239.
- Barbault, T. R. (1992).** *Écologie des peuplements : structure, dynamique et évolution*.
- Barech, G. (2014).** *Étude de la diversité des fourmis (Formicidae) dans les forêts littorales et sublittorales de la région d'Alger* (Thèse de doctorat). Université d'Alger 1.
- Beattie, A. J., et Hughes, L. (2002).** Ant-Plant Interactions. In C. M. Herrera & O. Pellmyr (Eds.), *Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach* (pp. 211–235). *Blackwell*.
- Beattie, A. J. (1985).** The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms. *Cambridge: Cambridge University Press*.
- Blondel, J. (1979).** *Biogéographie et écologie*. Paris: Masson, n° 4701, 173 p.
- Belahlou, S. (2016).** Biodiversité des lombriciens dans la wilaya de Mila.
- Belfadel, D., et Diaf, M. (2014).** De la fourmi réelle à la fourmi artificielle. Faculté du Génie Électrique et de l'Informatique, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, *Revue Campus*, 2, 22–33.
- Benabderrahmane, A., et Boulemghader, F. (2022).** *Caractérisation hydro-chimique des eaux de sources de la région de Hamala, wilaya de Mila* (Mémoire de master). Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf – Mila, 82 p.
- Benkhelil, M. L. (1991).** *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Alger: Éditions de l'Office des Publications Universitaires, 68 p.
- Benkhelil, M. L. (1992).** *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Alger: Éditions de l'Office des Publications Universitaires, 60 p.
- Bernadou, A., Latil, G., Fourcassier, V., et Espadaler, X. (2006).** Étude des communautés des fourmis d'une vallée andorrane. Union internationale pour l'étude des insectes sociaux, *Colloque annuel de la section française*, 24–27 avril 2006, Avignon, 1–4.
- Berkal, K. H., et Elouaere, F. (2014).** *Inventaire et écologie des oiseaux d'eau au niveau du Barrage de Beni Haroun (Wilaya de Mila) saison d'hivernage* (Mémoire de master). Centre Universitaire de Mila, 65 p.

**Bernard, F. (1972).** Premiers résultats de dénombrement de la faune par carrés en Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 63(1–2), 3–13.

**Bernard, F. (1968).** *Les fourmis (Hymenoptera, Formicidae) d'Europe occidentale et septentrionale*. Paris: Masson et Cie, Collection Faune d'Europe et du bassin méditerranéen, 441 p.

**Bolton, B. (2003).** *Mem. Am. Entomol. Inst.*, 71, 1–370.

**Bolton, B. (1994).** *Identification guide to the ant genera of the World*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 222 p.

**Bonnemaison, L. (1962).** *Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts*. Paris: SEP, Tome III, 413 p.

**Boukari, A. (2022).** *Contribution à l'étude des fourmis liées aux plantes exotiques dans le jardin d'essai du Hamma (Alger)* (Mémoire de master). Université Mohamed Boudiaf – M'Sila, 67 p.

**Boulmerka, A. (2009).** *Adaptation des métaheuristiques à l'ordonnancement hors-ligne des tâches temps réel à contraintes strictes en environnement monoprocesseur* (Thèse de doctorat). École Nationale Supérieure d'Informatique (E.S.I), Oued-Smar, Alger.

**Bouziane, T., Aliat, D., et Lounaci, A. (2020).** Structure et diversité de la myrmécofaune dans un gradient dunaire (Jijel, Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 145(1), 15–30.

**Bouzraib, M., Namous, S., Boughaba, R., et Namous, M. (2014).** *Étude de réseau d'assainissement des logements participatifs de Draa Babouche Grarem Gouga* (Mémoire de licence académique). Centre Universitaire de Mila, 34 p.

**Boussebbissi, R., Chebbah, M., et Khetieb, Y. (2021).** *L'effet de l'urbanisation sur l'installation de la cigogne blanche dans la wilaya de Mila*. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila, 124 p.

## C

**Cagniant, H. (2011).** Résumé. Communication personnelle.

**Cagniant, H. (1973).** *Les peuplements de fourmis des forêts algériennes. Écologie biocénotique, essai biologique* (Thèse de doctorat). Université Paul Sabatier, Toulouse, 464 p.

**Cagniant, H. (1970a).** Deuxième liste de fourmis d'Algérie récoltées principalement en forêt (1re partie). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 105, 405–430.

**Cagniant, H. (1970b).** Deuxième liste de fourmis d'Algérie récoltées principalement en forêt (2e partie). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 106, 38–39.

**Cagniant, H. (1970c).** Les fourmis du Nord de l'Algérie. *Annales de la Société Entomologique de France*, 6(3), 225–234.

**Cherrett, J. M. (1986).** History of the leaf-cutting ant problem. In C. S. Lofgren & R. K. Vander Meer (Eds.), *Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management* (pp. 10–17). Westview Press.

**Chazeau, J., Jourdan, H., Bonnet de Larbogne, L., Konghouleux, J., Chauvin, C., Bouvarel, I., et Straus, N. A. (2003).** Ancient tripartite coevolution in the attine ant–microbe symbiosis. *Science*, 299, 386–388.

**Cournault, L. (2013).** Les fourmis : une biodiversité méconnue. *Revue scientifique Bourgogne Nature*, 235 p.

## D

**Dajoz, R. (1975).** Notes sur le genre *Monoedus* Horn (Coléoptères, Colydiidae) et description d'espèces nouvelles. *Publications de la Société Linnéenne de Lyon*, 44(4), 103–110.

**Dajoz, R. (1971).** *Précis d'écologie*. Paris: Dunod, 434 p.

**Della Santa, E. (1995).** Fourmis de Provence. *Faune de Provence (CEEP)*, 16, 5–38.

**Djioua, O. (2011).** *Inventaire des Formicidae dans quelques milieux forestiers et agricoles de la Wilaya de Tizi-Ouzou* (Mémoire de magister). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 103 p.

**Del Toro, I., Ribbons, R. R., et Pelini, S. L. (2012).** The little things that run the world revisited: A review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 17, 133–146.

**Debieche, T. H. (2002).** *Évolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous effet de la pollution saline, agricole et industrielle: application à la basse plaine de la Seybouse Nord-Est algérien* (Thèse de doctorat). Université de Franche-Comté, 312 p.

**Dieng, M. M., Ndiaye, A. B., Ba, C. T., et Taylor, B. (2016).** Les fourmis (Hymenoptera, Formicidae) de l'enclos d'acclimatation de Katané de la réserve de faune du Ferlo nord (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(4), 1626–1636.

**Diamé, L., Rey, J. Y., Vayssières, J. F., Grechi, I., Chailleux, A., et Diarra, K. (2018).** Ants: Major functional elements in fruit agro-ecosystems and biological control agents. *Sustainability*, 10(1), 23.

**Dyer, L. A. (2002).** A quantification of predation rates, indirect positive effects on plants, and foraging variation of the giant tropical ant, *Paraponera clavata*. *Journal of Insect Science*, 2(1), 18.

**Dyer, F. C. (2002).** The biology of the dance language. *Annual Review of Entomology*, 47(1), 917–949.

## E

**Emberger, L. (1955).** *Classification biogéographique de climats*. Travaux du Laboratoire de Botanique.

## F

**Faurie, C., Ferra, C., et Medori, P. (1980).** *Écologie*. Paris: J.-B. Baillière, 168 p.

**Fernando, N., Schultz, N., Palmer, G., et Barton, P. (2025).** Disturbance impacts on ant interactions in different climatic regions. *Insectes Sociaux*.

**Forel, A. (1874).** *Les fourmis de la Suisse: Systématique, notices anatomiques et physiologiques, architecture, distribution géographique, nouvelles expériences et observations de mœurs*.

**Folgarait, P. J. (1998).** Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: A review. *Biodiversity and Conservation*, 7(9),

## G

**Grasso, D., et Castracani, C. (2013).** *Les organismes du sol. Atlas européen de la biodiversité des sols.* Luxembourg: Union européenne, 116–117.

**Gotwald, W. H. (1969).** *Comparative morphological studies of the ants, with particular reference to the mouth parts (Hym., Formicidae).* Memoirs of Cornell University Agricultural Experiment Station, 408, 150 p.

**Godard, A., et Tabeaud, M. (2002).** *Les climats, mécanismes et répartition.* Paris: Armand Colin, 76 p.

**Gouraud, C., et Kaufmann, B. (2022).** Nouvelles observations des fourmis invasives du complexe des *Tapinoma* gr. *nigerrimum* dans le Massif armoricain (Hymenoptera: Formicidae). *Invertébrés Armoricains*, 23, 23–38.

## H

**Habila, M. (2022).** *Fluctuation saisonnière des oiseaux de la décharge publique de la wilaya de Mila* (Thèse de doctorat). Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila.

**Hamecha, L. (2021).** *Diversité myrmécologique (Hymenoptera, Formicidae) dans quelques habitats de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie)* (Thèse de doctorat). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.

**Hölldobler, B., et Wilson, E. O. (1996).** *Voyage chez les fourmis.* Paris: Éditions du Seuil, 247 p.

**Hölldobler, B., et Wilson, E. O. (1990).** *The Ants.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

**Hulle, M., Turpeau, E., Leclant, F., et Rahn, M. J. (1998).** *Les pucerons des arbres fruitiers – Cycles biologiques et activités de vol.* Paris: INRA Éditions, 80 p.

## I

**Imene Djerfaoui. (2016).** *Le risque glissement de terrain dans la commune de Mila, causes et effets : Cas de la cité des 185 logements, lotissement Boulmerka, Mila* (Mémoire de master). Université Mohamed Boudiaf M'Sila, 41–42.

## **J**

**Jolivet, P. (1986).** *Les fourmis et les plantes : Un exemple de coévolution*. Paris: Éditions Boubée, 254 p.

## **K**

**Kaspari, M., et Majer, J. D. (2000).** Using ants to monitor environmental change. In D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso, & T. R. Schultz (Eds.), *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity* (pp. 89–98). *Smithsonian Institution Press*.

**Knaden, M., et Wehner, R. (2006).** Fundamental difference in life history traits of two species of *Cataglyphis* ants. *Frontiers in Zoology*, 3, 21–32.

## **L**

**Laakel, N., Aissat, L., Bounab, L., et Yahiaoui, C. (2024).** *Diversity and species composition of ants in urban and suburban environments in Bejaia city (Algeria)*.

**Lamotte, M., et Bourlière, F. (1969).** *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Paris: Masson et Cie, 303 p.

**Lager, B., Pitaval, L., et Defretin, A. (2015).** *TPE : La société des fourmis*.

**Lebas, C., Galkowski, C., Blatrix, R., et Wegnez, P. (2016).** *Guide Delachaux : Fourmis d'Europe Occidentale*. Luçon: Delachaux et Niestlé.

**Lenoir, J. C. (2006).** *Structure sociale et stratégie de reproduction chez *Cardiocondyla elegans** (Thèse de doctorat). Université François-Rabelais, Tours, 112 p.

**Leniaud, L., Hefetz, A., Grumiau, L., et Aron, S. (2011).** *Multiple mating and supercoloniality in *Cataglyphis* desert ants*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 104, 866–876.

## **M**

**MacMahon, J. A., Mull, J. F., et Crist, T. O. (2000).** Fourmis moissonneuses (*Pogonomyrmex* spp.): leurs influences communautaires et écosystémiques. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31(1), 265–291.

**Majer, J. D. (1983).** Ant: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and conservation. *Environmental Management*, 7, 375–383.

**Majer, J. D., Orabi, G., et Bisevac, L. (2007).** Ants (Hymenoptera: Formicidae) pass the bioindicator scorecard. *Myrmecological News*, 10, 69–76.

**McGavin, G. (2000).** *Insectes, araignées et autres arthropodes terrestres*. Paris: Larousse, Coll. « l'œil nature », 225 p.

**Muller, P. (1985).** Un schéma d'analyse des politiques sectorielles. *Revue française de science politique*, 35(2), 165–189.

**Magurran, A. E. (2004).** *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell.

## O

**Orivel, J. (2007).** *Importance des interactions chez les fourmis (Habilitation à diriger des recherches)*. Université Paul Sabatier, Toulouse III, U.F.R. Science de la Vie et de la Terre.

**Otmani, H., et Berradi, C. (2022).** *Biodiversité des Formicidae dans trois milieux différents à Djelfa* (Mémoire de master). Université Ziane Achour de Djelfa, 37 p.

## P

**Passera, L., et Aron, S. (2005).** *Les fourmis : comportement, organisation sociale et évolution*. Ottawa: Presses scientifiques du CNRC, 480 p.

**Passera, L. (2016).** *Formidables fourmis !* (pp. 1–50).

**Pearcy, M., Aron, S., Doums, C., et Keller, L. (2004).** Conditional use of sex and parthenogenesis for worker and queen production in ants. *Science*, 306, 1780–1783.

**Philpott, S. M., Perfecto, I., et Vandermeer, J. (2008).** Effects of predatory ants on lower trophic levels across a gradient of coffee management complexity. *Journal of Animal Ecology*, 77(3), 505–511.

**Philpott, S. M. (2013).** *Biodiversity and pest control services*.

## R

**Ramade, F. (2003).** *Éléments d'écologie. Écologie fondamentale (3e éd.)*. Paris: Dunod.

**Ramage, T., et Ravary, F. (2015).** Les bioindicateurs myrmécologiques : synthèse bibliographique. *Rapport de l'Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL)*, 38 p.

**Ramade, F. (1972).** *Le peuple des fourmis*. Paris: Presses universitaires de France, 66 p.

**Ramade, F. (1984).** *Éléments d'écologie. Écologie fondamentale*. Paris: McGraw-Hill, 397 p.

**Riba, G., et Silvy, C. (1992).** *Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives*. Versailles: INRA éditions, 768 p.

**Robla, I., Reyes-López, J., et Carpintero, S. (2023).** Patterns of ant diversity in degraded Mediterranean habitats. *Diversity*, 15(3), 635.

## S

**Sadou, S., et Yazag, M. (2017).** *Inventaire des Formicidae dans deux régions de la wilaya de Tizi-Ouzou (Azeffoun et Assi-Youcef)* (Mémoire de master). Université de Tizi-Ouzou, 67 p.

**Sadou, S. A. (2022).** *Diversité des fourmis dans quelques milieux de la grande Kabylie et leur rôle dans la régulation des populations de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied, 1824 (Diptera: Tephritidae)* (Thèse de doctorat). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.

**Sid-Ali, W., Barech, G., et Kherbouche, A. (2020).** Composition and ecological distribution of forest ants in Kabylie (Algeria). *African Journal of Ecology*, 58(4), 526–535. <https://doi.org/10.1111/aje.12712>

**Schultheiss, P., Nooten, S. S., Wang, R., Wong, M. K., Brassard, F., et Guénard, B. (2022).** The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(40), e2201550119.

**Soukehal, B. (2009).** *La wilaya de Mila : villes, villages et problématique de l'alimentation en eau potable* (Thèse de doctorat). Université Mentouri-Constantine, 315 p.

**Soukehal, B., & Cherrad, S. (2011).** *Les ressources en eau dans la wilaya de Mila : mobilisation, consommation et comportement de ménages.* Science et technologie D, 3.

## T

**Timmermans, I., Hefetz, A., Fournier, D., et Aron, S. (2008).** Population genetic structure, worker reproduction and thelytokous parthenogenesis in the desert ant *Cataglyphis sabulosa*. *Heredity*, 101, 490–498.

**Timmermans, I., Grumiau, L., Hefetz, A., et Aron, S. (2010).** Mating system and population structure in the desert ant *Cataglyphis livida*. *Insectes Sociaux*, 57, 39–46.

## V

**Vayssières, J., Vigne, M., Alary, V., et Lecomte, P. (2011).** Integrated participatory modelling of actual farms to support policy making on sustainable intensification. *Agricultural Systems*, 104(2), 146–161.

**Vayssières, F., Sinzogan, A., Korie, S., Adandonon, A., et Worou, S. (2011).** Field observational studies on circadian activity pattern of *Oecophylla longinoda* (Latreille) (Hymenoptera: Formicidae) in relation to abiotic factors and mango cultivars. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(2), 790–802.

## W

**Wilson, E. O. (1971).** *The insect societies.* Cambridge, MA : Harvard University Press, 548 p.

**Wilson, E. O. (1987).** Causes of ecological success: the case of the ants. *Journal of Animal Ecology*, 56, 1–9.

## Y

**Yemeda, C. F. L., Mony, R., Tchatat, M., et Dibong, S. (2013).** Contribution des fourmis à la lutte biologique contre les Loranthaceae. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(3), 924–937.

## Z

**Zina, H., Laoufi, H., et Bouaziz, A. (2022).** Role of agroecological infrastructures in ant diversity in irrigated agricultural systems in Northeastern Algeria. *Agronomy*, 12, 2690.

**Zouidia, H. (2006).** *Bilan des incendies de forêts dans l'Est algérien : cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras* (Mémoire de magistère). Université Mentouri, Constantine, 126 p.

# *Résumé*

## الملخص

تهدف دراستنا إلى تقييم تنوع وهيكل مجتمعات النمل (Formicidae) في دائرة قرارم قوقة (ولاية ميلة، الجزائر). بين شهري فبراير وأبريل 2025، أجريت جردات في موطنين متباينين: بستان زيتون وقطعة أرض غير مزروعة. تم تسجيل ما مجموعه 19 نوعًا تنتمي إلى 11 جنسًا و3 تحت عائلات (Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae). تميزت تحت العائلة Dolichoderinae بأعلى وفرة، في حين برزت Myrmicinae، وخاصة جنس *Messor*، بتنوعها النوعي. أظهرت التحليلات تنوعًا حيويًا عاليًا وتوزيعًا متوازنًا نسبيًا للأنواع، مع تفوق طفيف في بستان الزيتون. كما تبين أن تركيبة المجتمعات تختلف بشكل ملحوظ بين الموقعين، ما يعكس تأثير الظروف البيئية المحلية. تسلط هذه النتائج الضوء على أهمية النمل كمؤشرات حيوية، وتؤكد على ضرورة تعميق البحوث حول نمل المنطقة لتوجيه استراتيجيات فعالة لحفظ التنوع البيولوجي في منطقة ميلة.

**الكلمات المفتاحية:** التنوع البيولوجي، Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae, myrmecofauna

## Abstract

Our study aims to assess the diversity and structure of ant communities (Formicidae) in the district of Grarem Gouga (Mila Province, Algeria). Between February and April 2025, surveys were conducted in two contrasting habitats: an olive grove and an uncultivated plot. A total of 19 species belonging to 11 genera and 3 subfamilies (Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae) were recorded. The Dolichoderinae subfamily dominated in terms of abundance, while the Myrmicinae, particularly the genus *Messor*, stood out for their species richness. The analysis revealed high biodiversity and a relatively balanced distribution of species, slightly more pronounced in the olive grove. The composition of communities differed significantly between the two sites, reflecting the influence of local ecological conditions. These findings highlight the value of ants as bioindicators and underline the need for further research on the regional myrmecofauna to effectively guide biodiversity conservation strategies in the Mila region.

**Key words:** Biodiversity, myrmecofauna, Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae

## Résumé

Notre étude vise à évaluer la diversité et la structure des communautés de fourmis (Formicidae) dans la daïra de Grarem Gouga (wilaya de Mila, Algérie). Entre février et avril 2025, des inventaires ont été menés dans deux habitats contrastés : une oliveraie et une parcelle non cultivée. Au total, 19 espèces appartenant à 11 genres et 3 sous-familles (Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae) ont été recensées. Les Dolichoderinae dominent en termes d'abondance, tandis que les Myrmicinae, notamment le genre *Messor*, se distinguent par leur richesse spécifique. L'analyse révèle une biodiversité élevée et une répartition relativement équilibrée des espèces, légèrement plus marquée dans l'oliveraie. La composition des communautés diffère sensiblement entre les deux sites, ce qui reflète l'influence des conditions écologiques locales. Ces résultats mettent en évidence l'intérêt des fourmis comme bioindicateurs et soulignent la nécessité d'approfondir les recherches sur la myrmécofaune régionale afin d'orienter efficacement les stratégies de conservation de la biodiversité dans la région de Mila.

**Mots clés :** Biodiversité, Myrmécofaune, Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae