

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques



**THESE**

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences

Spécialité Protection des végétaux

**Biodiversité de la myrmécofaune et son rôle dans les agro écosystèmes sahariens**

Présentée et soutenue publiquement le ...../...../ 2025

Par : **GUEHEF Zahra Hadda**

**Devant le jury :**

Président	GUEZOUL Omar	Professeur	Univ K.M. Ouargla
Directeur de thèse	SEKOUR Makhoulf	Professeur	Univ K.M. Ouargla
Rapporteur	ABABSA Labeled	Professeur	Univ. Oum El Bouaghi
Rapporteur	YOUCEF Fouzia	MCA	Univ K.M. Ouargla
Rapporteur	KHECHKHOUCHE Amine	MCA	Univ. El Oued
Rapporteur	ALIA Zaid	MCA	Univ. El Oued

# **Remerciements**

*Je remercie Allah tout puissant de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail*

*Je remercie tout particulièrement mon promoteur le professeur SEKOUR Makhlouf, pour leur orientation, leur conseil et l'aide qu'il m'a donnée*

*Je remercie bien vivement le professeur GHEZOUL Omar pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de ce jury. Je tiens également à remercier professeur ABABSA Labed, docteur YUCEF Fouzia, docteur KHERBOUCHE Amine et docteur ALIA Zaid pour avoir acceptés la lourde charge d'évaluer cette thèse et d'en être les examinateurs*

*Je remercie ma famille, pour leur compréhension, leur patience et  
Leur encouragement*

*Je remercie tous les enseignants qui ont contribué à ma formation universitaire, particulièrement Mr. SEKOUR Makhlouf, M<sup>me</sup>. KHERBOUCHE Yasmina, Mr. ABABSA Labed, Mr. GHEZOUL Omar, Mr. EDDOUD Amar*

*Mes sincères remerciements vont également à tous les amis et les collègues et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, vifs remerciements.*

**GUEHEF Zahra Hadda**

## *Table des matières*

<b>Liste des tableaux</b>	<b>c</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>d</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 – Matériel et méthodes</b>	
1.1. – Présentation des régions d'étude	5
1.1.1. – Situation géographique des régions d'étude	5
1.1.2 – Choix des stations d'étude	7
1.2. – Description des stations	8
1.2.1. – Station Trifaoui	8
1.2.2. – Station Guemar	8
1.2.3. – Station Akfadou	9
1.2.4. – Station Robbah	9
1.2.5. – Station Ouarmes	10
1.2.6. – Station Miha Saleh	10
1.2.7. – Station Ramtha	11
1.2.8. – Station Hassi Ben Abdalah	12
1.3. – Méthodologie adoptée sur le terrain	12
1.3.1. – Échantillonnage des fourmis par la technique des pièges trap	12
1.3.2. – Estimation des pertes causées par <i>Messor foreli</i> sur les pivots de céréales	13
1.3.3. – Dénombrement des grains portés par <i>Messor foreli</i> par unité de surface	16
1.3.4. – Technique d'échantillonnage du sol des fourmilières de <i>Messor foreli</i>	17
1.4. – Méthodes utilisées au laboratoire	18
1.4.1. – Tri et de détermination des fourmis	18
1.4.2. – Analyses du sol des fourmilières	19
1.4.2.1. – Analyse granulométrique	19
1.4.2.2. – Analyse physico-chimique du sol	19
1.4.3. – Taux de germination des grains portés par <i>Messor foreli</i> dans les fourmilières	20
1.5. – Méthodes d'exploitation des résultats	21
1.5.1. – Exploitation par les indices écologiques	21
1.5.1.1. – Indices écologiques de composition	21
1.5.1.1.1. – Richesse totale (S)	21
1.5.1.1.2. – Richesse moyenne (Sm)	21
1.5.1.1.3. – Fréquence centésimale (FR%)	22
1.5.1.1.4. – Fréquence d'occurrence (Fo %)	22
1.5.1.2. – Indices écologiques de structure	22
2.5.1.3.1. – Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	23
2.5.1.3.2. – Indice de diversité maximale (H max)	23
2.5.1.3.3. – Indice de Pielo (E)	23
1.5.2. - Exploitation des résultats par les analyses statistiques	24
1.5.2.1. – Analyses de la variance (ANOVA)	24
1.5.2.2. – Test de Kruskal-Wallis	24
1.5.2.3. – Corrélation de Pearson	24
1.5.2.4. – Analyse en composantes principales (ACP)	24
1.5.2.5. – Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)	25

<b>Chapitre 2 – Résultats</b>	
2.1. – Liste systématique des Formicidae inventoriées en fonction des stations	27
2.2. – Indices écologiques de composition	35
2.2.1. – Richesse totales et moyennes des fourmis	35
2.2.2. – Fréquence centésimale des Formicidae	36
2.2.3. – Fréquence d'occurrence des fourmis	38
2.3. – Indices écologiques de structure	41
2.3.1. – Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') appliqué aux espèces de fourmis	41
2.3.2. – Indice de Pielo appliqué aux espèces de fourmis capturées dans les stations d'étude	42
2.3.3. – Analyses multidimensionnelles appliquées aux fourmis inventoriées dans les différentes des stations	42
2.3.3.1. – Analyse en composantes principales (ACP) appliquée aux fourmis	42
2.3.3.2. – Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)	44
2.3.4. – Caractéristiques et impact des fourmilières dans les pivots de céréales	48
2.3.4.1. – Estimation des pertes causées par <i>Messor foreli</i> sur la production de céréales	48
2.3.4.2. – Dénombrement des grains portés par <i>Messor foreli</i> par unité de surface	51
2.3.4.3. – Test de germination des grains récupérées par <i>Messor foreli</i> dans les fourmilières	53
2.3.4.4. – Caractéristiques du sol des nids de <i>Messor foreli</i>	54
2.3.4.4.1. – Analyse granulométrique	54
2.3.4.4.2. – Analyse physico-chimique du sol	55
2.3.4.4.3. – pH du sol	55
2.3.4.4.4. – Calcaire totale (CaCO <sub>3</sub> ) (%) du sol	56
2.3.4.4.5. – Conductivité électrique du sol	57
2.3.4.4.6. – Phosphore assimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) du sol	57
2.3.4.4.7. – Matière organique du sol	58
<b>Chapitre 3 – Discussions des résultats</b>	
3.1. – Discussions sur la richesse totale (S) des formicidés échantillonnés	62
3.2. – Discussion sur l'effectifs des formicidés échantillonnés	61
3.3. – Discussion sur l'abondance relative des formicidés échantillonnés	62
3.4. – Discussions des valeurs l'indices de diversité de Shannon-Weaver	63
3.5. – Discussions des valeurs de l'indice de Pielo (E) obtenues pour les individus des formicidés des stations d'étude	63
3.6. – Discussions des analyses multidimensionnelles appliquée aux fourmis	64
3.7. - Discussions des tests de germination des grains récupérées dans les fourmilières de <i>Messor foreli</i>	64
3.8. - Discussions des caractéristiques du sol des fourmilières de <i>Messor foreli</i>	66
3.9. – Discussions des pertes de production de céréales	68
<b>Conclusion</b>	
	70
<b>Références bibliographiques</b>	75
<b>Annexes</b>	85
<b>Résumés</b>	

### *Liste des tableaux*

N°	Titre	Page
1	Liste des principales plantes cultivées et adventices	85
2	Classes de différents types des particules minérales	19
3	Liste globale des espèces de fourmis capturées dans les stations d'étude	27
4	Fréquence centésimale des Formicidae capturées dans les sites d'étude	37
5	Fréquences d'occurrence des espèces de fourmis capturée	40
6	Valeurs de Pielo en fonction de station d'étude	42
7	Taux d'occupation (%) du sol par les fourmilières de <i>Messor foreli</i> dans les différents pivots de céréales en fonction des stations	50
8	Rendement et pertes dues aux fourmis sur les céréales cultivées sous pivots dans les deux stations	51
9	Conductivité électrique (1/5ms/cm) du sol	57
10	Echelle d'acidité des sols	85
11	Échelle de calcaire total	86
12	Échelle de conductivité électrique d'extrait du sol 1/5	86

### *Liste des figures*

N°	Titre	Page
1	Situation géographique de la région du Souf	5
2	Situation géographique de la région d'Ouargla	6
3	Photo satellitaire des stations d'étude à Souf	7
4	Photo satellitaire des stations d'étude à Ouargla	7
5	Photo satellitaire de la station de Trifaoui	8
6	Aperçu sur la station de Trifaoui	8
7	Photo satellitaire de la station de Guemar	9
8	Aperçu sur la station de Guemar	9
9	Photo satellitaire de la station d'Akfadou	9
10	Aperçu sur la station d'Akfadou	9
11	Photo satellitaire de la station Robbah	10
12	Aperçu sur la station Robbah	10
13	Photo satellitaire de la station Ouarmes	10
14	Aperçu sur la station Ouarmes	10
15	Photo satellitaire de la station Miha Saleh	11
16	Aperçu sur la station Miha Saleh	11
17	Photo satellitaire de la station de Ramtha	11
18	Aperçu sur la station de Ramtha	11
19	Photo satellitaire de la station Hassi Ben Abdallah	12
20	Aperçu sur la station de Hassi Ben Abdallah	12
21	Echantillonnage de sol	13
22	Schéma représentatif de dispositif adopté sur terrain	14
23	Grand diamètre d'une fourmilière (Xi)	14
24	Echantillonnage de sol (Photo originale)	18
25	Tri et de détermination des fourmis sous loupe binoculaire	18
26	Expérience de teste de germination des graines	21
27	Vue de profil de <i>Tapinoma nigerrimum</i>	28
28	Vue de profil de <i>Camponotus thoracicus</i>	28
29	Vue de profil de <i>Camponotus barbaricus</i>	29
30	Vue de profil de <i>Cataglyphis bicolor</i>	29
31	Vue de profil de <i>Cataglyphis bombycina</i>	30
32	Vue de profil de <i>Plagiolepis barbara</i>	30
33	Vue de profil de <i>Messor arenarius</i>	31
34	Vue de profil de <i>Messor foreli</i>	32
35	Vue de profil de <i>Messor aegyptiacus</i>	32
36	Vue de profil de <i>Messor sp.</i>	33
37	Vue de profil de <i>Monomorium areniphilum</i>	33
38	Vue de profil de <i>Pheidole pallidula</i>	34
39	Vue de profil de <i>Cardiocondyla batesii</i>	34
40	Vue de profil de <i>Tetramorium biskrensis</i>	35
41	Richesses totales (S) et moyenne (Sm) des espèces de fourmis échantillonnées dans les stations d'étude	35

42	Abondances relatives des sous familles des Formicidae capturées dans les stations d'étude	36
43	Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver et de la diversité maximale des espèces capturées dans les stations d'étude	41
44	Cercle de corrélation entre des variables stations d'étude sur le plan principal (F1 ; F2)	43
45	Analyse en composantes principales (ACP) appliquée aux fourmis capturées dans les stations d'étude	44
46	Dendrogramme des classes	45
47	Dendrogramme en fonction des classes d'espèces	45
48	Profil des classes en fonction d'espèces	46
49	Dendrogramme des classes en fonction des stations	46
50	Dendrogramme en fonction des stations	47
51	Profil des classes en fonction des stations	47
52	Production de céréales par pivots	48
53	Répartition des diamètres de nids selon les pivots	49
54	Répartition des diamètres de nids selon les variétés	49
55	Répartition des nombres des graines (prélevée par <i>M. foreli</i> et trouvée par épi)	52
56	Répartition des nombres des graines (prélevée par <i>M. foreli</i> et trouvée par épi) en fonction des m <sup>2</sup> échantillonnés	52
57	Test de germination des graines récupérées dans les fourmilières de <i>Messor foreli</i>	54
58	Granulométriques du sol des fourmilières de <i>M. foreli</i>	54
59	pH du sol (a, b et c)	55
60	Calcaire totale (CaCO <sub>3</sub> ) (%) du sol (a, b et c)	56
61	Phosphore assimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) du sol	58
62	Matière organique du sol	58
63	Graines de blé	65
64	Graines récupérées par <i>Messor foreli</i>	65

# *Introduction*

## **Introduction**

Les fourmis sont des insectes sociaux les plus variés (BOLTON, 2020). C'est l'un des groupes les plus présents dans presque tous les habitats du monde, des déserts arides aux forêts tropicales humides (HÖLLDOBLER et WILSON, 1990), avec environ 16.460 (BOLTON, 2020). Ils vivent en société qui renferment différentes catégories, phénomène très connu chez l'ordre des Hyménoptères (FOUR et al., 2001). Leur biomasse est élevée et souvent assimilée à celle de l'homme (HÖLLDOBLER & WILSON 1990 ; PASSERA et ARON, 2005). Les Formicidae se répartissent entre 21 sous-familles (BOLTON, 2003). En Afrique du nord, la myrmécofaune est estimée à 220 espèces, alors que l'Algérie et la Tunisie comptent au total 180 espèces (CAGNIANT, 2009). En Algérie, un total de 6 sous-familles est recensé, soit les Dolichoderinae, Dorylinae, Formicinae, Myrmicinae, Ponerinae et Proceratiinae (CAGNIANT, 1968, 1970 ; DEHINA et al., 2013).

Grâce à leur échantillonnage simple et leur sensibilité aux perturbations environnementales, les fourmis constituent un outil potentiellement très performant pour évaluer la santé écologique des milieux agricoles et naturels (RAMAGE et RAVARY, 2015). Chaque fourmilière est composée de trois castes, à savoir la reine, les mâles et les ouvrières, qui sont les plus denses (BERNARD, 1968). Les sexués (mâles et femelles) ne se rencontrent que pendant l'essaimage pour la reproduction. Ce sont des insectes terricoles qui reflètent la nature du milieu où ils vivent (CAGNIANT, 1968). Leur corps est composé de 4 parties : la tête, le thorax, le pétiote et l'abdomen (BERNARD, 1968 ; DELLA SANTA, 1995).

Sur le plan écologique, les fourmis contribuent considérablement dans le maintien de l'équilibre biologique (RAMADE, 2020). En transférant des agrégats de sol et en établissant des galeries, elles ont un impact sur la structure du sol (CAMMERAAT et RISCH, 2008 ; BOTTINELLI et al., 2015). Ces éléments influencent les propriétés physiques et chimiques du sol, ce qui rend leur présence et rôle indispensable dans le bon fonctionnement des écosystèmes (FOLGARAIT, 1998 ; AZCARATE et PECO, 2007 ; FROUZ et JILKOVA, 2008 ; FARJI-BRENER et WERENKRAUT 2015 ; WILLS et LANDIS, 2018 ; MARTIN-PEREA et al., 2019 ; RAMADE, 2020). Elles enrichissent la terre en matière organique et en oxygène grâce au mouvement de la terre (BEATTIE et HUGHES, 2002). De cette manière, certaines fourmis contribuent à la diffusion des graines (myrmécochorie) et à la capture des insectes nuisibles aux cultures, en jouant le rôle des régulateurs (BERNARD, 1968 ; WILSON, 1971 ; CHRISTIAN, 2001 ; FLOREN et al., 2002 ; AZCARATE et PECO, 2006 ; BULOT et al., 2016).

La nuisibilité des fourmis n'est pas à démontrée (KENNE et al., 1999 ; BARAIBAR et al., 2011 ; TORRA et al., 2016 ; MERIENNE et al., 2021). Les principales espèces qui posent un sérieux problème dans milieux agricoles, sont les fourmis moissonneuses, notamment le genre *Messor*, connu par un régime alimentaire granivore et qui joue un rôle essentiel dans la dispersion des plantes spontanées. Ce genre a une grande préférence pour le stockage pendant la saison estivale pour la période hivernale. Toutefois, elles ont un impact indirect ou direct sur les activités agricoles et la récolte (BERNARD, 1968). Mise à part la dissémination des graines de plantes adventices (ANDERSEN et MAJER 2004 ; UNDERWOOD et FISHER, 2006), l'impact indirect est palpable en assurant la protection et l'entretien des espèces nuisibles, cas des pucerons et des cochenilles (GUÉNARD et al., 2007 ; BOUZEKRI et al., 2015 ; LUTTENSCHLAGER, 2023). Alors que l'impact direct est assuré par les fourmis moissonneuses cas de *Messor foreli* Santschi (1923) qui entraînent des pertes estimées entre 50 et 100 kg de blé par hectare en Afrique du Nord (JOLIVET, 1986). Les services agricoles en Algérie estiment que plus de 10 % des céréales provenant des hauts palataux sont stockées dans les greniers des fourmis du genre *Messor* (BERNARD, 1971).

En nord d'Algérie, les travaux de recherches ont été réalisées par CAGNIANT (1968, 1969, 1973) sur la diversité des Formicidae. DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1988) ont examiné la relation entre les prédateurs et les proies. BARECH et DOUMANDJI (2002) ont conçu une synthèse sur l'identification des Formicidae d'Algérie. Il est en même temps que même pour BOUZEKRI (2008) et DEHINA (2009). Cependant, l'étude la plus approfondie a été réalisée par CAGNIANT (1973) sur les colonies de fourmis dans les forêts algériennes : écologie, biocénétique, essai biologique. CAGNIANT publie à son tour diverses œuvres en 1966, 1968, 1969, 1970, 1973, 1996 et 2009. Depuis, aucune révision n'a été effectuée sur la systématique des Formicidae en Algérie, à l'exception de celles effectuées par BARECH et al. (2015, 2016 et 2020). Les recherches sur la myrmécofaune de la Kabylie sont en revanche peu nombreuses. Par exemple, nous pouvons citer les recherches de BARECH (2014) dans diverses localités en Kabylie, DJIOUA et SADOUDI (2015) sur les Formicidae dans certains environnements forestiers et agricoles. Dans la wilaya de Tizi-ouzou, LABBACI et al. (2019) ont étudié la diversité des myrmécologiques dans la partie sud du Parc National de Djurdjura, tandis que HENINE-MAOUCHE et al. (2020) ont examiné la diversité des fourmis dans les forêts humides du massif forestier de Guerrouche.

Au Sahara algérien, les recherches les plus importants sont ceux menés par CHEMALA et al. (2017) à travers l'étude myrmécologique de quelques régions sahariennes, cas Djamaa, El Megheir et Souf, ainsi que par AMARA et al. (2020) dans l'étude de bioécologie des Formicidae dans la région de Laghouat. GHEHEF et al. (2016) ont également réalisé une étude comparative de la diversité des fourmis dans deux pivots à Ouargla et Souf. BEN ABEDALLAH et al. ont également réalisé une étude en 2019 sur la bioécologie des Formicidae et leurs impacts dans les régions sahariennes, cas des milieux agricoles et naturelles de la région de Ouargla.

La présente étude est motivée par le manque d'informations bibliographiques sur les fonctions des fourmis dans les agrosystèmes en zones sahariennes. L'objectif de ce travail est d'effectuer un recensement de la myrmécofaune dans quelques milieux agricoles (Souf et Ouargla). Nous avons également examiné la diversité et le rôle des fourmis du genre *Messor* en milieux agricoles et leur influence sur les caractéristiques physico-chimiques du sol, sans oublier l'estimation des pertes causées par ces dernières dans les pivots des céréales.

Ce présent document est structuré en trois chapitres, le premier étant consacré à la méthodologie de travail utilisée. La deuxième porte sur les résultats, alors que le troisième chapitre concerne les discussions, puis une conclusion clôtura ce travail.

*Chapitre 1*  
*Matériel et méthodes*

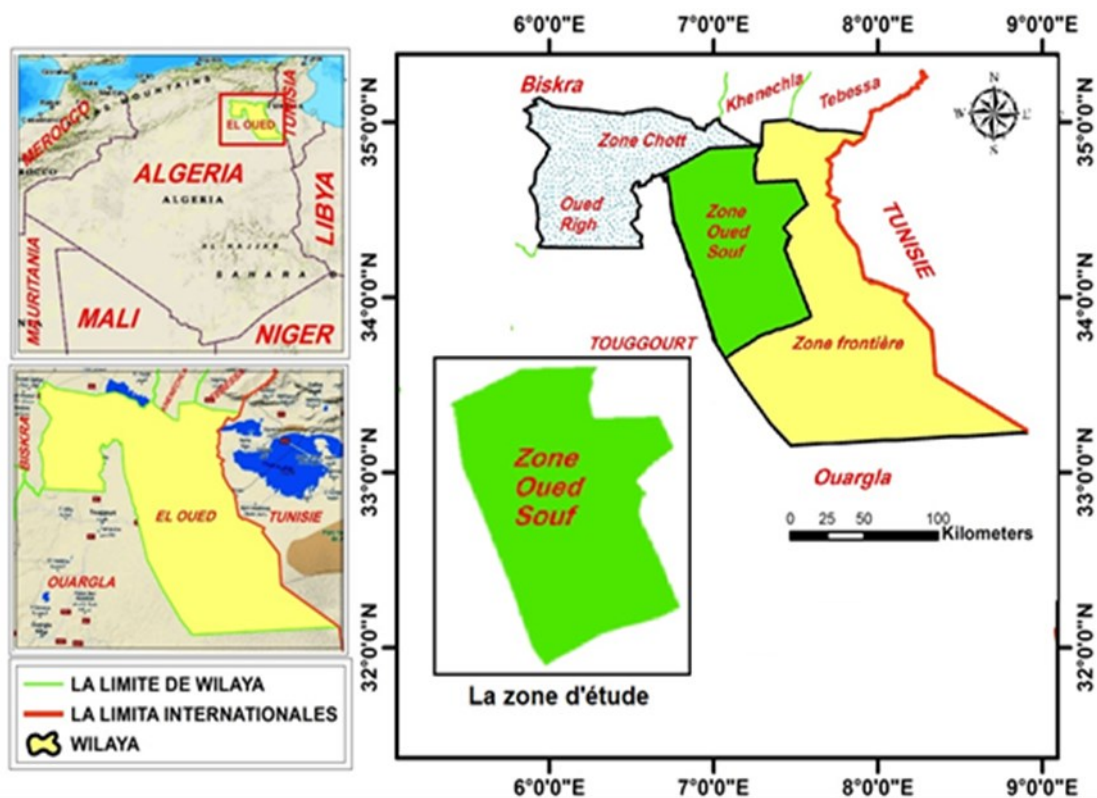
## Chapitre 1 – Matériel et méthodes

Ce présent chapitre comprend trois parties. La première porte sur le choix et la description des régions ainsi que des stations d'étude. La deuxième, traite les différentes méthodes utilisées pour l'étude des fourmis et infini, la dernière partie rassemble les méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats.

### 1.1. – Présentation des régions d'étude

#### 1.1.1.– Situation géographique des régions d'étude

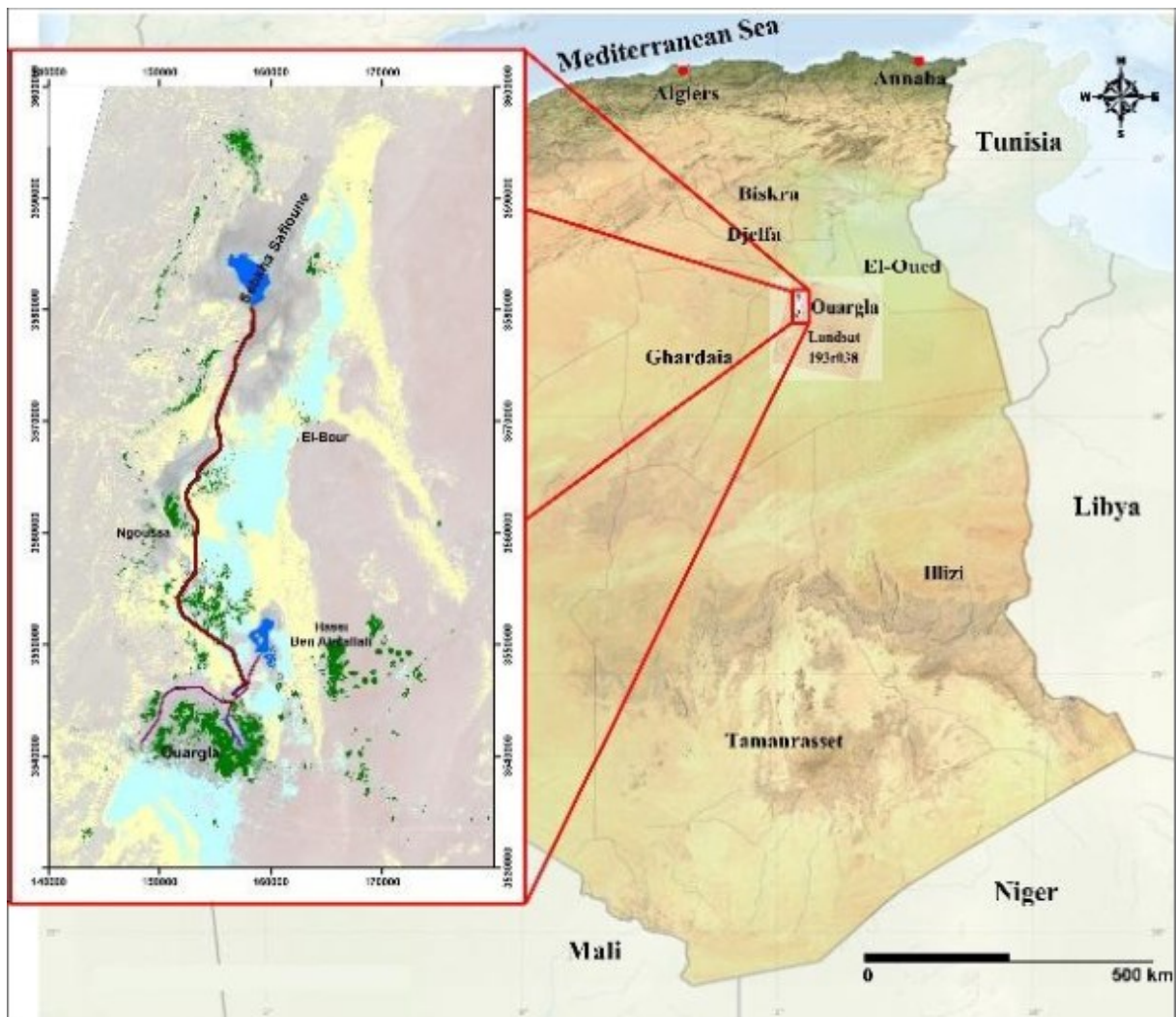
La région du Souf ( $33^{\circ}19'$  à  $33^{\circ}61'$  N ;  $6^{\circ}80'$  à  $7^{\circ}10'$  E) fait partie de la wilaya d'El-Oued, située au sud-est Algérien. Selon VOISIN (2004), la zone est naturellement limitée : au nord par la zone des Chotts (Melghir et Merouane), au sud par l'extension de l'Erg Oriental, à l'ouest par la vallée de l'Oued Righ et à l'est par le Chott tunisien El-Djerid (Fig. 1).



**Figure. 1** - Situation géographique de la région du Souf (OUAREKH, 2022)

Ouargla ( $29^{\circ} 13'$  à  $33^{\circ} 42'$  N. ;  $3^{\circ} 06'$  à  $5^{\circ} 20'$  E.) est située à l'est de la partie septentrionale du Sahara algérien, à une distance de 790 km au sud-est de la capitale d'Alger

(Fig. 2). Elle a une superficie de 163.000 km<sup>2</sup>. Selon SALHI (2017), elle est située sur une altitude moyenne de 138 m. Elle est localisée au fond d'un très large bassin de la vallée de l'Oued M'ya, délimitée par les Ruines de Sedrata au sud, Hassi El-Khefif au nord, le plateau du M'Zab à l'ouest et l'Erg El Touil, Boukhezana et l'Arifdji à l'est (Fig. 2).

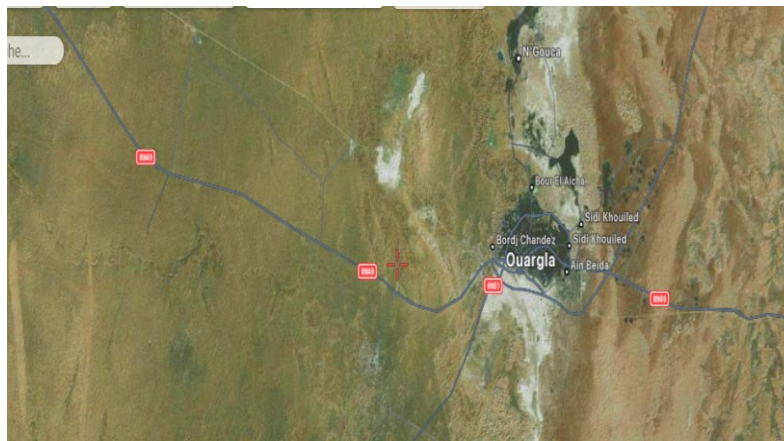


**Figure 2.** – Situation géographique de la région d'Ouargla (DJIDEL et al.2014)

Dans ces deux régions, un ensemble de stations (7 stations) est sélectionné dans chaque région afin de réaliser les investigations et l'échantillonnage des fourmis. Ces dernières sont détaillées dans ce qui suit.



**Figure. 3** – Photo satellitaire des stations d'étude à Souf



**Figure. 4** – Photo satellitaire des stations d'étude à Ouargla

### 1.1.2 – Choix des stations d'étude

Selon DAGET et GODRON (1982), une station est une circonscription d'étendue quelconque représentant un ensemble complet et définit de conditions d'existence nécessaires aux espèces qui l'occupent. Pour la réalisation de la présente étude. Notre choix s'est basé sur plusieurs critères, notamment l'accessibilité et la sécurité des stations et surtout sur la présence du matériel biologique, à savoir la présence des fourmis et leurs nids, l'absence de piétinements, surtout des enfants qui peuvent détruire le matériel installé sur le terrain.

Le présent travail comprend deux volets :

- ✓ Le premier est consacré à effectuer des inventaires de fourmis au niveau de 7 stations ;

✓ Le deuxième est basé sur rôle des fourmis dans l'agrosystème.

Il est à noter que, les espèces végétales trouvées dans les stations d'étude sont identifiées grâce aux clés (OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2006 ; HELIS,2007).

## 1.2. – Description des stations

Dans le but de réaliser un inventaire myrmécofaune dans les deux régions d'étude nous avons pris en considération 7 stations, en prenant le soin de choisir des agrosystèmes à caractère différents.

### 1.2.1. – Station Trifaoui

Cette exploitation (33°23'12.4"N 6°55'38.7"E.) est située à 6 km au Est de la ville d'El Oued occupe une surface 50 ha réparties en 4 sections : phoeniculture, pivot, verger d'olivier e la plasticulture. L'étude est déroulée dans la palmeraie (Fig. 5 et 6). Il s'agit d'une palmeraie organisée, bien entretenue, dotée d'un système d'irrigation de type localisé, elle compte près de 4000 pieds de palmiers dattiers (80% Deglet-Nour, 15% Ghars et 5 % Dokkar).



**Figure 5** – Photo satellitaire de la station de Trifaoui (33°23'12.4"N 6°55'38.7"E)



**Figure 6** - Aperçu sur la station de Trifaoui (Photo originale)

### 1.2.2.– Station Guemar

La station (33°29'08.5"N 6°46'28.3"E) est située à 14 km au Nord de la ville d'El Oued. Cette station est une palmeraie à plantation organisée couvrant une superficie de 2 ha (Fig. 4). Elle comprend 80 pieds de palmiers dattier (85% de Deglet nour et 15 % de Ghars), ainsi que

des cultures sous-jacentes telles que *Beta vulgaris* (L., 1753). Le système d'irrigation adopté est la submersion (Fig. 7 et 8).



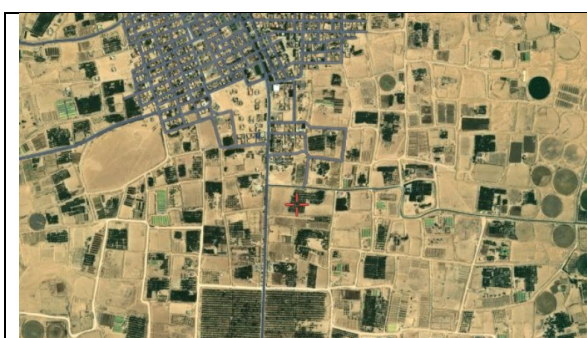
**Figure 7** – Photo satellitaire de la station de Guemar (33°29'08.5"N 6°46'28.3"E)



**Figure 8** - Aperçu sur la station de Guemar (Photo originale)

### 1.2.3.– Station Akfadou

La station (33°29'19.2"N 6°56'49.2"E) est située à 18 km au Nord-Est de la ville d'El oued. Cette station occupe une surface 2 ha considérée comme des parcelle agricole destinée à la culture des palmeraie (Fig. 9 et 10). Il s'agit d'une palmeraie à plantation organiser non entretenue à système d'irrigation par submersion non entretenue. Les pieds sont plantés en rangées, espacés les uns des autres de 9×9m. Elle présente un sol sableux. Cette station comprend plus de 200 palmiers dattier à moyenne d'âge 40 ans (90% Deglet noir, 10% Ghars).



**Figure 9** – Photo satellitaire de la station d'Akfadou (33°29'19.2"N 6°56'49.2"E)



**Figure 10** - Aperçu sur la station d'Akfadou (Photo originale)

### 1.2.4. – Station Robbah

Exploitation est située à 23 km au sud-ouest de la ville d'El oued (33°16'21.2"N 6°56'06.8"E). Cette dernière est un Ghout à plantation organisée, occupe une surface 1 ha (Fig.

11 et 12). Il compte spécialement des pieds de palmier dattier (90% de Deglet noir et 10% de Ghars).



**Figure 11** – Photo satellitaire de la station Robbah (33°16'21.2"N 6°56'06.8"E)



**Figure 12** - Aperçu sur la station Robbah (Photo originale)

#### 1.2.5. – Station Ouarmes

Elle (33°24'20.7"N 6°47'10.9"E) est représentée par un Ghout délaissé situé à l'est de la ville de Ouarmes à 12 km au Ouest de la ville d'El oued, couvrant une superficie de 1 ha (Fig. 13 et 14). Il s'agit d'une palmeraie à plantation non organiser et non entretenue.



**Figure 13** – Photo satellitaire de la station Ouarmes (33°24'20.7"N 6°47'10.9"E)



**Figure 14** - Aperçu sur la station Ouarmes (Photo originale)

#### ...1.2.6. – Station Miha saleh

La station (33°30'43.4"N 6°50'03.8"E) est située à 14 km au Nord de la ville d'El Oued est située à Ouest de Guemar. C'est un verger d'olivier (*Olea europea*) couvrant une

superficie de 2 ha (Fig. 15 et 16). Il comprend 50 pieds, caractérisé par système d'irrigation localisé.



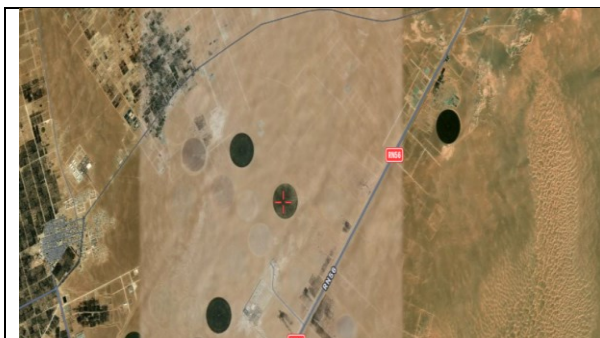
**Figure 15** – Photo satellitaire de la station Miha saleh ( $33^{\circ}30'43.4''N$   $6^{\circ}50'03.8''E$ )



**Figure 16** - Aperçu sur la station Miha saleh (Photo originale)

### 1.2.7. – Station Ramtha

Ramtha ( $31^{\circ}56'55.9''N$   $4^{\circ}47'16.1''E$ ) est un périmètre agricole situé à 16km à l'Ouest de la ville de Ouargla, sur une altitude de 50 m. Il est créé en 2015 ayant pour superficie globale de 200ha. Elle renferme 6 pivots de blé dur (*Triticum durum* L., 1753) d'une superficie de 30ha chacun. Au niveau de cette station, 2 pivots sont sélectionnés (Fig. 17 et 18 ).



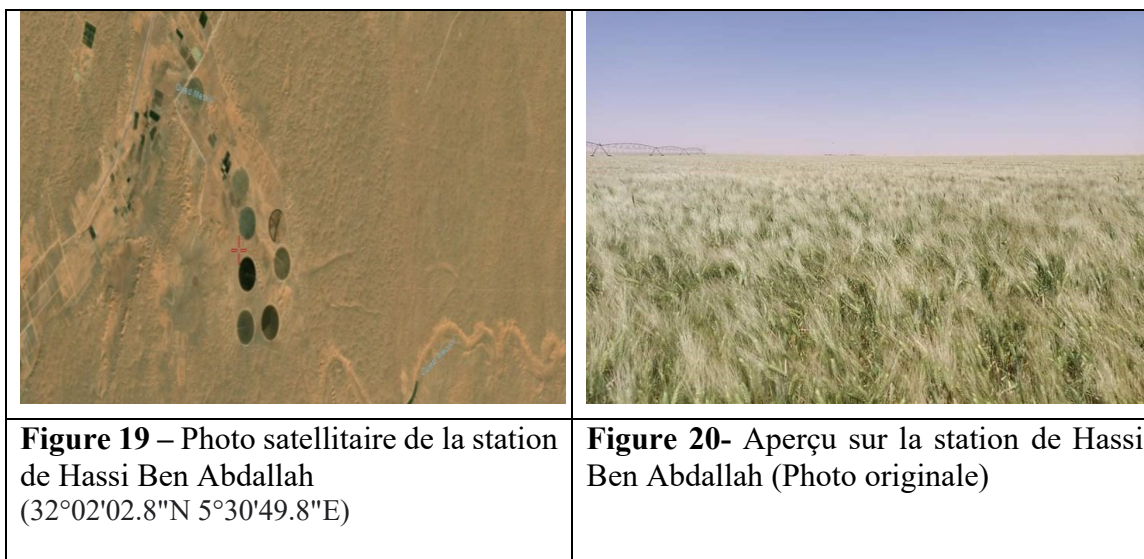
**Figure 17** – Photo satellitaire de la station Rmtha ( $31^{\circ}56'55.9''N$   $4^{\circ}47'16.1''E$ )



**Figure 18** - Aperçu sur la station de Ramtha (Photo originale)

### 1.2.8. – Station Hassi Ben Abdallah

La station est une ferme (32°02'02.8"N 5°30'49.8"E) créée en 1991 et située à 31 km au nord-est de la ville de Ouargla, sur une altitude de 4079 m. Elle couvre une superficie totale de 1675 ha dont 488 ha sont cultivés. Elle est spécialisée en céréaliculture, dotée de 17 pivots de 30 ha. Elle compte également une palmeraie de 10 ha avec 1400 pieds de palmiers dattiers. Dans cette station, 2 pivots (blé tendre et l'orge) de 30 ha sont choisis (Fig. 19 et 20).



### 1.3. – Méthodologie adoptée sur le terrain

Pour le présent travail, les méthodes réalisées sont :

- Échantillonnage des fourmis s'effectue avec la méthode des pots Barber. Cette méthode permet d'avoir une idée sur la nature des espèces qui fréquentent chaque station d'étude ;
- Estimation des pertes causées par *Messor foreli* sur les cultures de la céréale ;
- Étude du sol des fourmilières *M. foreli*.

#### 1.3.1. – Échantillonnage des fourmis par la technique des pièges trap

Le piège-trappe ou pot Barber constitue une technique de piégeage des arthropodes de moyenne et de grande taille (BENKHELIL, 1991). Cette méthode consiste à utiliser des boîtes enterrées verticalement de façon à ce que l'ouverture soit au même niveau que le sol. La terre est tassée autour afin d'éviter l'effet barrière pour les petites bêtes. Les boîtes sont remplies au 1/3 de leur contenu avec de l'eau additionnée de détergent qui joue le rôle de mouillant (Fig.

21), empêchant les insectes piégés de s'échapper (BENKHELIL, 1991). Une quinzaine de pots sont installés en ligne à intervalles réguliers de 5 mètres. Après 48 heures. Ces échantillonnages sont réalisés depuis janvier 2018 jusqu'en décembre 2018 inclus, à raison d'une sortie chaque mois entre le 22<sup>ème</sup> et le 25<sup>ème</sup> jour. Les boîtes de Pétri contiennent les échantillons obtenus, avec des étiquettes indiquant le numéro du piège-trappe, la date de piégeage et le lieu de capture. Au laboratoire, le matériel biologique est identifié en utilisant une loupe binoculaire et des clés de détermination.



**Figure 21** - Emplacement d'un pièges-trap (Photo originale)

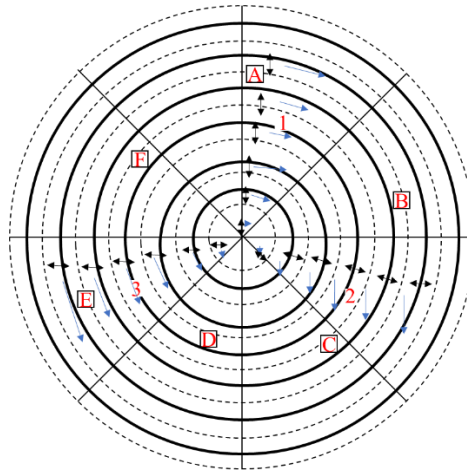
### 1.3.2. – Estimation des pertes causées par *Messor foreli* sur les pivots de céréales

L'étude d'estimation des pertes est réalisée sur plusieurs étapes :

#### ➔ Estimation du taux d'occupation (%) du sol par les fourmilières

Cette étape est réalisée via quatre sorties pour chaque pivot à savoir, durant la période de semis, après la levée (tallage), redressement épi et la dernière pendant la maturité et le remplissage des grains. En premier lieu, chaque pivot est subdivisé en 8 portions, dont 3 sont choisies pour faire un balayage des plages vides (n), afin de calculer le nombre moyen de fourmilières par portion (Fig. 22). Ce dernier est extrapolé sur toute la superficie du pivot en le multipliant par 8 portions.

La présence de fourmilières au niveau de la parcelle correspond à un sol nu (l'absence totale de la culture ; Fig. 22). Pour chaque fourmilière, le diamètre est estimé afin de calculer la surface de chaque fourmilière.



Parcours	A, B, C, D, E et F = m <sup>2</sup> surface échantillonnée ;
Observation	1, 2 et 3 = les trois portions balayer ;

**Figure 22** - Schéma représentatif de dispositif adopté sur terrain

➤ Calcul de la surface moyenne d'une fourmière :

Durant les passages tout autour des travées de chaque pivot, les fourmières sont simulées à des cercles dont le diamètre ( $X_i$ ) est mesuré (Fig. 23).

$$S_f = (\pi * r^2)$$

$\pi = 3,14;$

$r^2 =$  Rayon d'une fourmière qui est  $X_i/2$ .



**Figure 23** : Grand diamètre d'une fourmière ( $X_i$ )

Afin d'estimer la surface moyenne d'une fourmilière, il est utilisé la méthode de la moyenne quadratique pour le calcul du diamètre moyen donné par la formule suivante (SCHERRER, 1984) :

$$MQ = \sqrt{\frac{\sum Xi^2}{n}}$$

MQ : Diamètre moyen ;

Xi : Diamètre des fourmilières ;

n : Nombre total de fourmilières pour chaque pivot.

A partir du diamètre moyen on calcule la surface moyenne (Smf) qui correspond à :

$$Smf = (MQ/2)^2 * \pi$$

(MQ/2)<sup>2</sup> : Rayon moyen d'une fourmilière.

Après avoir calculé la surface moyenne, l'estimation de la surface totale (St) occupée par les fourmilières (GUEHEF et al 2024) au niveau de chaque pivot est calculée comme suit :

$$St = Smf * n$$

n : Nombre total de fourmilières pour chaque pivot ;

St : Surface totale occupée par les fourmilières.

### ➔ Taux d'occupation (%) du sol par les fourmilières

Il correspond à la surface totale occupée par les fourmilières par rapport à la surface du pivot (GUEHEF et al 2024).

$$TOF\% = \frac{St}{Sp} * 100$$

TOF% : Taux d'occupation du sol par les fourmilières ;

Sp : Surface totale du pivot ;

St : la surface totale occupée par les fourmiliers.

### ➔ Estimation de rendement

Le rendement est calculé en deux formes, le rendement potentiel et le réel agriculteur.

-Estimation du rendement potentiel (Rdt.P)

C'est le rendement calculé suite à la récolte manuelle de 3 fois 1m<sup>2</sup> est réalisée dans chaque pivot. La récolte de chaque surface est mise dans un sac en papier en plastique afin d'estimer le rendement moyen/m<sup>2</sup>. Les points de récolte sont localisés dans les zones indemnes de tout problème phytosanitaire et loin des bordures (éviter effet bordure).

Les épis fauchés sont ramenés au niveau de laboratoire afin d'être égrainées délicatement puis pesés. Ainsi, la production de chaque point d'échantillonnage (1m<sup>2</sup>), puis la production moyenne/m<sup>2</sup>, sont déterminées. Par extrapolation de production moyenne/m<sup>2</sup>, on estime le rendement réel en l'absence des fourmiliers de tout le pivot comme suit.

### ➔Rendement réel obtenu par l'agriculteur (Rdt.R)

C'est le rendement par hectare obtenu par l'agriculteur après la récolte totale du pivot. Il correspond à :

$$Rdt.R(qtx/ha) = \frac{\text{Production totale récoltée au niveau du pivot (qtx)}}{\text{surface du pivot (ha)}}$$

### ➔Méthodes de calcul pour l'estimation des pertes

Cette étape évoque quelques éléments nécessaires à savoir : le rendement potentiel (Rdt.P), le rendement réel (Rdt.R) et le taux d'occupation du sol par les fourmilières (TOF).

*-Estimation des pertes totales*

$$Ptp = Rdt.P - Rdt.R$$

Ptp : Pertes totales en poids (qtx/ha) ;

Rdt.P : Rendement potentiel (qtx/ha) ;

Rdt.R : Rendement réel obtenu par l'agriculteur (qtx/ha).

*- Estimation des pertes dues à l'emplacement des fourmilières au niveau du pivot (GUEHEF et al 2024).*

$$Ppf = \frac{Rdt.P * St}{Stp}$$

Ppf : Pertes en poids (qtx) dues aux fourmilières par rapport à la surface de pivot ;

St : Surface totale (m<sup>2</sup>) occupée par les fourmiliers au niveau de chaque pivot ;

Stp : Superficie du pivot 30ha.

---

### 1.3.3. - Dénombrement des grains portés par *Messor foreli* par unité de surface

Cette étude est réalisée via une sortie, pendant la période de la maturité et le remplissage des grains.

En premier lieu, concerne l'impact direct causés par *Messor foreli* dans agrosystème céréalière. L'étude a été menée au niveau d'un seul pivot, le pivot est subdivisé en six mètres carrés (A, B, C, D, E et F) (Fig. 12).

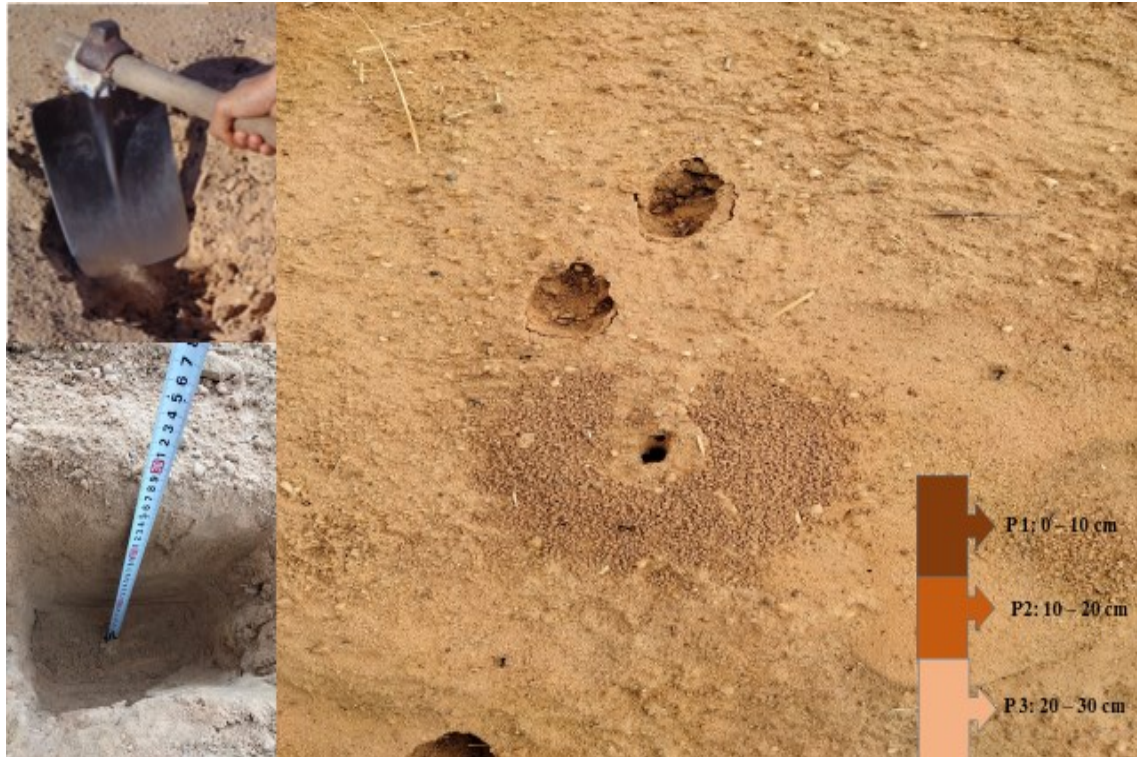
Dans chaque m<sup>2</sup> sélectionné neuf plantes au hasard. Nous avons sélectionné trois épis de chaque plante, afin de calculer le nombre des graines trouvées par épi (NG R) et le nombre des grains prélevés par les *Messor foreli* par épi (NG P).

### ...1.3.4. – Technique d'échantillonnage du sol des fourmilières de *Messor foreli*

Les fourmis ont un impact significatif sur les caractéristiques du sol, telles que sa structure, son régime hydrique et/ou sa composition chimique (DLUSSKIJ, 1967 ; PETAL 1978 ; NKEM et al., 2000 ; FROUZ et al., 2003).

L'étude de sol, elle consiste à analyser le sol des fourmilières. On a choisi aléatoirement trois fourmilières dans le pivot abandonné (ERAD à Hassi Ben Abdallah). Pour chaque fourmilière les opérations suivantes ont été effectuées :

Des prélèvements du sol ont été effectués à différent emplacement (Pr) et profondeur (0 à 10, 10 à 20 et 20 à 30 cm ; Fig. 24), placés dans des sacs en plastique. Ainsi on va avoir 3 échantillons de sol par fourmilière (un échantillon de 1,5 kg par profondeur), et prélever des échantillons du sol correspondant à T0 de la même manière, ou le nombre total est 18 d'échantillons. Ce dernier a subi un séchage à l'air libre pendant quelques jours et tamisage (2 mm de diamètre) de façon à obtenir une granulométrie plus au moins grosse (BAIZE, 2000). Des analyses granulométriques et physico-chimique des échantillons du sol ont été réalisées au niveau de laboratoire d'Institut National des Sols, Irrigation et Drainage d'Adrar (INSID).



**Figure 24** - Echantillonnage de sol (Photo originale)

**P1:** Profondeur 1 (0 à10 cm); **P2:** Profondeur 2 (10 à 20 cm);**P3:** Profondeur 3 (20 à 30cm).

#### 1.4.– Méthodes utilisées au laboratoire

##### 1.4.1. – Tri et de détermination des fourmis

Après la récupération des fourmis récoltées sur terrain, les spécimens peuvent être conservés dans des boites. La reconnaissance et l'identification des fourmis est rendu possible grâce à l'utilisation d'une loupe binoculaire et des clefs de déterminations comme celles de BERNARD (1954, 1968), CAGNIANT (1968, 1996) et BARECH et DOUMANDJI (2002).



**Figure 25-** Tri et de détermination des fourmis sous loupe binoculaire (Photo originale)

## 1.4.2. – Analyses du sol des fourmilières

### 1.4.2.1. – Analyse granulométrique

L'objectif de l'analyse granulométrique est de déterminer la composition caractéristique ou la texture d'un sol. Elle offre la possibilité de diviser les particules minérales en plusieurs fractions en fonction de leur diamètre (on suppose que ces particules minérales sont cylindriques). L'échelle d'Atterberg est utilisée par l'association internationale des sciences du sol pour classer les particules en fonction des classes présentées dans le tableau 2. Selon CLEMENT et FRANÇOISE (2003), l'analyse granulométrique est effectuée selon la méthode internationale en utilisant la pipette de Robinson pour les fractions inférieures à 0,02 mm (argile, limons).

**Tableau 2.** Classes de différents types des particules minérales

Classe	Diamètre de particules minérales (mm)
Argile	0,002
Limons fins	0,002 à 0,02
Limons grossiers	0,02 à 0,05
Sable fin	0,05 à 0,2
Sable grossier	0,2 à 2

CLEMENT et FRANÇOISE (2003)

### 1.4.2.2. – Analyse physico-chimique du sol

#### ❖ Acidité du sol (pH eau)

D'après CLEMENT et FRANÇOISE (2003), le pH d'eau du sol, également connu sous le nom d'acidité actuelle, désigne la concentration en ions hydrogènes (H<sup>+</sup>) d'un liquide surnageant dans un bicher. Après avoir agité une quantité spécifique de sols dans de l'eau distillée à une température de 25 °C, nous avons mesuré le pH de l'eau du sol à l'aide d'un pH-mètre. Nous avons utilisé une méthode de suspension de 20 g de sol dans 50 ml d'eau distillée (2/5), conformément à la méthode recommandée par l'Association française de Normalisation AFNOR (numéro de référence X 31-103).

#### ❖ Conductivité électrique

On calcule la CE (ds/m) en utilisant un conductimètre sur un extrait aqueux à 1/5 du sol. Selon HAMOUNI et al. (2004), la conductivité électrique spécifique est calculée en se basant sur la norme internationale ISO (numéro de référence ISO 11265)

**❖ Calcaire totale**

Par la gazométrie en utilisant le calcimètre de Bernard

**❖ Phosphore assimilable**

Par la méthodes OLSEN(1954)

**❖ Carbone et la matière organique**

La méthode « Anne » permet de mesurer le taux de carbone organique (%) en utilisant du bichromate de potassium en excès dans un milieu sulfurique. Selon CLEMENT et FRANÇOISE (2003), une solution de sel de Mohr (qui réduit les bichromates) est utilisée pour traiter l'excès de bichromate non réduit par le carbone organique. La formule est utilisée pour calculer le taux de matière organique :

$$\text{MO \%} = \text{C \%} \times 1,72$$

**1.4.3.– Taux de germination des grains portés par *Messor foreli* dans les fourmilières**

L'expérience réalisée sur les semences de blé (*Triticum aestivum*) et des mauvaises herbes récoltées par les *Messor foreli*. Pour déterminer les effets de ce dernier ravageur sur les grains stockés, la germination est mise en évidence.

- a) Préparation des échantillons : avant le début de l'expérience, les graines de blé et des mauvaise herbe récoltées par les *Messor foreli* et les semences de blé récupérées par l'agriculteur et utilisées comme témoin ont été stérilisées en surface dans du NaClO (1 %) pendant 3 minutes, puis rincées deux fois dans de l'eau distillée stérilisée pendant 3 minutes pour chaque opération séchée à l'air.
- b) Préparation de la solution de GA3 : dans l'expérience, nous avons testé avec de la gibbérelline (100 mg/100 ml) en trois concentrations (50, 100, et 200 ppm) (GHOBADI et al., 2012).
- c) Traitement des graines : placez 20 grains de blé dans un récipient propre, étiquetez-les pour indiquer le groupe témoin ou le groupe expérimental. Ajoutez la solution de gibbérelline de concentration (50, 100 et 200 ppm) pour enrober les grains. Placez les récipients dans un endroit approprié à environ 20-25 °C pour l'incubation.

Les graines reçoivent une quantité adéquate de lumière. Pour simuler les conditions naturelles.

- d) Observation et enregistrement : notez le nombre des grains qui ont germé et enregistrez ces observations (fig.26).

Nous avons appliqué la même expérience aux graines de mauvaises herbes d'Amaranthaceae, récupérées à l'intérieur des fourmilières.



**Figure 26** - Expérience de teste de germination des graines (Photos originales)

## 1.5. – Méthodes d'exploitation des résultats

Des indicateurs écologiques de composition et de structure sont utilisés pour exploiter les résultats obtenus.

### 1.5.1. – Exploitation par les indices écologiques

Les éléments de composition écologiques utilisés dans ce travail sont les richesses totales (S) et moyennes (Sm), la fréquence centésimale (AR%) et la fréquence d'occurrence (Fo%).

#### 1.5.1.1. – Indices écologiques de composition

##### 1.5.1.1.1. – Richesse totale (S)

Selon BLONDEL (1979), la richesse correspond au nombre total d'espèces présentes dans le peuplement d'un écosystème donné.

##### 1.5.1.1.2. – Richesse moyenne (Sm)

D'après RAMADE (1984), la quantité moyenne des espèces contactées à chaque relevé est appelée richesse moyenne Sm. Elle permet de déterminer l'uniformité de la population.

$$S_m = \sum S/N$$

---

Sm : Richesse moyenne ;  
S : Richesse totale de chaque relevé ;  
N : Nombre de relevés.

#### 1.5.1.1.3. – Fréquence centésimale (FR%)

Selon FAURIE et al. (1980), la fréquence centésimale (FR%) est une notion qui permet d'évaluer une espèce, une catégorie, une classe ou un ordre (ni) par rapport à tous les peuplements animaux présents dans un inventaire faunistique.

$$FR\% = (ni \times 100) / N$$

FR% : Abondance relative des espèces d'un peuplement ;  
ni : Nombre des individus de l'espèce i prise en considération ;  
N : Nombre total des individus de toutes espèces confondues.

#### 1.5.1.1.4. – Fréquence d'occurrence (Fo %)

Selon DAJOZ (1982), la fréquence d'occurrence est le rapport entre le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée et le nombre total de relevés. On la calcule en utilisant la formule suivante :

Fo% : Fréquence d'occurrence ;  
Pi : Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée ;  
P : Nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de Fo on distingue les catégories suivantes :

Des espèces constantes si  $75\% \leq Fo < 100\%$  ;  
Des espèces régulières si  $50\% \leq Fo < 75\%$  ;  
Des espèces accessoires si  $25\% \leq Fo < 50\%$  ;  
Des espèces accidentelles si  $5\% \leq Fo < 25\%$  ;  
Des espèces rares si  $Fo < 5\%$ .

#### 1.5.1.2. – Indices écologiques de structure

L'indice de diversité de Shannon-Weaver, l'indice de diversité maximale et l'indice d'équitabilité sont les indicateurs de ces indices. Les résultats de l'inventaire des fourmis dans les régions d'étude sont exploités à l'aide de ces derniers.

#### 2.5.1.2.1. – Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

D'après RAMADE (1984), pour obtenir une expression mathématique de l'indice général de la diversité de Shannon-Weaver, il est essentiel de combiner l'abondance relative des espèces et la richesse totale. Elle est exprimée par la formule ci-dessous :

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

Où  $q_i = n_i / N$

$H'$  : Indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en unité bit.

$q_i$  : Fréquence relative de l'espèce (i) prise en considération ;

$n_i$  : Nombre total des individus de l'espèce (i);

$N$  : Nombre total de tous les individus de toutes les espèces.

Ce chiffre n'a de valeur écologique que lorsqu'il est calculé pour une communauté d'espèces qui exercent la même fonction dans le même environnement (FAURIE et al., 2003).

#### 2.5.1.2.2. – Indice de diversité maximale ( $H_{max}$ )

L'indice de diversité de Shannon-Weaver représente ces indices. La représentation de la diversité maximale est  $H_{max}$ . Selon MULLER (1985), elle représente la valeur la plus élevée du peuplement. On la calcule en utilisant la formule suivante :

$H_{max}$  : Diversité maximale ;

$S$  : Richesse totale.

#### 2.5.1.2.3. – Indice de Pielou ( $E$ )

La relation entre la diversité observée et la diversité théorique est étudiée par BLONDEL (1979). On peut la calculer en utilisant la formule suivante :

$E$  : Equitabilité ;

$H'$  : Diversité de Shannon Weaver ;

$H_{max}$  : Diversité maximale.

Selon RAMADE (2003), la valeur de l'équité oscille entre 0 et 1, avec une tendance vers 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs est représentée par une seule espèce du peuplement, et vers 1 lorsque chaque espèce est représentée par un nombre similaire d'individus.

### 1.5.2. - Exploitation des résultats par les analyses statistiques

Dans le domaine des analyses statistiques, il est employé pour effectuer des tests de comparaison, l'analyse de variance (ANOVA) pour les données normales et le test de Kruskal-Wallis dans le cas opposé.

Afin d'identifier les liens entre les paramètres biométriques, on utilise la corrélation de Pearson, ainsi que l'analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendante hiérarchique (CAH). Le traitement statistique est effectué en utilisant les logiciels Statistica (StatoSoft, v.10.0) et Xlstat (Version 2014.5.03).

#### **1.5.2.1. – Analyse de la variance (ANOVA)**

Selon DAGNELIE (1975), la variance d'une série statistique ou d'une distribution de fréquence correspond à la moyenne arithmétique des carrés des écarts par rapport à la moyenne. Il s'agit d'un test paramétrique qui permet de faire une comparaison globale entre deux ou plusieurs variables, afin de confirmer s'il y a une différence significative entre elles (DRESS, 2007). Dans le présent cas, il est utilisé ANOVA à un facteur.

#### **1.5.2.2. – Test de Kruskal-Wallis**

Les différences entre trois groupes ou plus échantillonnés indépendamment sur une seule variable continue non distribuée normalement sont évaluées par Kruskal-Wallis (KRUSKAL et WALLIS, 1952). Ce test est utilisé afin de confronter les répartitions de différents échantillons statistiques (DRESS, 2007).

#### **1.5.2.3. – Corrélation de Pearson**

Selon AHLGREN et al. (2003), la corrélation de Pearson évalue la force et la direction (qui peuvent varier en fonction du signe) d'une relation linéaire entre deux variables X et Y.

#### **1.5.2.4. – Analyse en composantes principales (ACP)**

La méthode de base des analyses multidimensionnelles est l'analyse en composantes principales. Selon DELAGARDE (1983), cela permet de réduire d'une dimension la taille du problème traité, ce qui n'est pas évident avec les autres méthodes. L'objectif est de représenter visuellement le plus d'informations possibles dans un tableau de données (PHILIPPEAU, 1992).

**1.5.2.5. – Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)**

Il s'agit de la deuxième famille principale des méthodes d'analyse des données liées aux méthodes factorielles. On peut obtenir une hiérarchie de classes partiellement emboîtées les unes dans les autres à partir d'un ensemble d'éléments décrits par des variables (LEBART et SALEM, 1994). On peut observer cette hiérarchie sous la forme d'arbres appelés dendrogrammes et qui renferment  $n-1$  partitions. L'avantage de ces arbres réside dans leur capacité à donner une représentation du nombre de classes réellement présentes dans la population (LEBART et al., 1995).

***Chapitre 2***  
***Résultats***

## Chapitre 2 – Résultats

Ce chapitre regroupe les résultats des espèces de Formicidae capturées dans les stations d'étude.

### 2.1. – Liste systématique des Formicidae inventoriées en fonction des stations

Le tableau 3 rassemble toutes les espèces de Formicidae recensées dans les différentes stations d'étude.

**Tableau 3** – Liste globale des espèces de fourmis capturées dans les stations d'étude

S Fam	Espèces	S Trifaoui	S Guemar	S Akkadou	S Robbah	S Ouarmes	S M saleh	S Ramtha
<b>Dolichoderinae</b> Forel, 1878	<i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander, 1856)	+	+	+	-	-	-	-
<b>Fourmicinae</b> Latreille, 1809	<i>Camponotus thoracicus</i> (Fabricius, 1804)	-	+	+	+	+	+	-
	<i>Camponotus barbaricus</i> (Emery, 1905)	+	+	-	+	+	+	-
	<i>Cataglyphis bicolor</i> (Fabricius, 1793)	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Cataglyphis bombycina</i> (Roger, 1859)	+	+	+	+	+	+	-
	<i>Plagiolepis barbara</i> (Santschi, 1911)	-	+	-	+	-	-	-
<b>Myrmicinae</b> Lepelletier de saint fargeau, 1835	<i>Messor arenarius</i> (Fabricius, 1787)	+	+	+	+	+	+	-
	<i>Messor foreli</i> (Santschi, 1923)	-	-	-	-	-	-	+
	<i>Messor mediorube</i> (Santschi, 1910)	-	-	-	-	-	-	+
	<i>Messor aegyptiacus</i> (Santschi, 1923)	+	-	+	-	+	+	-
	<i>Messor</i> sp	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Monomorium areniphilum</i> (Santschi, 1911)	+	-	+	-	+	+	+
	<i>Monomorium subopacum</i> (Smith, 1858)	-	-	-	+	-	-	-
	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)	+	+	-	+	+	+	+
	<i>Cardiocondyla batesii</i> (Forel, 1894)	-	+	-	+	-	+	+
	<i>Tetramorium biskrensis</i> (Forel, 1904)	-	+	-	-	+	+	+
<b>3</b>	<b>16</b>							

+ : Présence, - : Absence, S.Fam : sous famille, S : Station.

En réalisant une collecte d'échantillons, nous avons réussi à identifier 16 espèces de Formicidae, organisée en trois sous familles, à savoir 1 espèce Dolichoderinae, 5 espèces Fourmicinae et 10 espèces Myrmicinae, représentées par 9 genres (*Tapinoma*, *Camponotus*, *Cataglyphis*, *Plagiolepis*, *Messor*, *Monomorium*, *Pheidole*, *Cardiocondyla* et *Tetramorium*). En général, on

observe la majorité des espèces de fourmis dans les différentes stations d'étude, à l'exception de certaines espèces qui se démarquent par des stations particulières (Tab. 3).

**Quelques photos des espèces recenser dans les stations d'études en fonction des sous familles**

- **Sous familles :Dolichoderinae**



**Figure 27** – Vue de profil de *Tapinoma nigerrimum* (2,45 mm) (Photo originale)

- **Sous familles : Formicinae**



**Figure 28** – Vue de profil de *Camponotus thoracicus* (7,5 à 9mm) (Photo originale)



Figure 29 – Vue de profil de *Camponotus barbaricus* (9mm) (Photos originales)



Figure 30 – Vue de profil de *Cataglyphis bicolor* (9,9 à 10mm) (Photos originales)



Figure 31– Vue de profil de *Cataglyphis bombycina* (7mm) (Photos originales)



Figure 32 – Vue de profil de *Plagiolepis barbara* (0,83 à 1mm) (Photo originale)

○ Sous familles Myrmicinae



-a-



-b-



-c-

**Figure 33** – Vue de profil de *Messor arenarius* (10 à 11mm) (Photos originales)



Figure 34– Vue de profil de *Messor foreli* (9,5 à 10mm) (Photo originale)



-a-



-b-

Figure 35 – Vue de profil de *Messor aegyptiacus* (5mm) (Photos originales a et b)



**Figure 36** – Vue de profil de *Messor* sp. (Photo originale)



**Figure 37** – Vue de profil de *Monomorium areniphilum* (0,8 à 9mm)

(Photo originale)



-a-



-b-

**Figure 38** – Vue de profil de *Pheidole pallidula* (1,5 à 2mm)

(Photos originales a et b)



**Figure 39** – Vue de profil de *Cardiocondyla batesii* (2,6 à 3mm) (Photo originale)



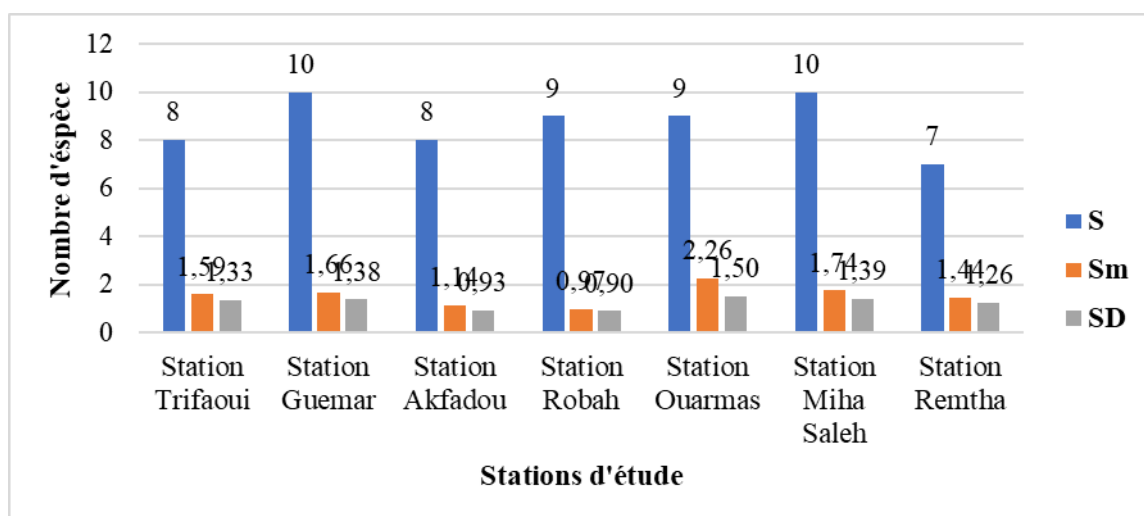
**Figure 40**– vue de profil de l'espèce *Tetramorium biskrense* (1,15mm) (Photo originale)

## 2.2. – Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition préposés sont la richesse totale (S), la richesse moyenne (Sm), l'abondance relative (FR %) et la fréquence d'occurrence (FO %).

### 2.2.1. – Richesse totales et moyennes des fourmis

Les résultats de la richesse totale et moyenne en espèces de fourmis piégées dans les stations d'étude sont évoqués dans le tableau suivant.

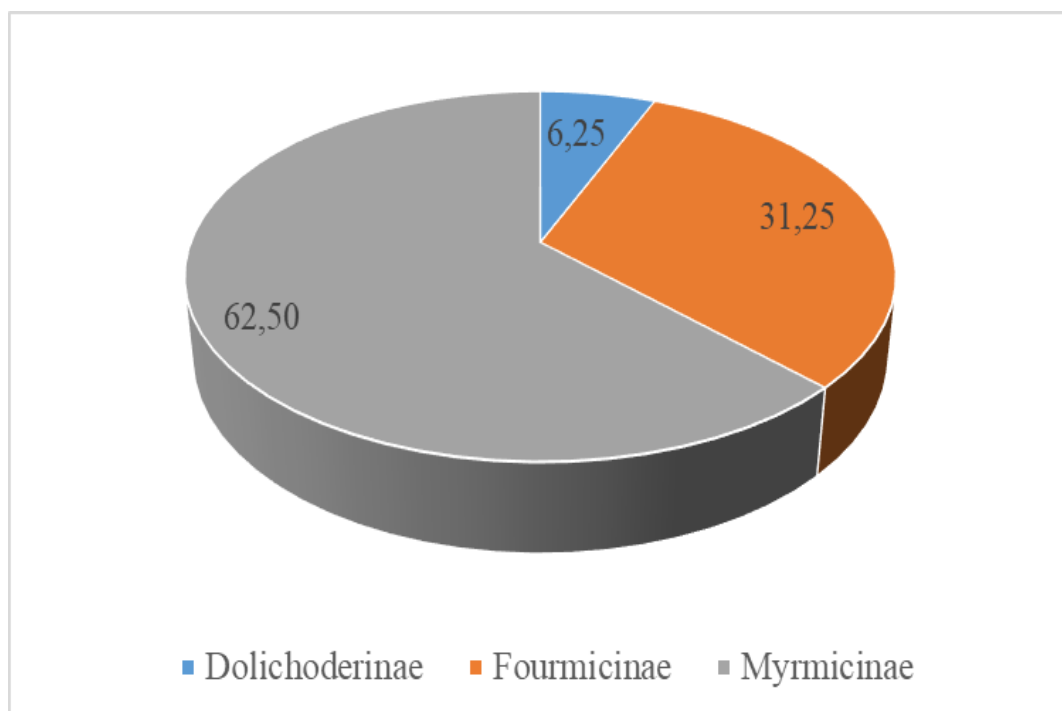


**Figure 41.** – Richesses totales (S) et moyenne (Sm) des espèces de fourmis échantillonnées dans les stations d'étude

La figure 41 montre que 10 espèces sont notées dans les stations Guemar (palmeraie avec culture sous-jacente  $S_m = 1,38 \pm 1,66$  espèces/relevé) et Miha saleh (Oliveraie  $S_m = 1,39 \pm 1,74$ ), suivies par les stations Robah (Ghout organisé) et Ouarmes (Ghout abandonné) qui comptent 9 espèces et une et  $S_m = 1,50 \pm 2,26$  respectivement, alors que les stations Trifaoui (palmeraie organisé  $S_m = 1,33 \pm 1,59$ ) et Akfadou (palmeraie non organisé  $S_m = 0,93 \pm 1,14$ ) affichent 8 espèces pour chacune. On recense 7 espèces à la station Ramtha (pivot de blé avec  $S_m = 1,44 \pm 1,26$ ).

### 2.2.2. – Fréquence centésimale des Formicidae

La figure 42 présente les Fréquences centésimales des sous-familles de Formicidae piégées dans les stations d'étude, tandis que les espèces sont regroupées dans le tableau 4.



**Figure 42.** – Fréquences centésimales (%) des sous familles des Formicidae capturées dans les stations d'étude

Selon les résultats présentés dans la figure 42, il est observé que la sous-famille des Myrmicinae est la plus dominante (62,50%), suivie par les sous-familles des Formicinae (31,25%) et des Dolichoderinae (6,25%).

Les résultats portant sur la Fréquences centésimales des espèces de fourmis capturées dans les stations d'étude sont mentionnés dans le tableau 4 ce qui suit.

Tableau 4: Fréquence centésimale des Formicidae capturées dans les sites d'étude

Sous familles	Espèces	St. Trifaoui		St. Guemar		St. Akfadou		St. Robbah		St. Ouarmes		St. Miha saleh		St. Ramtha	
		NI	FR%	NI	FR%	NI	FR%	NI	FR%	NI	FR%	NI	FR%	NI	FR%
<b>Dolichoderinae</b>	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	17	2,669	53	5,58	17	2,81	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Formicinae</b>	<i>Camponotus thoracicus</i>	-	-	99	10,42	7	1,157	37	6,631	81	4,576	8	0,896	-	-
	<i>Camponotus barbaricus</i>	91	14,29	234	24,63	-	-	22	3,943	12	0,678	69	7,727	-	-
	<i>Cataglyphis bicolor</i>	99	15,54	37	3,89	126	20,83	57	10,22	123	6,949	70	7,839	21	0,762
	<i>Cataglyphis bombycina</i>	21	3,297	43	4,53	51	8,43	237	42,47	140	7,91	350	39,19	-	-
	<i>Plagiolepis barbara</i>	-	-	5	0,53	-	-	29	5,197	-	-	-	-	-	-
<b>Myrmicinae</b>	<i>Messor arenarius</i>	242	37,99	86	9,05	324	53,55	11	1,971	92	5,198	108	12,09	-	-
	<i>Messor aegyptiacus</i>	40	6,279	0	0,00	34	5,62	-	-	695	39,27	114	12,77	-	-
	<i>Messor foreli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1663	60,32
	<i>Messor medioruber</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	2,72
	<i>Messor sp.</i>	-	-	-	-	4	0,661	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Monomorium areniphilum</i>	19	2,983	-	-	42	6,942	-	-	548	30,96	16	1,792	256	9,285
	<i>Monomorium subopacum</i>	-	-	-	-	-	-	29	5,197	-	-	-	-	-	-
	<i>Pheidole pallidula</i>	108	16,95	385	40,53	-	-	134	24,01	56	3,164	145	16,24	725	26,3
	<i>Cardiocondyla batesii</i>	-	-	6	0,63	-	-	2	0,358	-	-	2	0,224	2	0,073
	<i>Tetramorium biskrensis</i>	-	-	2	0,21	-	-	-	-	23	1,299	11	1,232	15	0,544
<b>Total</b>	<b>16</b>	637	100	950	100	605	100	558	100	1770	100	893	100	2757	100

St. : station ; Ni : nombre d'individu ; FR% : Fréquence centésimale

Le tableau 4 affiche que : *Messor arenarius* est la plus répandue dans la station Trifaoui (palmeraie organisé) avec (FR = 37,99 %). Elle est suivie par *Pheidole pallidula* avec (FR = 16,95%), tandis que l'espèce *Pheidole pallidula* a enregistré la valeur de la fréquence centésimale la plus élevée dans la station Guemar (palmeraie avec culture sous-jacente, FR = 42,78 %). Ensuite, vient l'espèce *Camponotus barbaricus* avec une fréquence centésimale de 26%). L'espèce *Messor arenarius* est la plus répandue dans la palmeraie non entretenue de la station Akfadou, avec une abondance de 53,55%, suivie par *Cataglyphis bicolor* (FR = 20,83%).

La station Robbah (Ghout organisé), *Cataglyphis bombycina* a enregistré la de la fréquence centésimale la plus élevée (FR %= 42,47%), suivie par *Pheidole pallidula* (FR % = 24,01%), alors que le reste des espèces de cette station ne dépasse pas 7%. Toutefois, à Ouarmes (Ghout abandonné), *Messor aegyptiacus* a enregistré la plus élevée abondance (39,27%), suivie de *Monomorium areniphilum* (FR % = 30,96%). De plus, dans la station Miha saleh (Oliveraie), *Cataglyphis bombycina* a été observé avec une abondance de 39,19%, suivie par *Pheidole pallidula* (FR % = 16,24%). Par ailleurs, l'espèce *Messor foreli* est la plus répandue dans la station Ramtha, avec une abondance de (FR = 60,32%).

### 2.2.3. – Fréquence d'occurrence des fourmis

Les résultats sont représentés dans le tableau 5 en ce qui concerne la fréquence d'apparition des espèces de fourmis capturées dans les stations étude. La catégorie accidentelle est la plus répandue parmi les 8 espèces recensées à la station Trifaoui, avec 4 espèces, dont *Camponotus barbaricus* (Fo% = 21,67%). Elle est suivie par la catégorie d'espèce rare avec 2 espèces, dont *Tapinoma nigerrimum* (Fo% = 3,83%), et la catégorie d'espèces accessoire avec *Messor arenarius* (Fo% = 37,78%).

En ce qui concerne la station Guemar, on regroupe les 10 espèces recensées en 4 catégories. Il y a 5 espèces dans la catégorie accidentelle, dont *Tapinoma nigerrimum* est la plus répandue (Fo = 7,22%). *Camponotus barbaricus* est classée dans la catégorie accessoire (Fo% = 43,89%), tandis que *Pheidole pallidula* est classée dans la catégorie régulière (Fo% = 50), et *Plagiolepis barbara* est classée dans la catégorie rare (Fo% = 2,78%).

Toutefois, à Akfadou, la catégorie accidentelle la plus fréquente telle que *Monomorium areniphilum* (Fo% = 11,67%), suivie par les catégories accessoires comme *Messor arenarius* (Fo% = 45%), et la catégorie des espèces rares comme *Camponotus thoracicus* (Fo% = 2,22%) avec 2 espèces.

La catégorie accidentelle est la plus répandue parmi les espèces recensées dans la station Robbah, avec 5 espèces, dont *Camponotus thoracicus* (Fo% = 12,22%). Elle est suivie par la catégorie rare avec 3 espèces, dont *Plagiolepis barbara* (Fo% = 2,78%), et la catégorie d'espèce accessoire avec une seule espèce, cas de *Cataglyphis bombycina* (Fo% = 27,22%).

Les catégories les plus observées à la station Ouarmes sont accidentelles et accessoires, avec deux espèces comme : *Camponotus thoracicus* (Fo% = 20%) et *Monomorium areniphilum* (Fo% = 47,22%) respectivement. Après *Messor aegyptiacus* (Fo% = 53,89%), on peut mentionner la catégorie régulière, Suive par la catégorie régulière on peut citer *Messor aegyptiacus* (Fo% = 53,89%), et l'espèce rare *Camponotus barbaricus* (Fo% = 2,78%) (Tab. 5).

Les catégories d'espèces accidentelles et rares sont les plus fréquemment observées à la station Miha saleh, avec 4 espèces telles que *Camponotus barbaricus* (Fo% = 15,56%) et *Camponotus thoracicus* (Fo% = 3,89%). Suivie par la catégorie d'espèce accessoire avec 2 espèces telle que *Cataglyphis bombycina* (Fo% = 43,89%).

De plus, dans la station Ramtha, les espèces accidentelles sont la catégorie dominante, avec *Cataglyphis bicolor* (Fo% = 9,17%), suivie par la catégorie des espèces rares comme *Tetramorium biskrensis* (Fo% = 4,17%). La station Ramtha révèle enfin un équilibre entre deux catégories d'espèces : les espèces accessoires et les espèces régulières (Tab. 5).

Tableau 5 – Fréquences d’occurrence des espèces de fourmis capturées

Espèces	St. Trifaoui			St. Guemar			St. Akfadou			St. Robbah			St. Ouarmes			St. Miha saleh			St. Ramtha			
	Pi	Fo%	C	Pi	Fo%	C	Pi	Fo%	C	Pi	Fo%	C	Pi	Fo%	C	Pi	Fo%	C	Pi	Fo%	C	
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	7	3,89	R	13	7,22	Acc	11	6,11	Acc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus thoracicus</i>	-	-	-	32	17,78	Acc	4	2,22	R	22	12,22	Acc	36	20	Acc	7	3,89	R	-	-	-	-
<i>Camponotus barbaricus</i>	39	21,67	Acc	79	43,89	Acs	-	-	-	18	10	Acc	5	2,78	R	28	15,56	Acc				
<i>Cataglyphis bicolor</i>	48	26,67	Acs	14	7,78	Acc	59	32,78	Acs	26	14,44	Acc	54	30	Acs	39	21,67	Acc	11	9,17	Acc	
<i>Cataglyphis bombycina</i>	11	6,11	Acc	20	11,11	Acc	14	7,78	Acc	49	27,22	Acs	48	26,67	Acs	79	43,89	Acs	-	-	-	-
<i>Plagiolepis barbara</i>	-	-	-	5	2,78	R	-	-	-	5	2,78	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Messor arenarius</i>	68	37,78	Acs	38	21,11	Acc	81	45	Acs	4	2,22	R	51	28,33	Acs	38	21,11	Acc	-	-	-	-
<i>Messor aegyptiacus</i>	19	10,56	Acc	-	-	-	14	7,78	Acc	-	-	-	97	53,89	Règ	37	20,56	Acc	-	-	-	-
<i>Messor foreli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81	67,50	Règ	
<i>Messor medioruber</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6,67	Acc	
<i>Messor sp</i>	-	-	-	-	-	-	2	1,11	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monomorium areniphilum</i>	8	4,44	R	-	-	-	21	11,67	Acc	-	-	-	85	47,22	Acs	7	3,89	R	-	-	-	-
<i>Monomorium subopacum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	7,78	Acc	-	-	-	-	-	-	28	23,33	Acc	
<i>Pheidole pallidula</i>	34	18,89	Acc	90	50	Règ	-	-	-	35	19,44	Acc	18	10	Acc	74	41,11	Acs	39	32,50	Acc	
<i>Cardiocondyla batesii</i>	-	-	-	5	2,78	R	-	-	-	2	1,11	R	-	-	-	2	1,11	R	1	0,83	R	
<i>Tetramorium biskrensis</i>	-	-	-	2	1,11	-	-	-	-	-	-	-	12	6,67	Acc	3	1,67	R	5	4,17	R	

St. : station ; Fo% : Fréquence d’occurrence ; Pi: Nombre d’apparition; C: Catégorie; Con.: Constante; Règ.: Régulière; R : Rare ; Acs.: Accessoire; Acc.: Accidentelle ;O :

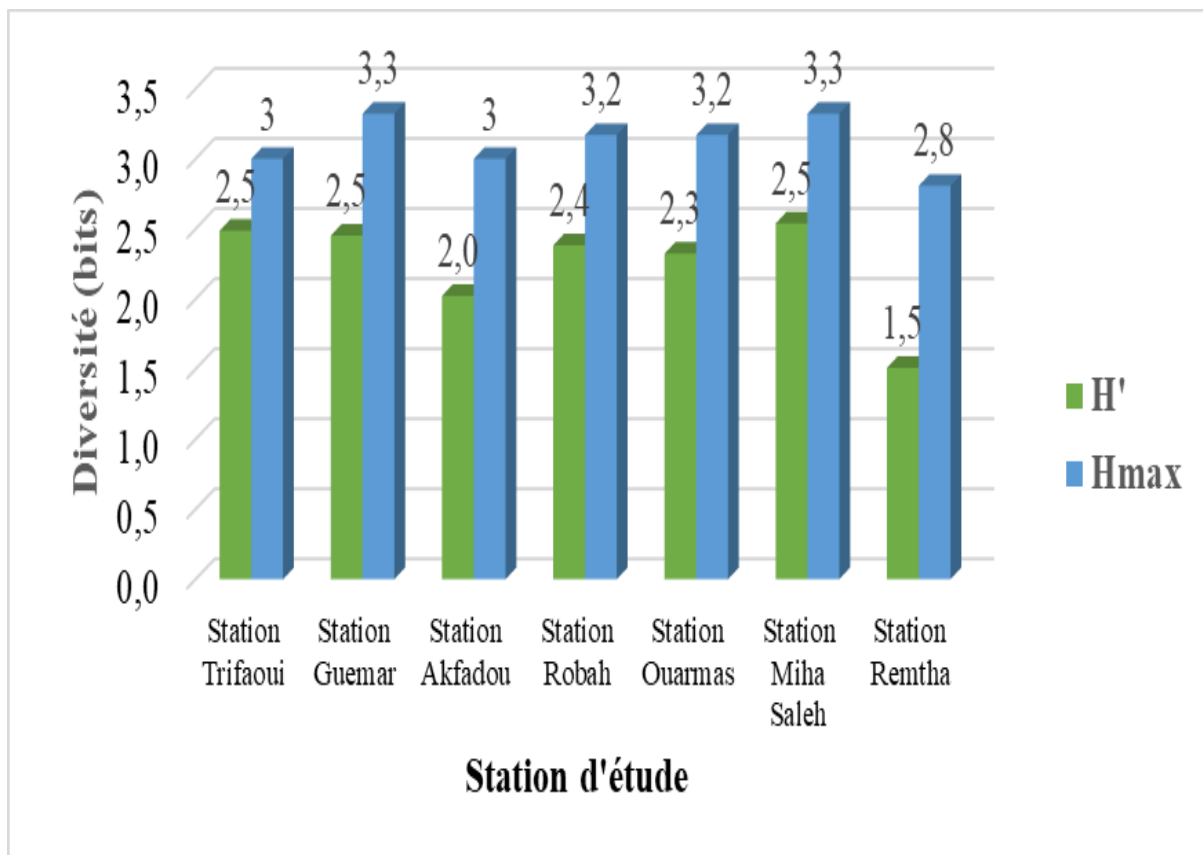
Omniprésent (-): Absence

**2.3. – Indices écologiques de structure**

Les différents paramètres de diversité dans les stations d'étude sont regroupés dans la figure 33. Ces valeurs incluent les valeurs de Shannon-Weaver ( $H'$ ), la diversité maximale ( $H'max$ ) et l'indice Pielo ( $E$ ). Ils sont utilisés pour les individus des fourmis capturées.

**2.3.1. – Indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) appliqué aux espèces de fourmis**

La figure présente les résultats obtenus en utilisant les indices de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) et de diversité maximale ( $H'max$ ) pour les espèces capturées.



**Figure 43-** Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver et de la diversité maximale des espèces capturées dans les stations d'étude

Selon l'analyse de la figure ci-dessus, on constate que les stations Trifaoui, Guemar et Miha Saleh enregistrent les valeurs de diversité de Shannon-Weaver les plus élevées (2,5 bit), tandis que la station Ramtha (1,5 bit) enregistre la plus faible (Fig. 43). Pour la diversité maximale, les valeurs varient entre 2,8 bits (S. Ramtha) et 3,3 bits (S. Guemar et Miha Saleh). Les niveaux

moyens de l'indice de diversité de Shannon expriment une bonne diversité des Formicidae échantillonnées.

**2.3.2. – Indice de Pielo appliqué aux espèces de fourmis capturées dans les stations d'étude**

Les Valeurs Indice de Pielo utilisées pour évaluer les espèces capturées dans les stations d'étude sont présentées dans le tableau 6.

**Tableau 6 – Valeurs de Pielo en fonction de station d'étude**

	St. Trifaoui	St. Guemar	St. Akfadou	St. Robbah	St. Ouarmes	St. Miha saleh	St. Ramtha
<b>Indice de Pielo (E)</b>	0,83	0,74	0,67	0,75	0,73	0,76	0,54

St. : station

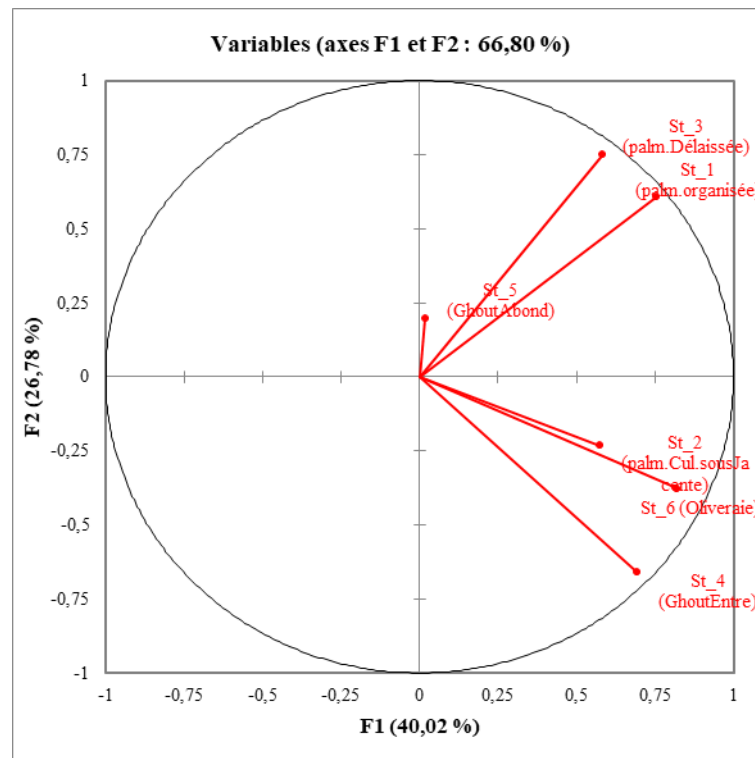
Les enregistrements de valeurs de (E) sont étroits à 0,5 à 0,8. Il convient de noter que ces valeurs tendent vers 1, ce qui témoigne d'une tendance à un équilibre entre les effectifs des espèces de fourmis échantillonnées dans les stations d'étude (Tab. 6)

**2.3.3. – Analyses multidimensionnelles sur les fourmis en fonction des stations**

**2.3.3.1. – Analyse en composantes principales (ACP) appliquée aux fourmis**

La participation globale des observations et des variables pour la construction des axes est égale à 26,78% pour axe 1 et 40,02 % pour l'axe 2, ce qui donne un total de 66,80 %. D'après ce dernier pourcentage, on peut dire qu'il y a suffisamment d'information pour l'interprétation des données. Il ressort de cette étude que certains sites présentent des ressemblances alors que d'autres dévoilent plutôt des dissemblances.

Les variables station 1,3, 4 et 6 se rapprochent du cercle, comme le montre la matrice de corrélation entre les variables (Fig. 44). Par conséquent, la somme des corrélations au carré de ces variables est proche de 1, d'où leur représentation dans le plan principal (fig. 34). Il est important de souligner que la corrélation entre la station 1 (Trifaoui) et la station 6 (Miha saleh) est élevée ( $r = 0,821$ ). C'est également le cas de la station 4 ( $r = 0,695$ ). Et la troisième station ( $r = 0,583$ ).



**Figure 44-** Cercle de corrélation entre des variables stations d'étude sur le plan principal (F1 ; F2)

La contribution des variables à la formation des deux axes 1 et 2 et la suivante :

**Axe 1 :** la station 6 contribue le plus à la formation de cet axe avec 28,05%, suivi par la première station avec 23,83 %.

**Axe 2 :** la 3<sup>ème</sup> station contribue le plus dans la formation de cet axe avec un taux égal à 35,20 %.

La répartition graphique de l'axe 1 et 2 montre que, les contributions des différentes espèces à la contribution des axes sont les suivantes :

**Axe 1 :** l'espèce qui contribue le plus à la construction de cet axe est *Messor arrenarius* avec un taux (23,34 %), suivie par *Cataglyphis bombycina* avec 22,71% et *Pheidole pallidula* avec 18,18%.

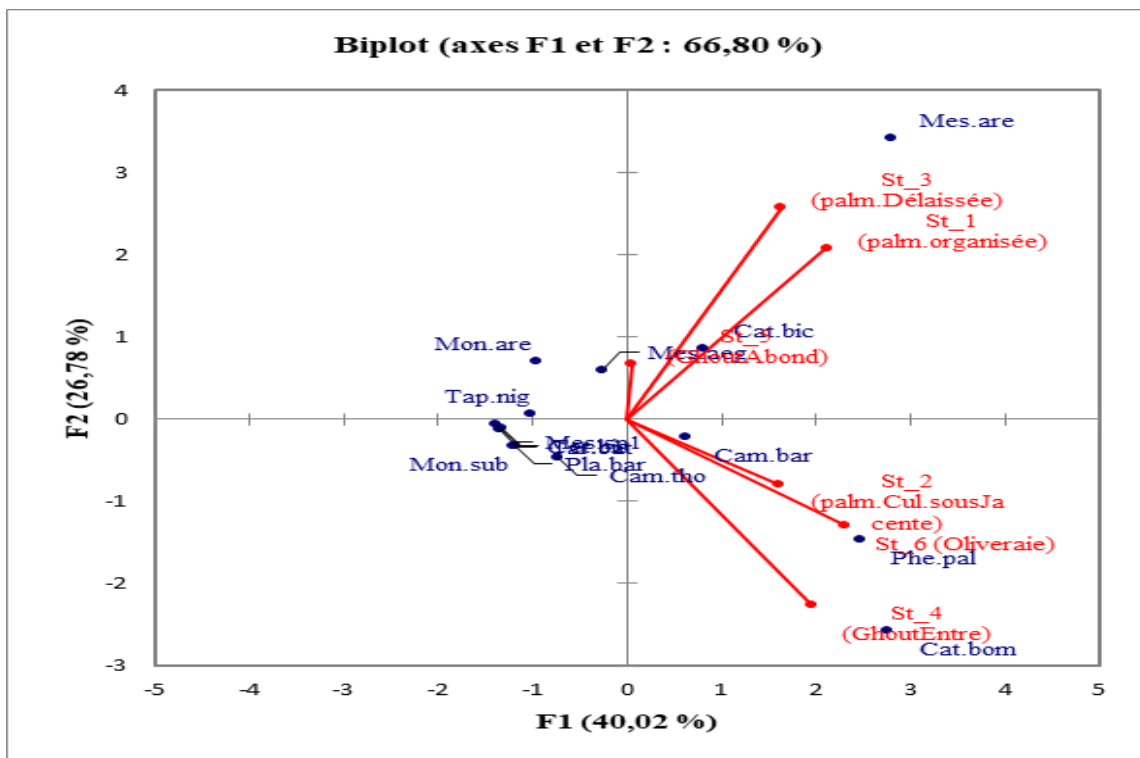
**Axe 2 :** les espèces qui participent le plus à la formation de cet axe sont *Messor arrenarius* avec un taux 51,87 %, suivie par *Cataglyphis bombycina* avec 29,33%.

Les 6 variables sont réparties entre deux quadrants. Le quadrant 1 renferme les stations 1, 3 et 5. Alors que la 2<sup>ème</sup> contient les stations 2, 4 et 6

Cette répartition est influencée par les compositions et les effectifs en espèces.

Pour ce qui concerne de la répartition des espèces en fonction des quadrants, il est à noter :

- ✓ Des espèces caractérisent spécialement des stations ce sont :
- ✓ L'espèce *Messor sp* qui caractérisent le site 3
- ✓ L'espèce *Monomorium subopacum* qui caractérisent le site 4
- ✓ Les espèces *Cataglyphis bicolor*, *Cataglyphis bombycina* et *Messor arrenarius* qui présente sur tous les sites (Fig. 45).



**Figure 45-** Analyse en composantes principales (ACP) appliquée aux fourmis capturées dans les stations d'étude

**2.3.3.2. – Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).....**

La figure 46 présente la représentation graphique de la hiérarchie ascendante appliquée aux espèces.

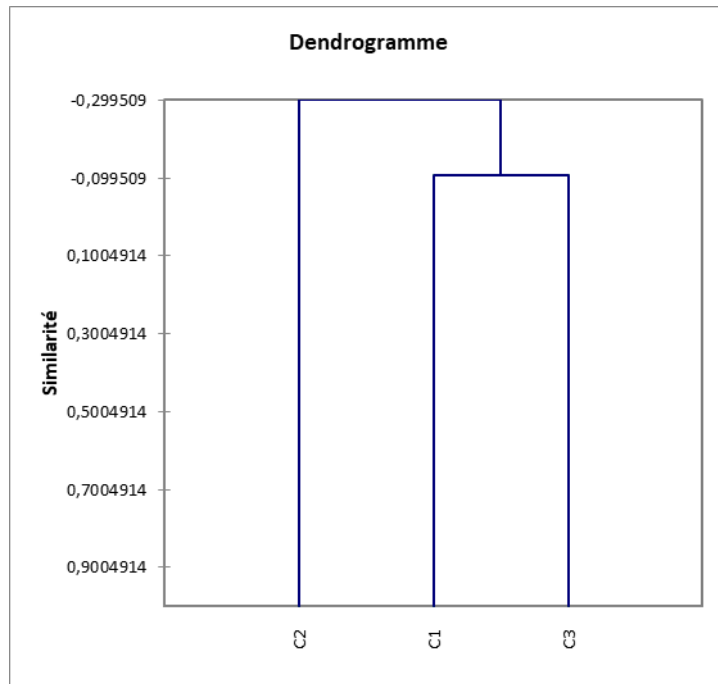


Figure 46- Dendrogramme des classes

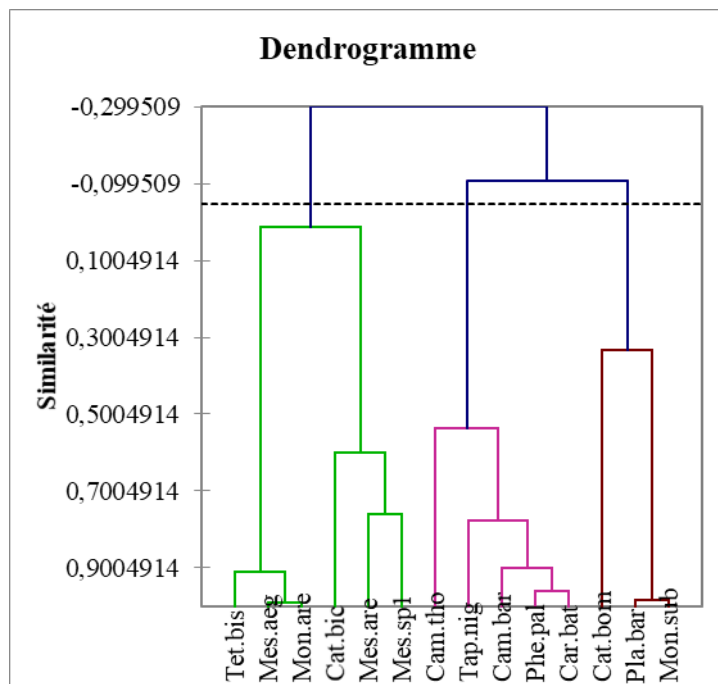


Figure 47 -Dendrogramme en fonction des classes d'espèces

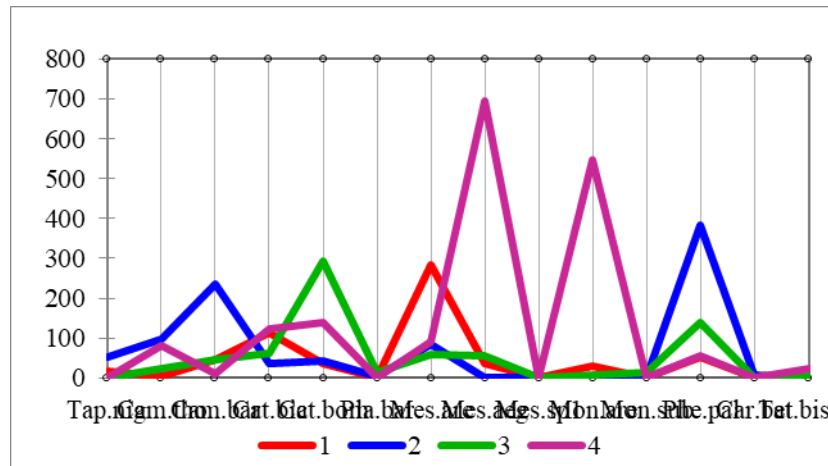


Figure 48- Profil des classes en fonction d'espèces

En ce qui concerne les similitudes des paramètres, on observe la création de trois classes d'espèces (Fig. 47). Les espèces de la troisième classe, telles que *Cataglyphis bombycina*, *Plagiolepis barbara* et *Monomorium subopacum*, présentent une faible similarité avec la première classe (*Tapinoma nigerrimum*, *Camponotus thoracicus*, *Camponotus barbaricus*, *Pheidole pallidula* et *Cardiocondyla batesii*), avec une similarité de -0,0959. La seconde classe est représentée par les espèces *Cataglyphis bicolor*, *Messor sp.*, *Messor aegyptiacus*, *Messor arenarius*, *Monomorium areniphilum* et *Tetramorium biskrensis*), représentent une très faible similarité.

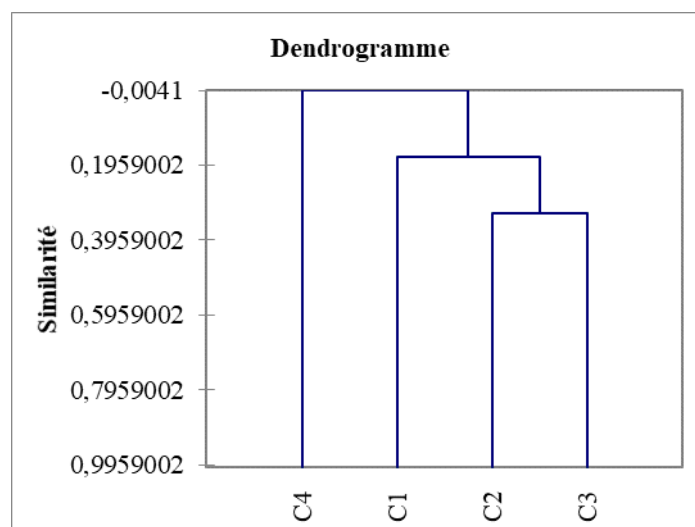


Figure 49-Dendrogramme des classes en fonction des stations

Illustration de la hiérarchie ascendante appliquée aux stations est présentée dans la figure 50

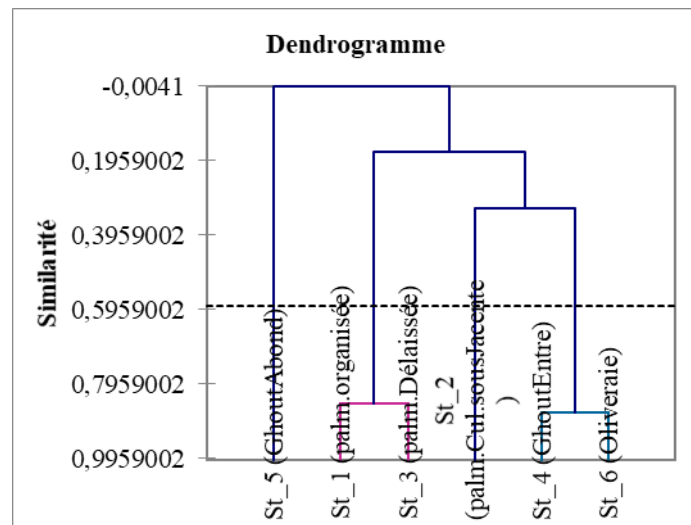


Figure 50-Dendrogramme en fonction des stations

En ce qui concerne les similitudes, on observe la création de 4 classes de stations. La deuxième classe est composée de la station 2 (Guemer palmeraie avec culture sous-jacente), qui est la plus proche de la troisième classe, qui comprend les stations Robbah (Ghout organisé) et Miha saleh (Oliveraie), avec une similarité de 0,395. En revanche, la première classe, qui comprend les stations Trifaoui (palmeraie organisée) et Akfadou (palmeraie non organisée) présente une similarité de 0,195. La station Ouarmes (Ghout abandonné) est classée en quatrième classe avec une faible similarité de -0.0041 (Fig. 50).

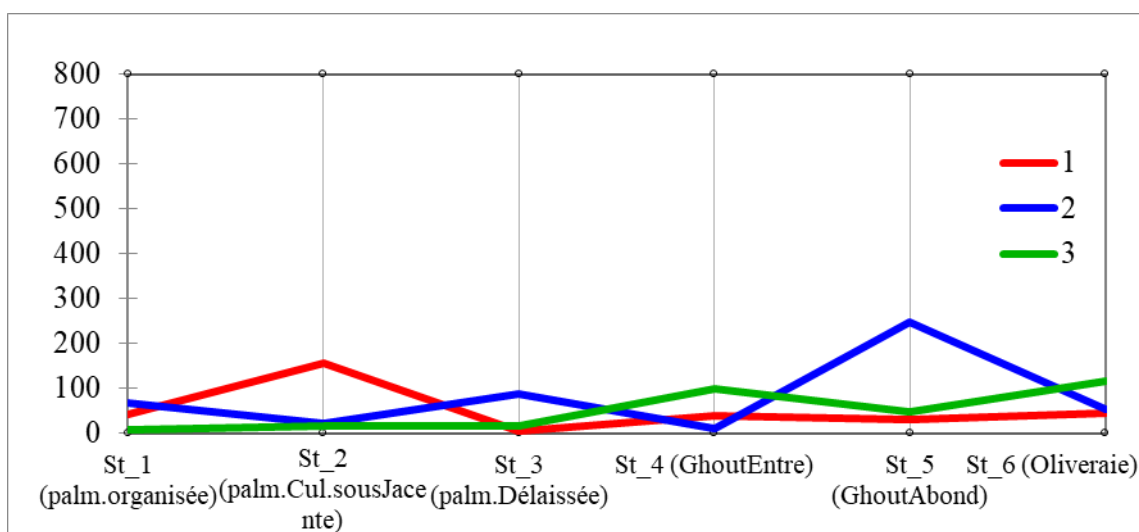


Figure 51- Profil des classes en fonction des stations

### 2.3.4. – Caractéristiques et impact des fourmières dans les pivots de céréales

Cette partie examine l'étude d'effet de l'espèce *Messor foreli* dans agrosystème céréalier

#### 2.3.4.1. – Estimation des pertes causées par *Messor foreli* sur la production de céréales

La production est estimée en premier lieu selon le rendement potentiel calculé avant la récolte sur la base des surfaces indemnes tout problème phytosanitaire (rendement maximal) et en deuxième lieu selon le rendement réel obtenu par l'agriculteur après la récolte.

En fonction des pivots, le rendement de pivot 2 affiche la valeur moyenne la plus élevée avec  $441,2 \pm 106,4 \text{g/m}^2$ , soit  $44,1 \pm 10,6 \text{qx/ha}$ , alors que le pivot 3 se caractérise par le rendement le plus faible avec  $260 \pm 30 \text{g/m}^2$  (Fig. 52).

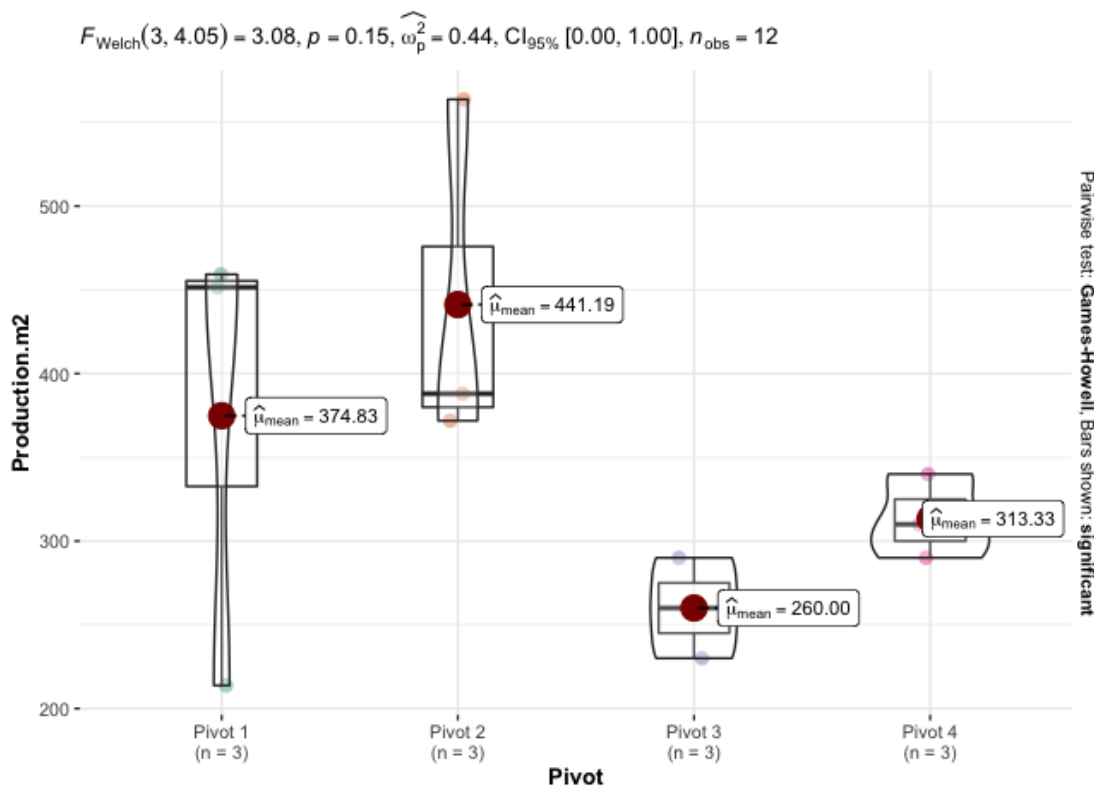


Figure 52 – Production de céréales par pivots

En fonction des cultures, *Triticum durum* a le rendement potentiel moyen le plus élevé ( $408,0 \pm 116,8 \text{g/m}^2$ ), contrairement pour le *T. aestivum* qui présente la valeur la plus faible de rendement ( $260 \pm 30 \text{g/m}^2$  ; Fig. 50).

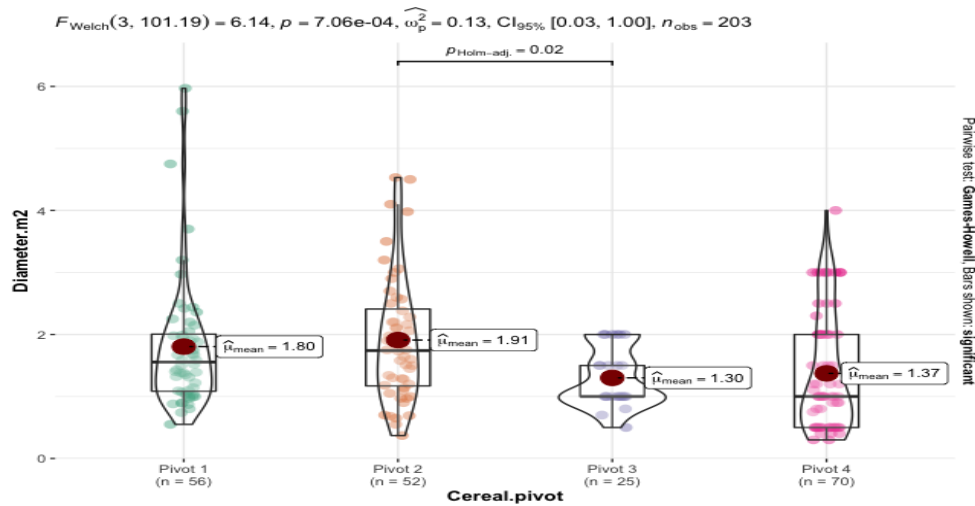


Figure 53 - Répartition des diamètres de nids selon les pivots

Selon la culture (Fig. 53), les diamètres moyens des fourmilières varient considérablement d’une cultures à une autre ( $p = 2,56e-4$ ) entre 0,30 (*T.aestivum*) et 1,85m (*T.durum*). Des comparaisons pairwise ont confirmé des différences significatives entre *T. durum* et *T. aestivum* ( $p = 1,13e-4$ ) ainsi qu’entre *T. durum* et *H. vulgare* ( $p = 9,20 e-3$ ). Il est mentionné que les diamètres des fourmilières au niveau de *T. aestivum* et *H. vulgare* forme le même groupe.

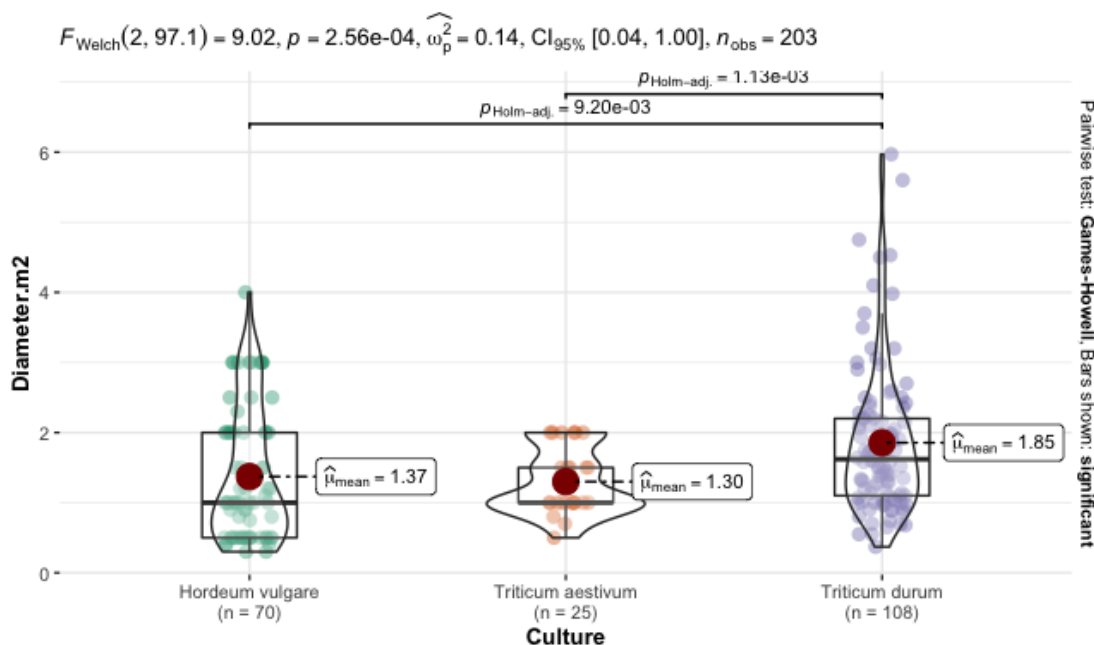


Figure 54 - Répartition des diamètres de nids selon les variétés

Les résultats sur les taux d'occupation du sol des pivots par les fourmilières sont donnés dans le tableau 2.

**Tableau 7:** Taux d'occupation (%) du sol par les fourmilières de *Messor foreli* dans les différents pivots de céréales en fonction des stations

	Remtha		Hassi Ben Abdallah	
	Pivot 1	Pivot 2	Pivot 3	Pivot 4
	( <i>T. durum</i> )	( <i>T. durum</i> )	( <i>T. aestivum</i> )	( <i>H. vulgare</i> )
<b>MQ</b>	2,1	2,16	1,38	1,66
<b>Smf</b>	3,46	3,65	1,5	2,16
<b>NFP</b>	19	17	65	45
<b>N</b>	149	139	519	360
<b>St(m<sup>2</sup>/Portion)</b>	64,59	63,29	97,03	96,99
<b>Superficie du portion en ha</b>	3,75			
<b>St(m<sup>2</sup>/ha)</b>	17,225	16,877	25,874	25,864
<b>st(ha)</b>	0,002	0,002	0,003	0,003
<b>TOF%</b>	0,005742	0,005626	0,008625	0,008621
<b>St(m<sup>2</sup>/30ha)</b>	516,743	506,316	776,207	775,909
<b>St(ha/30ha)</b>	0,05156	0,05063	0,07762	0,07759

MQ : la moyenne quadratique (m<sup>2</sup>) ; Smf : surface moyenne d'une fourmilière (m<sup>2</sup>) ; NFP : nombre de fourmilières par portion ; n : nombre total de fourmilières ; St(m<sup>2</sup>/Portion) : surface total de fourmilières par portion (m<sup>2</sup>) ; SP : superficie du portion (ha) ; St : surface total de fourmilières (m<sup>2</sup> et ha) ; TOF : taux d'occupation du sol par les fourmilières.

Pour les rendements réels obtenus par les agriculteurs après récolte, ils sont faibles en pivot 3 = 23,4qx/ha et élevé en pivot 2 = 40,3qx/ha (Tab. 7).

Par ailleurs, le nombre des plages vides dues à l'emplacement des fourmilières varie d'un pivot à un autre entre 139 et 519 fourmilières/pivot (291,8±182,6 ; Tab. 7). Ces dernières occupent une surface totale (St) qui se varie entre 506,316 et 776,207 m<sup>2</sup>. Ces valeurs ont traduit un taux d'occupation des fourmilières atteignant jusqu'à 0,009% de la superficie totale cultivée sous pivot de 30ha. De plus, la moyenne quadratique de nids de fourmis s'étale entre 1,38 et 2,16 m<sup>2</sup> alors que la surface d'une seule fourmilière peut atteindre 3,65 m<sup>2</sup>.

**Tableau 8:** Rendement et pertes dues aux fourmis sur les céréales cultivées sous pivots dans les deux stations

	Remtha		Hassi Ben Abdallah	
	Pivot 1 ( <i>T. durum</i> )	Pivot 2 ( <i>T. durum</i> )	Pivot 3 ( <i>T. aestivum</i> )	Pivot 4 ( <i>H. vulgare</i> )
<b>Rdt. P (qtx/ha)</b>	37,48±13,96	44,12±10,64	26±3	31,33±2,52
<b>Rdt. R (qtx/ha)</b>	32,7	40,3	23,4	25,8
<b>Ptp (qtx)</b>	143,4	114,6	78	165,9
<b>TPtp (%)</b>	12,75	8,66	10	17,65
<b>Ppf (qtx/pivot)</b>	1,93	2,24	2,02	2,43
<b>Ap (qtx/pivot)</b>	141,47	112,36	75,98	163,47
<b>Tpf (%)</b>	0,004	0,0049	0,0111	0,0052

Rdt.P: rendement potentiel ; Rdt.R : rendement réel ; Ptp : Pertes totales en poids (qtx) ; TPtp : taux des pertes totales par rapport à la surface de pivot. ; Ppf : Pertes en poids (g et qtx) dues aux fourmis par rapport à la surface de pivot ; Ap : Autres pertes (qtx) ; Tpf : taux des pertes dues aux fourmis par rapport à la surface de pivot.

Le potentiel de chaque culture céréalière en matière de rendement varie entre 26 qtx/ha obtenu sous le pivot 3 et 44,12 qtx/ha estimé sous le pivot 2 (Tab. 8). En revanche, le rendement réellement donné par l'agriculteur est relativement faible, soient 23,4 qtx/ha (pivot 3) jusqu'à 40,3 qtx/ha (pivot 2).

L'orge cultivée sous le pivot 4 a discerné une perte totale de production très élevée qui est égale à 165,9 qtx/30ha (Tab. 8), suivi par celles perdues avec le blé dur à savoir 143,4 (pivot 1) et 114,6 qtx (pivot 2). Par contre, les pertes totales de production sur blé tendre sont presque insignifiantes (78 qtx/30ha).

Toutes les valeurs mentionnées ont enregistré un taux de pertes totales qui s'étale entre 8,66 (pivot 2) et 17,65 % (pivot 4) de toute la superficie cultivée sous pivot dont la participation de fourmis dans ces valeurs est estimée de 1,93qtx (pivot 1) et 2,43qtx (pivot 4). Cependant, les pertes en pourcentage dues à l'installation des fourmis sur la surface totale cultivée du pivot sont estimées entre 0,004% (pivot 1) et 0,01% (pivot 4). Alors que certaines pertes en poids varient entre 75,98 et 163,47qtx /pivot.

#### 2.3.4.2. – Dénombrement des grains portés par *Messor foreli* par unité de surface

En fonction des type des graines, le nombres des graines trouvée par épi est le plus élevé (30,98), contrairement pour les graines prélevée par *M. foreli* qui présente la valeur la plus faible de nombre (8,79) Fig. 55.

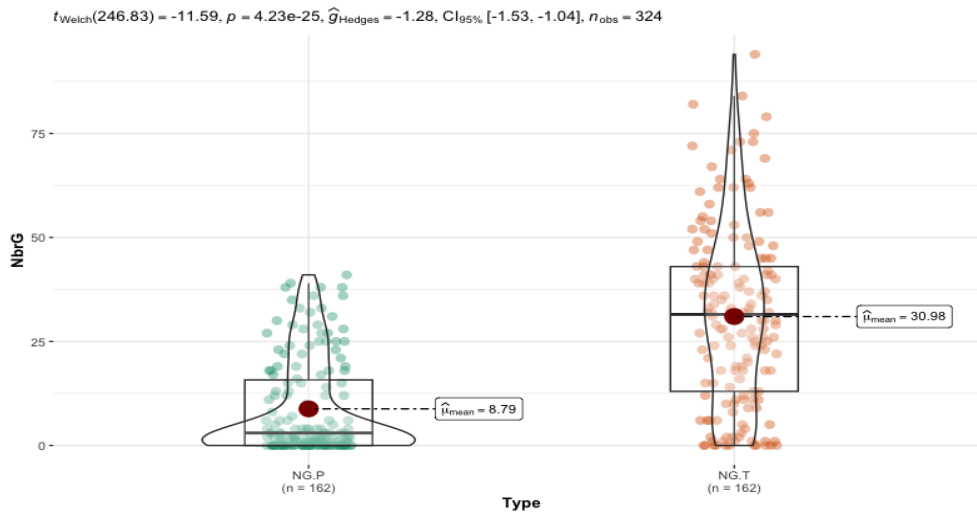


Figure 55 - Répartition des nombres des graines (prélevée par *M.foreli* et trouvée par épi)

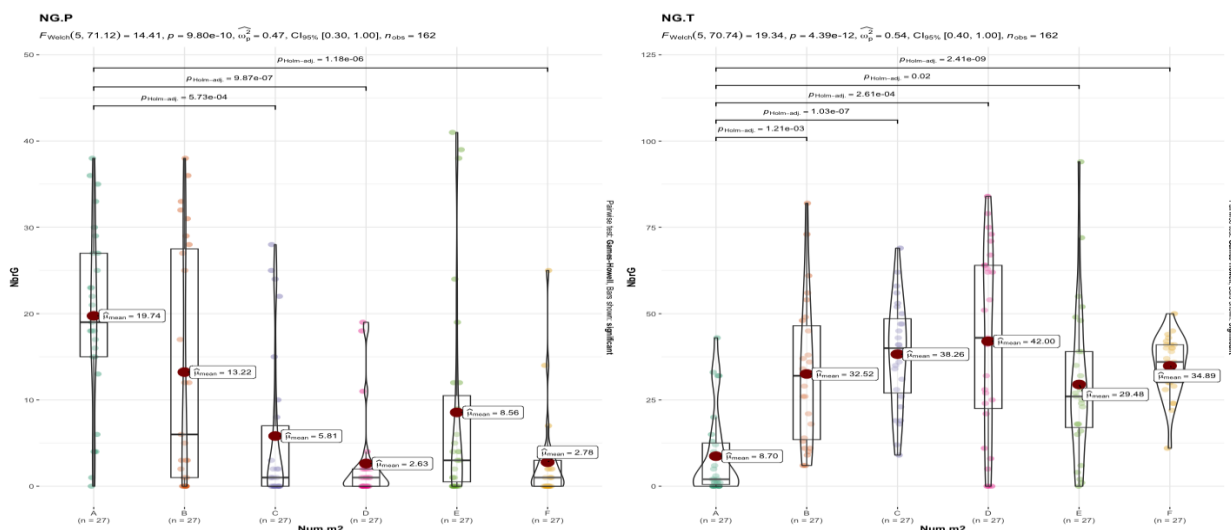


Figure 56 - Répartition des nombres des graines (prélevée par *M.foreli* et trouvée par épi) en fonction des m<sup>2</sup> échantillonnée

Selon la figure 56, les nombres des graines prélevée varient considérablement d'un mètre carré à une autre ( $p = 9,80e-10$ ) entre 2,63 et 19,74. Des comparaisons pairwise ont confirmé des différences significatives entre mètre carré A et F ( $p = 1,18e-06$ ) ainsi qu'entre A et D ( $p = 9,87 e-07$ ) et entre C et A ( $p = 5,73e-04$ ). Il est à mentionner que les nombres des graines prélevées au niveau de E et F forme le même groupe (Fig. 56).

En fonction des échantillons, le nombre des graines trouvées par épi varie entre 8,70 et 42 ( Fig. 56). L'intervalle de variation le plus élevé est noté en m<sup>2</sup> D alors que le plus faible est enregistré en m<sup>2</sup> A. Ces variations ont montré une différence statistique significative entre les

nombre des graines dans les six m<sup>2</sup> échantillonnées ( $p = 4,39e-12$ ), spécialement entre le m<sup>2</sup> A<sup>e</sup> et m<sup>2</sup> D ( $p = 2,61e-04$ ).

#### 2.3.4.3. – Test de germination des grains récupérés par *Messor foreli* dans les fourmilières

Les tests indiquent que :

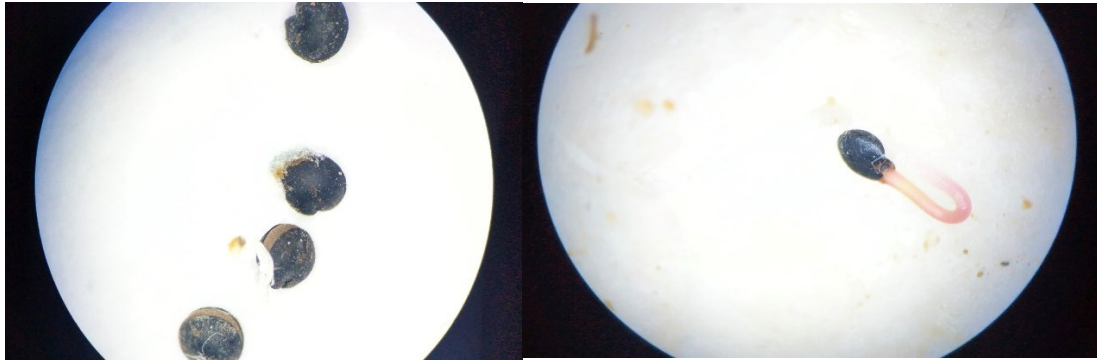
Les semences de blé (A) et les graines de plante adventice (C) ont germées ce qui laisse dire qu'elles sont abimées (Fig. 57). En revanche, les graines conservées par *M. foreli* étaient incapables de germer (B).



A – Semences de blé (Témoin)



B - Graines de blé récupérées par *Messor foreli*



C - Graines de plante adventice Amaranthaceae

Figure 57 - Test de germination des graines récupérées dans les fourmilières de *Messor foreli*

2.3.4.4. – Caractéristiques du sol des fourmilières de *Messor foreli*

La partie regroupée l’analyses granulométrique et physico-chimique effectuée sur le sol des fourmilières de *Messor foreli*.

2.3.4.4.1. – Analyse granulométrique

L’analyse granulométriques du sol des fourmilières sont mentionnées dans la figure ci-dessous :

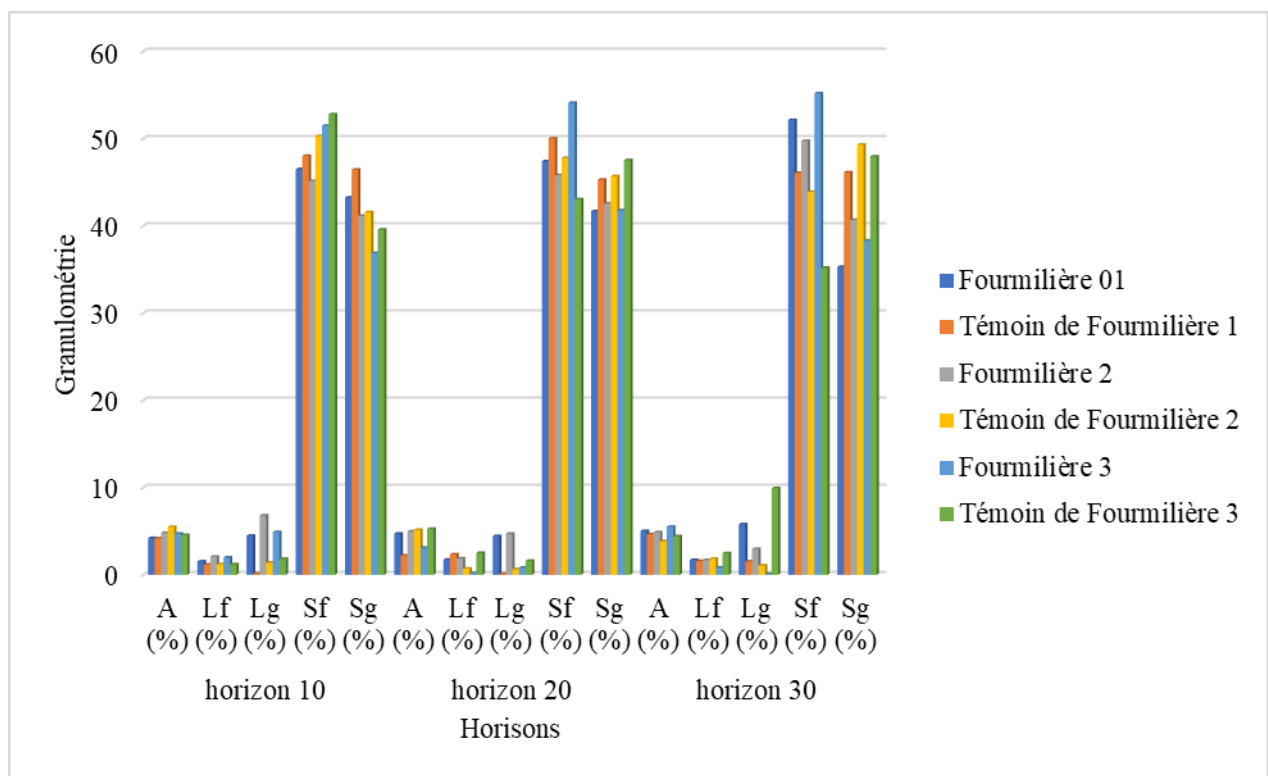


Figure 58 - Granulométriques du sol des fourmilières de *M. foreli*

D'après l'analyse du sol effectuée sur tous les échantillons et à tous les horizons. Les résultats ont démontré que le sol présente une texture sablonneuse et grossière (Fig. 58).

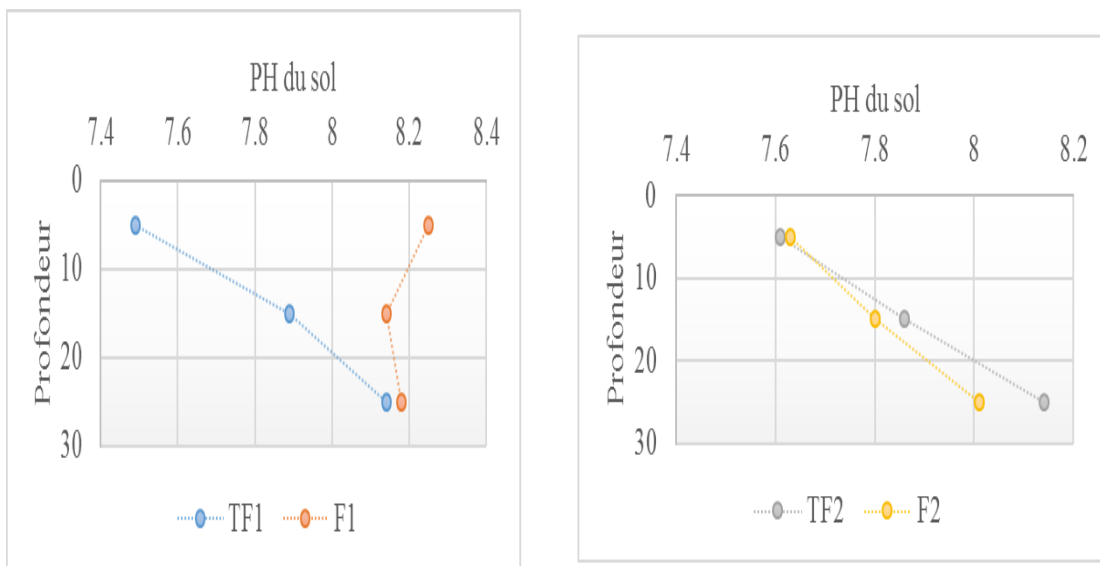
**2.3.4.4.2. – Analyse physico-chimique du sol**

Les analyses physicochimiques effectuées sur les échantillons de sol prélevés de trois fourmilières révèlent les résultats suivants.

**2.3.4.4.3. – pH du sol**

Les résultats montrent que le pH du sol des trois fourmilières varie entre (Fig. 59):

- 8,1 et 8,3 pour la fourmilière 1 = F1 ;
- 7,6 et 8 pour la fourmilière 2= F2 ;
- 7,9 et 8,1 pour la fourmilière 3= F3.



-a-

-b-

-c-

**Figure 59 - pH du sol (a, b et c)**

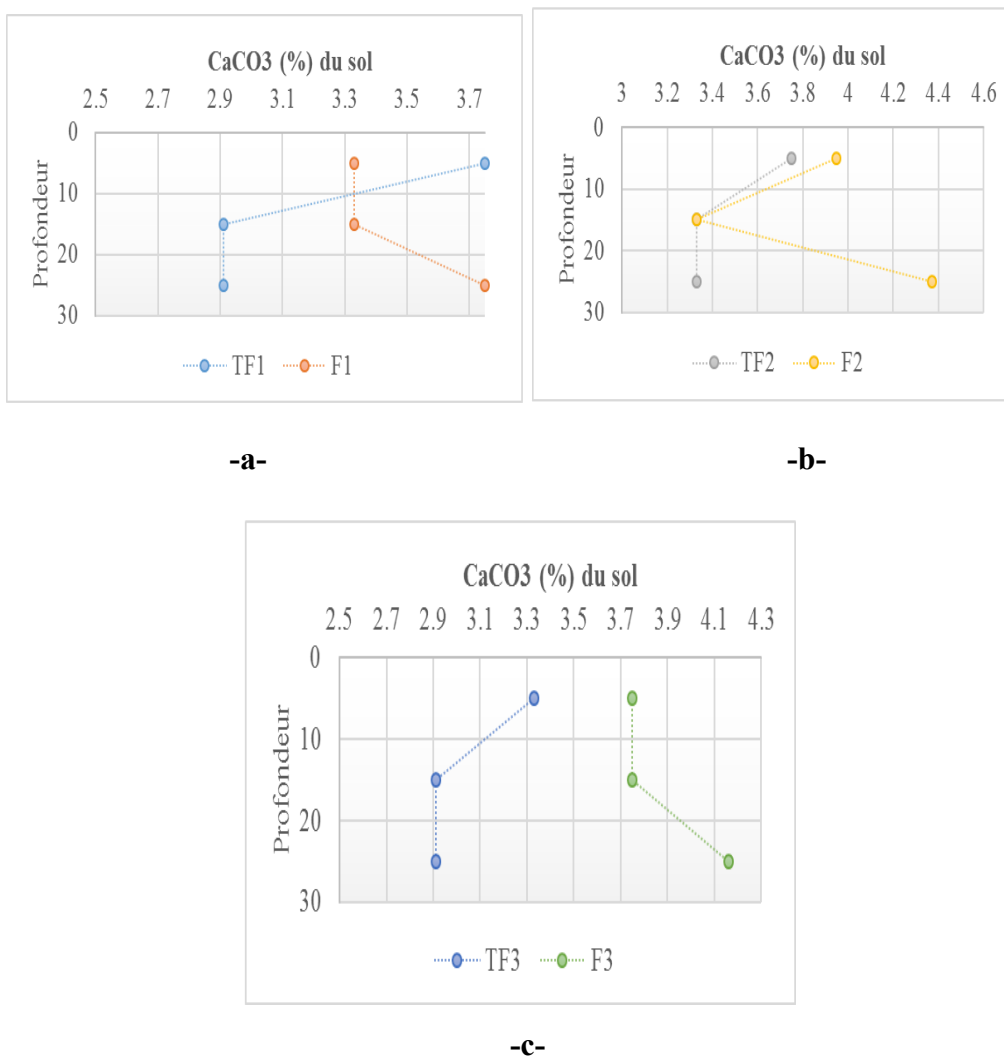
Ce résultat indique que le sol est moyennement alcalin, à l'exception du premier horizon de la fourmilière 2 à sol légèrement alcalin.

Par ailleurs, les résultats montrent que le pH du sol des trois témoins (TF1, TF2 et TF3) en fonction des horizons varie entre :

- 7,5 et 7,7 pour l'horizon 1 indiquent que le sol est légèrement alcalin ;
- (7,9 - 8,1) et (8,1) pour l'horizon (2 et 3) respectivement, indique que le sol de ce dernier est moyennement alcalin ;

**2.3.4.4.4. – Calcaire totale (CaCO<sub>3</sub>) (%) du sol**

Les résultats du calcaire total du sol des fourmilières sont mentionnés dans la figure 60 suivante.



**Figure 60 - Calcaire totale (CaCO<sub>3</sub>) (%) du sol (a, b et c)**

La figure 60, montre que le  $\text{CaCO}_3$  du sol des trois fourmilières varie entre (3,3 et 4,4). Les résultats montrent que plus on descend vers la profondeur du sol, plus le pourcentage de calcaire total est élevé. Contrairement à l'échantillon témoin, chaque fois que nous descendons vers la profondeur, il y a une diminution du pourcentage de calcaire total. Généralement, le rapport de calcaire total dans les échantillons de sol est très faible.

#### 2.3.4.4.5. – Conductivité électrique du sol

Les résultats de la conductivité électrique (1/5ms/cm) du sol des fourmilières sont mentionnées dans le tableau suivant:

**Tableau 9:** Conductivité électrique (1/5ms/cm) du sol

Profondeur	CE (1/5ms/cm)					
	T0F1	F1	T0F2	F2	T0F3	F3
10	1,8	1,1	1,6	2,2	1,6	1,6
20	2,4	1,5	1,0	2,1	1,9	1,4
30	1,6	1,4	0,8	1,1	1,6	1,4

En observant le tableau 9, les valeurs de conductivité électrique du sol des fourmilières (1, 2 et 3) variée entre (1,1 et 2,2) pour les trois horizons montrant que les trois types de sol sont peu salé à salé. Alors que, les résultats montrent que le CE du sol des trois témoins varie entre (1,6 et 2,4), indique que les sols sont salés.

#### 2.3.4.4.6. – Phosphore assimilable ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) du sol

La figure ci-dessous regroupe tous les résultats d'analyse de Phosphore assimilable ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) du sol des fourmilières :

D'après les résultats de l'analyse du sol pour tous les échantillons, la quantité de phosphore assimilable ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) présente dans le sol des premières et troisièmes fourmilières. On observe que les taux de Phosphore assimilable ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) dans la profondeur plus élevée, par rapport à la surface du sol. Il y a une faible quantité de phosphore dans certains échantillons, ce qui est insuffisant, telle que : l'échantillons témoin situé en dehors des fourmilières et l'horizon 3 du fourmilière 2.

En revanche, le deuxième échantillon, la proportion de phosphore assimilable ( $P_2O_5$ ) à tous les niveaux par rapport à l'échantillon témoin était très semblable.

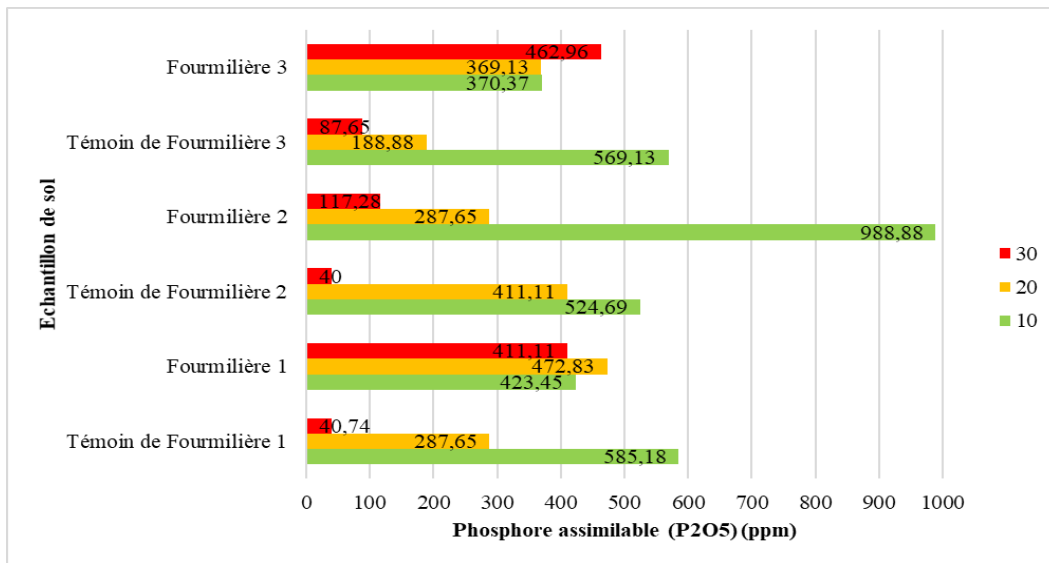


Figure 61 - Phosphore assimilable ( $P_2O_5$ ) du sol

2.3.4.4.7. – Matière organique du sol

Les matières organiques provenant du sol des fourmilières sont présentées dans la figure ci-dessous :

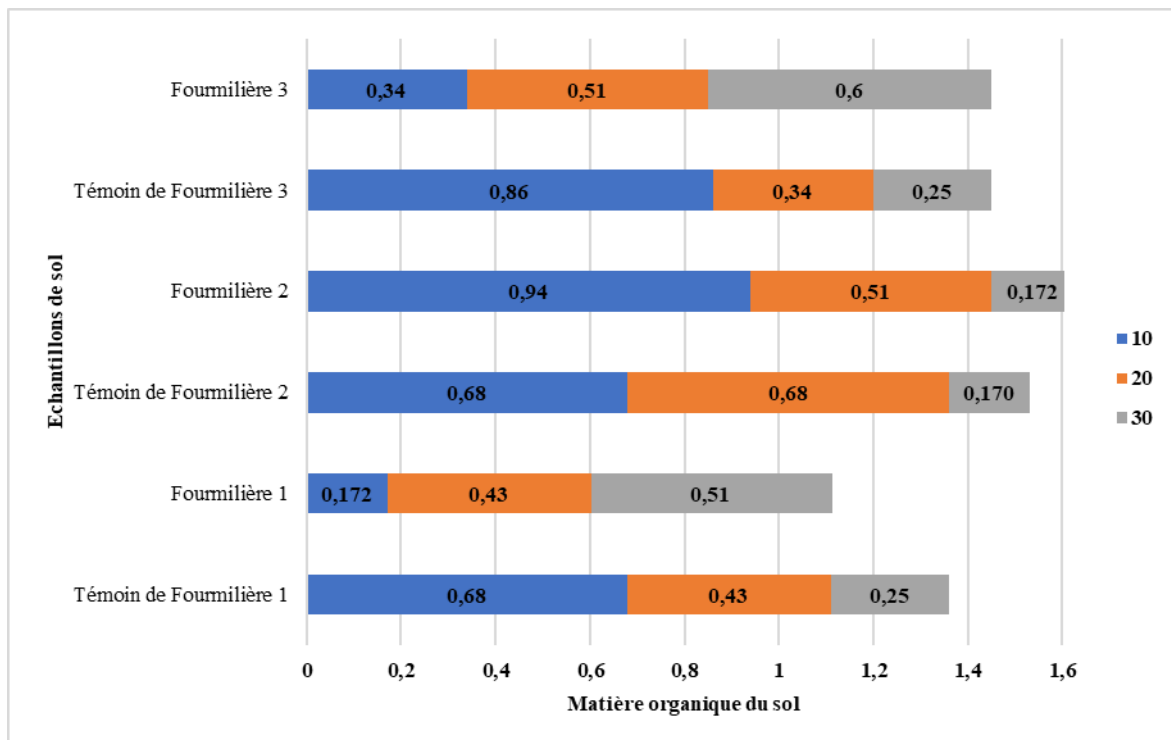


Figure 62 - Matière organique (MO) du sol

L'analyse de la composition organique du sol des fourmilières montre une variabilité de la MO en fonction de la profondeur (Fig. 62). La quantité de matière organique (MO) présente dans la profondeur dépasse celle présente à la surface du sol (fourmilière 1 et 3). Contrairement au témoin (situé en dehors des fourmilières) qui montre une MO élevée en surface du sol qui diminue en fonction de la profondeur. Au niveau du deuxième fourmilière, la proportion de matière organique à tous les niveaux était très semblable par rapport à l'échantillon témoin.

En ce qui concerne l'état des fourmilières N°2 échantillonnées sur le terrain, nous avons constaté que les nids étaient de plus petit diamètre et en nombre d'ouverture faible et que la colonie était en train de s'établir.

*Chapitre 3*  
*Discussions des résultats*

### Chapitre 3 – Discussions des résultats

Le chapitre actuel se concentre principalement sur la myrmécofaune échantillonnée dans les stations d'étude. Ensuite, l'effet de *Messor foreli* : sur la germination des grains récupérées dans les fourmilières, les caractéristiques du sol et l'estimation des pertes de production de céréales et l'impact des *M. foreli* sur le sol.

#### 3.1. – Discussions sur la richesse totale (S) des formicidés échantillonnés

La période d'études 16 espèces de fourmis sont capturés. Pour les variations spatiales, les captures de fourmis varient d'une station à une autre. Les plus riche en espèces sont les stations Guemar (palmeraie avec culture sous-jacente) et Miha saleh (Oliveraie). Avec 10 espèces, alors que les stations Robah et Ouarmes (Ghout abandonné) notent 9 espèces, les stations Trifaoui (palmeraie organisé) et Akfadou (palmeraie non organisé) ont en troisième position avec 8 espèces et 7 espèces à la station Ramtha (le pivot de céréale -blé-). Notre résultat est supérieur à CHEMALA *et al.* (2017) ont signalé 12 espèces de Formicidae à El Oued. Par contre le même auteur a trouvé un résultat de 20 espèces de fourmis a été signalé dont 16 espèces ont été échantillonnées dans le milieu naturel, 13 dans la palmeraie et 12 dans le milieu cultivé de la station des cultures maraichères. Par ailleurs, notre résultat est inférieur de celui de BEN ANDALLAH (2020) qui a mentionné 17 espèces de fourmis dans la région d'Ouargla grâce à la méthode des pots Barber. KHERBOUCHE (2015) a signalé 10 espèces de fourmis à la région de l'Oued souf.

Les résultats obtenus montrent également que la richesse spécifique de fourmis sont plus importantes dans l'agrosystème intacte que dans l'agrosystème perturbé. Cela pourrait s'expliquer par les différentes pressions exercées par les activités humaines sur le milieu. D'une manière globale, la présence de fourmis varie selon les environnement étudiés fermé /protégé et ouvert / perturbé (YEO, 2000). La diversité des fourmis est extrêmement importante et ces organismes sont extrêmement vulnérables aux actions humaines (FOLGARAIT, 1998)

#### 3.2. – Discussion sur l'effectifs des formicidés échantillonnés

L'effectif globale des fourmis les plus élevées ont été enregistré dans a Ramtha avec 2757 individus suivis par la station Ouarmes (Ghout abandonné) avec 1770 individus ont été récoltés. 950 individus ont été recensés dans la station Guemar (palmeraie avec culture sous-jacente). 893 individus a été enregistré dans la station Miha saleh (Oliveraie).

Les valeurs moins d'effectif de fourmis soient : 605 et 637 échantillonnées dans les stations Akfadou (palmeraie non organisé) et Trifaoui (palmeraie organisé) respectivement. CHEMALA (2019) avec la même méthode d'échantillonnage a signalé une valeur de 273 individus dans la station Trifaoui (cultures maraîchères) et une valeur de 306 individus dans la palmeraie de Trifaoui. La valeur d'effectif de fourmis avec 174 individus de fourmis a noté dans le milieu naturel. GEOFFROY (1800) a mentionné que, il y a des conditions qui contrôlent l'activité des fourmis qui les rendent inactives. De la même manière que ces conditions lui conviennent, elle reprend son activité et se met à la recherche d'aliments. CAGNIANT (1973) ajoute qu'en Algérie la période qui s'étend de l'avril à la fin juillet est le moment idéal pour collecter des échantillons de fourmis.

### 3.3. – Discussion sur l'abondance relative des formicidés échantillonnés

En fonction des sous-familles, nos résultats nous a permis de recenser trois sous-familles et neuf genres (Dolichoderinae, Myrmicinae, Formicinae) signalent la dominance de des Myrmicinae (62,50 %). De même dans le nord-est du Sahara, CHEMALA et al. (2017) dans les mêmes régions, notent la dominance des Myrmicinae (62,9 %), suivies par Formicinae (29,63 %) et Dolichoderinae (7,41 %). Aussi ces résultats sont conformes à ceux des BEN ANDALLAH (2020) et AMARA (2020), a trouvé 3 sous-familles (Dolichoderinae, Formicinae et Myrmicinae) avec la prédominance des Myrmicinae. Le même DJIOUA et al. (2015) et BARECH et al. (2016) ou les Myrmicinae sont classé en premier position et les Dolichoderinae dans la troisième dans la partie nord du parc national de Djurdjura. BOROWIEC (2014) ont montrés qu'en Afrique du nord, où les Mirmicinae (20 genres et 262 espèces) dominent les autres sous familles, notamment les Formicinae (122 espèces), les Dolichoderinae (17 espèces) et les Ponerinae (8 espèces). D'après KOUAKOU (2010), les Formicinae ont une incidence plus élevée dans le milieu dégradée.

En fonction des espèces : *Messor arenarius*, est caractérisée par la valeur la plus élevée de l'abondance relative dans La station Trifaoui (palmeraie organisé) avec 37,99%. Puis vient en seconde position *Pheidole palludila* avec 16,95%. L'espèce *Pheidole palludila* la plus élevée dans la station Guemar (palmeraie avec culture sous-jacente) avec 40,53 %. L'espèce *Messor arenarius* est la plus répandue dans la palmeraie non entretenue de la station Akfadou (palmeraie non organisé), avec une abondance de 53,55%. L'espèce *Cataglyphis bombycina* dans la station Robah (Ghout organisé), a une abondance de 42,47%. L'espèce *Messor aegyptiacus* a enregistré la valeur élevée dans la station Ouarmes (Ghout abandonné)

avec 39,27%. De plus, Dans la station Miha saleh (Oliveraie), l'espèce *Cataglyphis bombycina* a enregistré la valeur d'abondance relative la plus élevée avec 39,19%, suivie par *Pheidole pallidula* avec 16,24%. L'espèce *Messor foreli* a enregistré la valeur d'abondance la plus élevée dans le pivot de céréale (blé) à Ramtha, avec une abondance de 60,32 %.

CHEMALA (2019) pour la même région a trouvé l'espèce *Messor arenarius* la plus abondante dans la station des cultures maraîchères avec 35,16% et *Pheidole pallidula* a enregistré la valeur élevée dans la palmeraie de Trifaoui et le milieu naturel avec une valeur de 30%. La même auteure dans la région d'Ouargla a noté que l'espèce *Monomorium subopacum* la plus abondante dans le milieu naturel avec 98,24%. Alors que *Pheidole pallidula* la plus dominante de la culture M avec 50,36%. L'espèce *Tapinoma nigerrimum* est la plus abondante dans la palmeraie avec 31,23%. D'après CAGNIANT (1973), toutes les fourmis du genre *Messor* se nourrissent de graines. Ainsi, nous avons estimé que cette prédominance de *M. foreli* dans la station Ramtha peut être associée au facteur trophique de ces cultivateurs de graines. BARECH et al. (2016), a signalé que la dominance de *Monomorium* sp. et *Tetramorium biskrense* dans la région de Chotte El Hodna. CAGNIANT (1968) montre que les espèces du genre *Cataglyphis* sont présentes en Afrique du Nord, depuis le bord de la mer jusqu'au Hoggar. Ainsi, BERNARD (1956) confirme que l'espèce *Pheidole pallidula* est très répandue en Méditerranée. Cela se traduit par leur prédominance dans les stations d'études.

Le lieu d'étude, la qualité de la végétation, le temp et les méthodes et l'environnement d'échantillonnage peuvent expliquer la différence des résultats.

### 3.4. –Discussions des valeurs l'indices de diversité de Shannon-Weaver

Dans les stations d'étude, les valeurs de l'indice de Shannon elles varient entre 1,5 et 2,5 bits. Les valeurs élevées indiquent une diversité remarquable des espèces de formicidés dans les stations d'étude.

Le même résultat a signalé par CHEMALA (2019), la région d'el-Oued, les valeurs varient entre 2,36 bits et 2,40 bits. et dans la région Djamaâ l'indice de Shannon entre 2,83 bits et 3,02 bits.

### 3.5. – Discussions des valeurs de l'indice de Pielo (E) obtenues pour les individus des formicidés des stations d'étude

---

Les valeurs d'indice de Pielo (E) varient entre 0,5 à 0,8. Ces valeurs tendent vers 1, cela reflète une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des espèces des formicidés échantillonnées. Par ailleurs, CHEMALA (2019) montre que, les valeurs proches de 1. Aussi ce résultat confirme les résultats de GUEHEF et al. (2015) pour la région du Souf et Ouargla. Ces résultats sont similaires à ceux de BOUZEKRI et al. (2010). Ils indiquent un indice de Pielo qui tend vers la valeur un, ce qui indique un équilibre entre les espèces trouvées dans la région de Djelfa.

### 3.6. – Discussions des analyses multidimensionnelles appliquée aux fourmis

Pour ce qui concerne, la répartition des espèces en fonction des quadrants, il est à remarquer que l'espèce *Messor sp* associé aux palmeraies non organisées. Cependant, l'espèce *Monomorium subopacum* affecté Ghout organisé. Et les espèces *Cataglyphis bicolor*, *Cataglyphis bombycina* et *Messor arrenarius* qui présente sur tous les stations. En utilisant l'analyse en composantes principales (ACP) sur les fourmis capturées dans l'est algérien, ZAIDI (2021) démontre que le genre *Messor* est lié aux habitats agricoles tandis que *Tapinoma nigerrimum* est affecté par le milieu aquatique, qu'il soit du lac ou du barrage. Par conséquent, les genres *Camponotus* et *Monomorium* sont associés au milieu forestier tandis que celui de *Cataglyphis* se rencontre dans divers habitats sélectionnés.

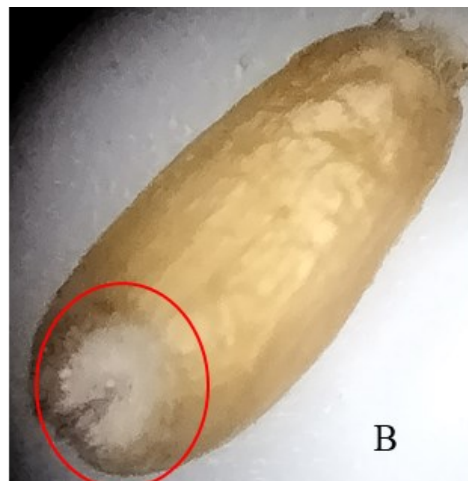
### 3.7. - Discussions des tests de germination des grains récupérées dans les fourmilières de *Messor foreli*

Les résultats d'expérimentation permettent d'observer que les graines de blé récupérées par *Messor foreli* ne germent pas. Les résultats peuvent être expliqués : Ces graines ont été détruites, la partie responsable de la germination (Fig. 40)

(Photo originale)



**Figure 63** - Graines de blé °



**Figure 64** - Graines récupérées par  
*Messor foreli*

La plupart des régions du monde connaissent des interactions entre les graines et les fourmis (BEATTIE 1983, 1985). Selon PIJL (1972), les réserves de l'élaïosome renferment de la nourriture, principalement des lipides, mais parfois des protéines, de l'amidon et des vitamines, qui sont une source d'attraction pour les fourmis. La graine ne se développe pas avant l'élimination de l'élaïosome. PACINI (1990) a noté que, si les fourmis parviennent à détruire la couche malpighienne, ils peuvent s'approprier une grande quantité de bois. Au fil du temps, il est possible que cette couche dure soit enlevée ou ramollie par des bactéries et/ou des moisissures présentes à l'intérieur des réserves de semences. Selon le même auteur, la petite taille de la graine peut causer des dommages à l'embryon ; si on enlève trop peu de carillons, les graines ne germent pas.

L'expérimentation n'a pas empêché la germination des graines non pelées de mauvaise herbe collectées dans le nid des fourmis, mais elles sont empêchées de germer pendant qu'elles sont dans le nid. Selon PACINI (1990), il est possible d'expliquer ce phénomène par la lumière nécessaire à la germination des graines ; le microenvironnement dans lequel les graines sont stockées contient une quantité d'eau insuffisante pour la germination et le microenvironnement dans lequel les graines sont stockées contient un gaz qui empêche la germination. Le même PRISTELY (1986) a confirmé que, la germination des graines est affectée par des concentrations d'oxygène faibles ou élevées de dioxyde de carbone.

---

### 3.8. - Discussions des caractéristiques du sol des fourmilières de *Messor foreli*

Les résultats indiquent que le sol sont destinés à l'acide alcalin. Cela peut avoir un impact significatif sur absorption des nutriments de la pointe de la plante, notamment des microéléments et du phosphore. Généralement, le rapport de calcaire total dans les échantillons de sol est très faible. Les échantillons peu salés et salés, D'après les résultats, en explique que les changements chimiques du sol dans les nids de fourmis sont principalement causés par le mélange du sol causé par l'excavation de couches de sol plus profondes, l'enrichissement du substrat par les fourmis (par le reste de la nourriture, les excréta, etc.) et les interactions de la chimie du nid avec d'autres éléments physiques, ainsi que les paramètres chimiques et microbiens du nid (FROUZ et al., 2003). Par ailleurs, il faut rappeler que les fourmis ont un impact sur la biodiversité microbienne des sols et des plantes (BOLTON et AMBERMAN, 2006 ; SANDERS et VAN VEEN, 2011).

Le sol est mélangé verticalement par les fourmis, ce qui entraîne des changements significatifs dans la composition chimique, la structure du sol, l'infiltration d'eau dans les nids et une altération de la faune et des communautés végétales (DOSTAL et al. 2005 ; BOULTON & AMBERMAN 2006 ; CAMMERAAT & RISCH 2008 ; FROUZ & JILKOVA 2008 ; DE ALMEIDA, et al., 2020). Selon nos résultats on observe que les taux de Phosphore assimilable plus élevée dans la profondeur que à la surface du sol. D'après FROUZ et al. (2003), la grande quantité de phosphore libérée dans les nids *Lasius niger* était associée à l'apport élevé de P avec la nourriture et à la dégradation rapide de la matière organique à l'intérieur des nids. Le même auteur a confirmé nos résultats dans son étude dans les sols alcalins où il a trouvé la teneur en P disponible dans le nid de *Lasius niger* était plus élevée que dans le sol environnant. Cependant, *M. barbarus* a un impact positif sur la réhabilitation du sol et de la végétation dans une prairie sèche dégradée (DE ALMEIDA et al., 2020).

Parmi les fourmis, certaines se débarrassent des graines dès que la partie comestible est consommée. Cependant, la graine peut être laissée dans une chambre abandonnée du nid, près de l'entrée du nid avec d'autres déchets organiques, ou dans le sol si la partie comestible est consommée à l'extérieur du nid (BEATTIE et LYONS 1975 ; BEATTIE 1983 ; LACK et KAY 1987). Cela conformé, l'augmentation de la quantité de matière organique à l'intérieure de nid de *Messor foreli*. Donc, on conclut que les *M. foreli* agissent essentiellement comme des ingénieurs du sol, redistribuant les nutriments et les matières organique dans l'agrosystème.

---

### 3.9. – Discussions des pertes de production de céréales

La production potentielle moyenne la plus élevée est estimée sur la culture de *T. durum* avec 408,0g/m<sup>2</sup> (dose de semi = 2qx/ha), par contre la plus faible a été notée sur *T. aestivum* avec 260 g/m<sup>2</sup> (dose de semi =2,5qx/ha). Ce résultat est dû probablement à la variation de la variété, la dose et la date de semis (AMOKRANE et al., 2002). Le nombre de fourmilières de *Messor foreli* présentes dans chaque pivot varie entre 139 et 519 nids. Ce résultat confirme les observations de BARALBAR et al. (2011) qui ont montré que les populations de *M. barbarus* peuvent atteindre une densité moyenne de 468 nids / ha sur céréales dans une région semi-aride. Par contre dans la forêt de Bandia (Sénégal), le nombre des fourmilières de *M. galla* est faiblement recensé, variant en fonction du temps et l'espace entre 0,25 et 1,3 nids actifs/ha (GILLON et al., 1983). Il est également opportun de mentionner l'âge des parcelles qui peut influencer la présence et la densité de fourmilières. Dans la présente étude, les soles sous pivots 1 et 2 sont mises en culture depuis 4 ans, alors que celles sous pivots 3 et 4 sont plus âgées (plus de 20 ans), ce qui explique le maintien des fourmis et leurs densités élevées dans ces derniers pivots par rapport aux autres. En effet, certaines espèces du genre *Messor* préfèrent les milieux

---

ouvert et ensoleillé à végétation trop dense et dans un milieu ouvert et ensoleillé (BLATRIX et al., 2016). Alors que d'autres comme le cas de *M. capitalus* préfère systématiquement des sites liés à l'activité anthropique ancienne, ou encore des sols entretenus mais sans caractéristiques d'expansion (LEBAS, 2021).

Outre, les fourmilières ont occupé jusqu'à 0,009% de la superficie totale cultivée soit le taux le plus élevé. Cela est dû à la fois à l'entretien de cultures et au système d'irrigation adopté (aspersion sous pivot).

Pour ce qui des pertes totales de la production, les valeurs varient entre 8,66 (pivot 2) et 17,65 % (pivot 4) de toute la superficie cultivée sous pivot. La contribution de *M. foreli* semble faible en fluctuant entre 0,004% (1,93qtx pivot 1) et 0,01% (2,43qtx pivot 4), reflétant donc un effet négligeable sur la production comparée à celui des autres pertes du poids variant entre 75,98 et 163,47qx/pivot.

Il faut rappeler que ces pertes sont dues spécialement aux plages vides occupées par les fourmilières de *M. foreli*, sans tenir compte des pertes directes sur les épis et le stock des graines dans les nids. De ce fait, ce résultat est amplement inférieur à celui obtenu par GILLON et al. (1983), qui déclarent, sur la production et la consommation de graines en milieu Sahélo-Soudanais au Sénégal, que la fourmi *M. galla* a diminué la production d'environ 0,4 à 2 %, en association avec les effets de deux autres groupes granivores, les rongeurs (1 à 15%) et les oiseaux (6 à 26%). Cette situation a été notée dans les zones désertiques américaines et australiennes où les rongeurs et les fourmis sont les principaux prédateurs de graines (BROWN et al., 1979 ; GRAETZ, 1981 ; LUDWIG et WHITFORD, 1981 ; WAGNER et GRAETZ, 1981).

# *Conclusion*

## **Conclusion**

L'étude des Formicidae dans les agrosystèmes de sept stations situées dans les régions de Souf et Ouargla, suite à l'utilisation de pots Barber, a conduit aux observations suivantes :

Dans les stations d'étude, on a recensé plus d'une quinzaine d'espèces de fourmis réparties en trois sous-familles. Les Myrmicinae sont les plus riches en espèces, suivies par les Formicinae, et en dernière position les Dolichoderinae. Ces espèces appartiennent à neuf genres différents :

En ce qui concerne la diversité des fourmis dans les stations, les résultats des piégeages sont diversifiés dans les différents milieux agricoles. Certaines espèces présentent une large distribution, tandis que d'autres adoptent un milieu spécifique déterminé en fonction de leurs conditions favorables.

Par exemple, *Lasius niger* est la plus répandue dans la station Trifaoui (palmeraie organisée), tandis que l'espèce *Lasius claviger* a enregistré la valeur d'abondance relative la plus élevée dans la station Guemar (palmeraie avec culture sous-jacente). Dans la palmeraie non entretenue de la station Akfadou, *Lasius claviger* est la plus répandue. Dans la station Robbah (Ghout organisé), *Lasius claviger* a enregistré la valeur d'abondance relative la plus élevée, tandis qu'à Ouarmes (Ghout abandonné), *Lasius claviger* a été la plus abondante. Dans la station Miha Saleh (oliveraie), *Lasius claviger* a été la plus fréquemment observée. Enfin, l'espèce *Lasius claviger* est la plus répandue dans la station Ramtha.

Les résultats de notre étude sur la fréquence d'apparition des espèces de fourmis dans les différentes stations révèlent une diversité intéressante au sein des Formicidae. À la station Trifaoui, la catégorie accidentelle prédomine, avec *Lasius claviger* et *Lasius niger* qui montrent des fréquences notables. La station Guemar présente également une forte apparition des espèces accidentelles, telles que *Lasius claviger*, qui se distingue par sa régularité dans les différentes stations d'étude.

À Akfadou, la domination des espèces accidentelles, notamment *Lasius claviger*, témoigne d'un environnement propice à leur développement. La station Robbah présente un schéma

similaire, avec des espèces accidentelles en tête, mais également une représentation significative d'espèces rares.

Cependant, les stations Ouarmes et Miha Saleh montrent une cohabitation des catégories accidentelles et accessoires, indiquant une flexibilité des espèces face aux variations de l'habitat. Enfin, la station Ramtha met en lumière un équilibre entre les espèces accessoires et régulières, soulignant la complexité des écosystèmes étudiés.

Les valeurs élevées de l'indice de diversité de Shannon-Weaver expriment la diversité des Formicidae échantillonnées dans les milieux étudiés. De plus, les valeurs d'équitabilité tendent vers 1 pour tous les stations, ce qui reflète une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des espèces de fourmis échantillonnées.

Les expérimentations de tests de germination des grains récupérés par [redacted] dans les fourmilières ont permis d'observer que cette espèce influence négativement la capacité germinative des graines de blé récupérées, entraînant leur destruction et empêchant leur germination. En revanche, les fourmis n'ont pas d'effet sur la germination des graines de mauvaises herbes (Amaranthaceae) collectées dans le nid.

Les analyses pédologiques révèlent que les sols analysés présentent une tendance vers l'acidité alcaline, ce qui pourrait avoir des conséquences notables sur l'absorption des nutriments par les plantes, en particulier pour les microéléments et le phosphore. De plus, le rapport de calcaire total dans les échantillons de sol est très faible, indiquant une faible capacité de rétention des nutriments. Nous avons également observé des variations de salinité entre les échantillons, avec des taux de phosphore assimilable plus élevés en profondeur qu'à la surface. Enfin, l'augmentation de la matière organique à l'intérieur des nids de *Messor foreli* souligne l'importance des fourmis dans la dynamique des sols et leur rôle potentiel dans l'amélioration de la fertilité du sol.

De plus, cette espèce joue un rôle important dans l'amélioration des paramètres physico-chimiques des sols, tels que la diminution du pH et de la salinité. Les galeries profondes des fourmilières favorisent une meilleure infiltration de l'eau et une lixiviation des sels, contribuant ainsi à la remédiation des sols dégradés.

Par ailleurs, [redacted] agit principalement comme un ingénieur du sol, redistribuant les nutriments et la matière organique dans les agrosystèmes. Bien que les fourmilières de cette espèce occupent une surface relativement faible, elles peuvent causer des pertes significatives

en termes de graines consommées et stockées dans les fourmilières, ce qui assure leur maintien dans les zones désertiques à faible ressources alimentaires, notamment les pivots.

### Perspectives

Explorer les interactions entre les fourmis et d'autres organismes, y compris les relations symbiotiques avec les plantes, les insectes et les champignons, ainsi que les interactions compétitives ou prédatrices avec d'autres espèces. Une compréhension approfondie de ces relations fournira des informations sur l'importance des fourmis dans les écosystèmes et sur les mécanismes qui maintiennent la biodiversité.

Analyser les schémas de répartition géographique des espèces de fourmis dans la région d'étude en cartographiant les zones de diversité élevée, en identifiant les hotspots de biodiversité et en examinant les facteurs historiques qui ont influencé la distribution actuelle des espèces. La biogéographie permettra d'obtenir des informations sur les processus évolutifs, les corridors de dispersion et les zones prioritaires pour la conservation.

Évaluer l'impact des perturbations environnementales telles que le changement climatique, la déforestation, l'agriculture intensive ou l'utilisation de pesticides sur la biodiversité des fourmis. Une compréhension approfondie de la réaction des fourmis à ces perturbations aidera à prédire les changements futurs dans la composition des communautés de fourmis et à élaborer des mesures d'atténuation appropriées.

Mettre en évidence le rôle crucial des fourmis en tant qu'ingénieurs du sol, améliorant les propriétés physico-chimiques des sols et influençant la distribution des ressources végétales dans les environnements arides. Ces résultats favoriseront de futures recherches sur la conservation des sols, l'agriculture durable et la gestion des ressources dans ces écosystèmes spécifiques.

Examiner l'impact des fourmis sur les rendements des autres cultures, car les fourmis stockent et consomment des graines, ce qui peut influencer la répartition et la survie des plantes dans les environnements arides. Une étude de l'interaction entre les fourmis et les plantes, en particulier dans les régions où les ressources alimentaires sont limitées, offrira des perspectives sur la gestion des ressources et la conservation de la biodiversité.

Souligner l'importance des interactions chimiques entre le nid des fourmis et les éléments physiques du sol. Des études supplémentaires pourraient se concentrer sur une analyse plus

détaillée de ces interactions, en identifiant les composés chimiques impliqués et en étudiant leur influence sur l'écosystème environnant.

# *Références*

Références

1. **AHLGREN, P., JARNEVING, B., et ROUSSEAU, R., 2003** - Requirements for cocitation similarity measure, with special reference to Pearson's correlation coefficient. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54(6), 550-560.
2. **AMARA Y., TLIBA H., BOUNACEUR F. et DAOUDI S., 2020** – Diversity, richness and composition of Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in the pre-Saharan steppe of Algeria. *Sociobiology* 67(1): 48-58.
3. **AMOKRANE A., BOUZERZOURE H., BENMAHAMMED A., DJEKOUN A., MEKHLOUF A., 2002** - Étude comparative des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) d'origine algérienne, syrienne et européenne sous climat de type méditerranéen. *Sciences & Technologie*, pp. 33-38.
4. **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.
5. **AUBERT, G., 1978** - Méthodes d'analyses des sols. Ed. C.R.D.P., Marseille, 191p.
6. **AZCÁRATE, F. M. et PECO, B., 2006** – Effects of seed predation by ants on Mediterranean grassland related to seed size. *Journal of Vegetation Science*, 17(3), 353-360.
7. **AZCÁRATE, F. M., et PECO, B., 2007** – Harvester ants (*Messor barbarus*) as disturbance agents in Mediterranean grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 18(1), 103-110.
8. **BAIZE, D., 2000**. Teneurs totales en « métaux lourds » dans les sols français : résultats généraux du programme ASPITET. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, no 40, 39-54.
9. **BARAIBARA, B., TORRA J. et WESTERMAN R. P., 2011.** – Harvester ant (*Messor barbarus* (L.)) density as related to soil properties, topography and management in semi-arid cereals. *Applied Soil Ecology*, 51: 60–65.
10. **BLATRIX, R. LEBAS, C. GALKOWSKI, C. WEGNEZ, P. PIMENTA R. & MORICHON D. 2016.** – Vegetation cover and elevation drive diversity and composition of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in a Mediterranean ecosystem. *Myrmecological News*, 22: 119–127.

11. **BARECH KHALDI, G., 2014** – *Contribution à la connaissance des fourmis du nord de l'Algérie et de la steppe*. Thèse Doctorat. Agr, Inst. Nat. Agro., El Harrach, 265 p.
12. **BARECH, G. et DOUMANDJI, S., 2002** – Clef pédagogique de détermination des fourmis (Hymenoptera, Formicidae). *Ann. Inst. Nat. Agro., El Harrach*, 3, 22.
13. **BARECH, G., KHALDI, M., BOUJELAL, F. Z. et ESPADALER, X., 2018** – Diversité et structure de la myrmecofaune aux abords du barrage El Ksob en Algérie : nouvelle citation pour *Aphaenogaster rupestris* Forel, 1909 (Hymenoptera : Formicidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 62, 253–258
14. **BARECH, G., KHALDI, M., ESPADALER, X. et CAGNIANT, H., 2020** – Révision taxonomique du genre *Messor* (Hymenoptera, Formicidae) au Maghreb et description de *Messor hodnii* sp. n., une nouvelle espèce de fourmi trouvée en Algérie. *Revue suisse de Zoologie*, 127(1), 9-19.
15. **BARECH, G., KHALDI, M., ZIANE, S., ZEDAM, A., DOUMANDJI, S., SHARAF, M., et ESPADALER, X., 2016** - A first checklist and diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) of the saline dry lake Chott El Hodna in Algeria, a Ramsar Conservation Wetland. *African entomology*, 24(1), 143-152.
16. **BEATTIE, A. J. et HUGHES, L., 2002** – Ant–plant interactions. *Plant–animal interactions: an evolutionary approach*, 211-235.
17. **BEATTIE, A. J. et LYONS, N., 1975** – Seed Dispersal in *Viola* (Violaceae): Adaptations and Strategies. *American Journal of Botany*, 62(7), 714.
18. **BEATTIE, A.J. 1985** – *The Evolutionary Ecology of Ant Plant Mutualisms*. Cambridge University Press, Cambridge.
19. **BEATTIE, A.J., 1983** - *Distribution of ant-dispersed plants*. In: Kubitzki, K. (Ed.), *Dispersal and Distribution*. Sonderbaende des Naturwissenschaftlichen Vereins – Parey, pp. 249–270.
20. **BEN ANDALLAH, S., 2020** – *Bio-écologie des Formicidae et leur impact dans les régions sahariennes : Cas des milieux agricoles*. Thèse Doctorat. Agr., Univ. Ouargla, 104p.
21. **BENKHELIL M.L., 1991** - *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office Pub. Univ. (O.P.U.), Alger, 88 p.
22. **BERNARD F., 1954** – Une fourmi nouvelle : *Cataglyphis halophila* nichant au milieu du Chott Djerid. *Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie*, 6 : 47-56.
23. **-BERNARD F., 1956** – Remarque sur le peuplement des Baléares en Fourmis. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 47 : 254-266. 22.

24. **BERNARD, F., 1968** – *Les fourmis (Hyménoptère, Formicidae) d'Europe occidentale et septentrionale*. Ed. Masson et Cie, paris coll. faune d'Europe et du bassin méditerranéen, Paris, 441 p.
25. **BERNARD, F., 1971** – Comportement de la fourmi *Messor barbara* (L.) pour la recolte des graines de *Trifolium stellatum* L. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 62, 15-20.
26. **BLONDEL J., 1979** – *Biogéographie et écologie*. Collection d'Ecologie Ed. Masson, Paris, 15 :173 p.
27. **BOLTON B., 2020** – *An online catalog of the ants of the world*. <https://www.antcat.org>.
28. **BOLTON, B., 2003** – *Synopsis and classification of Formicidae*. Memoirs of the American Entomological Institute, Gainesville, Florida, 71: 1–370.
29. **BOROWIEC, L. et SALATA, S., 2014** – Review of Mediterranean members of the *Aphaenogaster ceconii* group (Hymenoptera: Formicidae), with description of four new species. *Zootaxa*, 3861(1), 40-60.
30. **BOTTINELLI, N., JOUQUET, P., CAPOWIEZ, Y., PODWOJEWSKI, P., GRIMALDI, M. et PENG, X., 2015** – Why is the influence of soil macrofauna on soil structure only considered by soil ecologists. *Soil and Tillage Research*, 146, 118-124.
31. **BOULTON, A. M. et AMBERMAN, K. D., 2006** – How ant nests increase soil biota richness and abundance: a field experiment. *Biodiversity & Conservation*, 15, 69–82.
32. **BOUZEKRI M.A., 2008** – *Bioécologie des quelques fourmis et leur relation avec les plantes dans trois stations de la région de Djelfa*. Mém. Ing. Agro., Inst. Nat. Agro., El Harrach, 74p.
33. **BOUZEKRI, M., DAOUDI-HACINI, S., CAGNIANT, H., & DOUMANDJI, S., 2015** – Etude comparative des associations (plantes-fourmis) dans une région steppique (cas de la région de Djelfa, Algérie). *Lebanese Science Journal*, 16(1), 69-77.
34. **BOUZEKRI M., DAOUDI-HACINI S., et DOUMANDJI S., 2010-** Bioécologie des fourmis et leur relation avec les plantes dans trois stations à Djelfa. *Journées nat. Zool. agri. for.*, 19-21 avril 2010, Dép. Zool. agro. for., Inst. nati. agro. El Harrah, 161 p.
35. **BULOT, A., PROVOST, E., & DUTOIT, T., 2016** – Refuse pile turnover by harvester ants (Hymenoptera: Formicidae) increases seed density and seedling species richness in dry grasslands. *Myrmecological News*, 23, 91-100.
36. **CAGNIANT H., 1966** - Clé dichotomique des fourmis de l'Atlas blidéen. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 56 : 26-40. 22.

- 
37. **CAGNIANT H., 1968** - Liste préliminaire de fourmis forestières d'Algérie, résultats obtenus de 1963 à 1966. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 104 : 138-147.
38. **CAGNIANT H., 1969** - Sur deux *Aphaenogaster* rares d'Algérie (Hyménoptères Formicidae, Myrmicinae). *Insectes Sociaux*, 16: 103-114.
39. **CAGNIANT H., 1970** - Deuxième liste de fourmis d'Algérie récoltées principalement en forêt (1re partie). *Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse*, 105, 405-430.
40. **CAGNIANT H., 1973** - *Les peuplements des fourmis des forêts algériennes. Ecologie biocénotique, essai biologique*. Thèse Doctorat. Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 464 p.
41. **CAGNIANT H., 1996** - Les *Aphaenogaster* du Maroc (Hymenoptera : Formicidae), Clef et Catalogue des espèces. *Ann. Soc. Entomol. France.*, 32 (1) : 67-85.
42. **CAGNIANT H., 2009** - Le Genre *Cataglyphis* Foerster, 1850 au Maroc (Hyménoptères Formicidae). *Orsis*, 24 : 41-71.
43. **CAMMERAAT, E. L. H. et RISCH, A. C., 2008** – The impact of ants on mineral soil properties and processes at different spatial scales. *Journal of Applied Entomology*, 132 (4), 285–294.
44. **CHEHMA A., 2006.-** *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien*. Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides, Univ. Ouargla, 140 p.
45. **CHEMALA, A., 2019** – *Etude myrmécologique dans quelques zones du Sahara de l'Algérie*. Thèse Doctorat Dép. Zool. agro. for., Inst. nati. agro. El Harrah, 213p.
46. **CHEMALA, A., BENHAMACHA, M., EL HADJ, M. D. O., MARNICHE, F., et DAOUDI, S. 2017** – A preliminary list of the ant fauna in northeastern Sahara of Algeria (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 64(2), 146-154.
47. **CHRISTIAN, C. E., 2001** – Consequences of a biological invasion reveal the importance of mutualism for plant communities. *Nature*, 413(6856), 635-639.
48. **CLEMENT, M et FRANÇOISE P., 2003** – *Analyse chimique des sols Méthodes choisies*. Editions TEC&DOC. Paris. p23-292.
49. **-D.S.A., 2016** – Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information.
50. **DAGET, P., GODRON, M., & ELLENBERG, H. (1982)**. *Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés*. Collection "Ecologie" Masson Ed *Ecologia Mediterranea*. 8-4, 206p.

51. -DAGNELI P., 1975 – Analyse Statistique a Plusieurs Variables, Vander, Paris, 339-351 p.
52. -DAJOZ R., 1982- *Précis d'écologie*. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p
53. DE ALMEIDA, T., BLIGHT, O., MESLÉARD, F., BULOT, A., PROVOST, E., et DUTOIT, T., 2020 – Harvester ants as ecological engineers for Mediterranean grassland restoration: Impacts on soil and vegetation. *Biological Conservation*, vol. 245, 108547p.
54. DEHINA N., 2009 – Systématiques et essaimage de quelques espèces de Fourmis (Hymenoptera, Formicidae) dans deux régions de l'Algérois. Mémo. Magister Sci. Agro., Inst. Nat. Agro., El Harrech, 72p.
55. DEHINA, N., DAOUDI, S., et DOUMANDJI, S., 2013 – Effect of Climatic Factors on the Swarming Ants in a Park of El-Hararch (Algeria). *International Journal of Engineering Research and Technology*, 2(1): 2264–2269.
56. DELAGARDE, J., 1983 – *Initiation à l'analyse des données*. Ed. Dunod., Paris, 157p.
57. DELLA SANTA, E., 1995 – Fourmis de Provence- *Faune de Provence*, T. 16 : 5-38.
58. DJIDEL, M., LABAR, S., MEDJANI, F., & DJORFI, S., 2014 – Cartographie des changements des zones humides désertiques sous influences anthropiques par utilisation de la télédétection et le SIG, *International Journal of Environment & Water*, Vol 3, Issue 1, pp104-107, ISSN 2052-3408.
59. DJIOUA O., et SADOUDI-ALI Ahmed D., 2015 – The stands of ants (Hymenoptera, Formicidae) in some forest and agricultural areas of Kabylia. *International Journal of Zoological Research*, 5: 15-26.
60. DLUSSKIJ, G.M., 1967 – Muravji roda *Formica*. Ed. Nauka, Moskva, 236 pp.
61. DOSTAL, Z., SCHOBEL, J., 2005 – Minimizing quadratic functions subject to bound constraints with the rate of convergence and finite termination. *Computational Optimization and Applications*, 30, 23–43.
62. DOUMANDJI S., DOUMANDJI A., 1988 - Note sur l'écologie de *Crabo quinquenotatus* Jurine (Hymenoptera, Sphegidae) prédateur de la fourmi des agrumes *Tapinoma simrothi* Krauss (Hymenoptera, Formicidae) près d'Alger. *Ann. Institut nati. agro.*, El Harrach, vol. 12, (n° spéc.) : 101-118.
63. DRESS F., 2007 – *Les probabilités et la statistique de A à Z : 500 définitions, formules et tests d'hypothèse*. Ed. Dunod., Bordeaux, France, 201p.

64. ESCALA, M., DE ENRECH, N. X., & MATHEZ, J., 2001 – La myrmécochorie en région tropicale et méditerranéenne : une approche comparative. *Boccone*, 13, 365-370.
65. FARJI-BRENER, A. G., et WERENKRAUT, V., 2015 – A meta-analysis of leaf-cutting ant nest effects on soil fertility and plant performance. *Ecological Entomology*, 40(2), 150-158.
66. FAURIE C., FERRA C. ET MEDORI P.1980 – Ecologie. Baillière J.B. (ed.), Paris, 1091 p.
67. -FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J. et HEMPTINNE J.L., 2003 – *Écologie*. Approche scientifique et pratique. Ed. Technique et Documentation (Tec. Doc.), Paris, 407 p.
68. FLOREN, A., BIUN, A., & LINSENMAYER, E. K., 2002 – Arboreal ants as key predators in tropical lowland rainforest trees. *Oecologia*, 131, 137-144.
69. FOLGARAIT, P. J., 1998 – Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity & Conservation*, 7, 1221-1244.
70. FROUZ, J. et JÍLKOVÁ, V., 2008 – The effect of ants on soil properties and processes (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 11, 191–199
71. FROUZ, J., HOLEC, M., et KALČÍK, J. 2003 – The effect of *Lasius niger* (Hymenoptera, Formicidae) ant nest on selected soil chemical properties. *Pedobiologia*, 47(3), 205–212.
72. GEOFFROY, É. L., 1800 – *Histoire abrégée des Insectes* (Vol. 1). Ed. Delalain.
73. GHOBADI, S., et D'AMBRA, J. 2012 – Knowledge sharing in cross-functional teams: a competitive model. *Journal of Knowledge Management*, 16(2), 285-301.
74. GILLON, D., 1983. - The fire problem in tropical savannas.617-641.
75. GODRON, M., 1982 – L'étude du «grain» de la structure de la végétation. Application à quelques exemples méditerranéens. *Ecologia mediterranea*, 8(1), 191-195.
76. GUEHEF Z.H., KHERBOUCHE Y., BENABDELLAH S., BOUCHOUL D., et EDDOUD A., 2016 – Etat de la biodiversité myrmécologique des milieux phoenicicole dans la région d'Oued Souf et d'Ouargla. 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur la Biodiversité faunistique en zone aride et semi-aride, Fac SNV, Univ Ouargla, pp32
77. GUEHEF Z.H., BENABDELLAH S., MEDDOUR S., BOUCHOUL D., KHERBOUCHE Y., EDDOUD A., SEKOUR M., BEN ALI A. et CHOUIKHE A., (2024)- Cereals losses in the Algerian Saharan region: Insights into the contribution of *Messor foreli* (Santschi, 1923), *African journal of Biological Sciences*,6(15)

78. **GUENARD, B., LUCAS, É., & FRANCOEUR, A. 2007** – *Mutualisme fourmis pucerons et guilde aphidiphage associée : le cas de la prédation furtive*. Thèse de doctorat. Université du Québec à Montréal.
79. **HAMDI-AISSA B., DJUKI B., YOUCEF F., DADDI-BOUHOUN M., 2010** - Recueil des travaux pratiques d'agro-pédologie.
80. **HAMOUNI M., TOUAF L. ET CHEKIRED Z., 2004** – *Analyse du sol. Intérêt agronomique*. Institut national des sols, de l'irrigation et du drainage (INSID) Alger. pp 16.
81. **HENINE-MAOUCHE, A., TAHRAOUI, A., et MOULAI, R., 2020** – Ants' diversity (Hymenoptera-Formicidae) in the Algeria's humid forests, case of the Gerrouche forest massif (Taza National Park). *Sociobiology*, 67(2), 153-162.
82. **HÖLLDOBLER, B., et WILSON, E. O., 1990** – *The ants*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
83. **JOLIVET, P., et SCHNELL, R., 1986** – *Les fourmis et les plantes : un exemple de coévolution*. Société nouvelle des éditions Boubée, France, 254p.
84. **KHERBOUCHE, Y., SEKOUR, M., GASMI, D., CHAABNA, A., CHAKALI, G., LASSERRE-JOULIN, F., AND DOUMANDJI, S., 2015** – Diversity and Distribution of arthropod community in the lucerne fields in northern Sahara of Algeria. *Pakistan J. Zool.*, vol. 47(2), pp. 505-514
85. **KOUAKOU, C. K., AKANVOU, L., KONAN, Y. A., et MAHYAO, A., 2010** – Stratégies paysannes de maintien et de gestion de la biodiversité du maïs (*Zea mays* L.) dans le département de Katiola, Côte d'Ivoire. *Journal of applied Biosciences*, 33(9), 2100-2109.
86. **KRUSKAL W.H. and WALLIS W.A., 1952** - use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 260 (47): 583-621.
87. **LABBACI, A., 2021** - *Myrmecofaune (Hymenoptera, Formicidae) du Parc National de Djurdjura (Nord d'Algérie), sociogénétique et contribution à l'étude du régime alimentaire de la fourmi Tapinoma magnum (Mayr, 1861)*. Thèse Doctorat. Agr. Inst. Nat. Agro., El Harrach. 141pp.
88. **LACK. A.J. et KAY. Q.O.N., 1987** - Genetic structure, gene flow and reproductive ecology in sand-dune populations of *Polygala vulgaris*. *J. Ecol.* 75: 259-276.
89. **LEBART L., et SALEM A., 1994** - *Statistique textuelle*. Ed. Dunod. 338p.
90. **LEBART L., MORINEAU A. et PIRON M., 1995** - *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Ed. Dunod. 456p.

91. **LEBAS, C. 2021.-** *Messor capitatus* et la religion dans les Pyrénées Orientales. Blogspot, Blogger – Google. <https://messor-capitatushistoire.blogspot.com/> [accessed 15 April 2021]
92. **LUTTENSCHLAGER, H., NOËL, G., CARPENTIER, J., GLACET, L., ANDRIANJAKA, R., JEAN CLAUDE, R., ... & Francis, F. 2023** - Études des interactions plantes, pucerons et fourmis de Tananarive. In *Conférence Internationale Francophone d'Entomologie (CIFE)*.
93. **MARTIN-PEREA, D., FESHARAKI, O., DOMINGO, M. S., GAMBOA, S., et FERNÁNDEZ, M. H., 2019** - *Messor barbarus* ants as soil bioturbators: implications for granulometry, mineralogical composition and fossil remains extraction in Somosaguas site (Madrid basin, Spain). *Catena*, 172, 664-677.
94. **MULLER Y., 1985** – *L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du nord, sa place dans le contexte medio-européen*. Thèse Doctorat sci., Dijon, 138p.
95. **NKEM, J. N., DE BRUYN, L. L., GRANT, C. D., et HULUGALLE, N. R., 2000** - The impact of ant bioturbation and foraging activities on surrounding soil properties. *Pedobiologia*, 44(5), 609-621.
96. **OLSEN S.R., COL C.V., WATABNABE F.S.and DEAN A.,1954**, Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep Agri. Circ.939, USA.
97. **OUAREKH.M., 2022** - *Caractérisation Hydrogéologique et Géochimique, et Gestion de l'aquifère de Moi - Pliocène de la vallée du Souf*. Thèse Doctorat ; université Ouargla ; p 437
98. **OZENDA P., 1991** : *Flore de Sahara* (3 édition mise à jour et augmentée) Paris, Editions du CNRS. 662 pp.
99. **PACINI, E., 1990** - *Mercurialis annua* L. (Euphorbiaceae) seed interactions with the ant *Messor structor* (Latr.), Hymenoptera: Formicidae. *Acta Botanica Neerlandica* 39:253–262.
100. **PASSERA, L., et ARON, S., 2005** - *Les fourmis : comportement, organisation sociale et évolution*. NRC Research Press.
101. **PETAL-FIGIELSKA, J., 1978** - Adaptation of ants to industrial pollution. *Memorabilia Zoologica*; 29.
102. **PHILIPPEAU, G., 1992** - *Analyse en composantes principales*. Collection STATITCF. Institut Technique des Céréales et Fourrages. 15 p.

103. **PIJL, L. et VAN DER., 1972** - *Principles of Dispersal in Higher Plants*. Springer Verlag. Berlin. (No. Ed. 3, pp. x+-215).
104. **PRISTELEY. D.A., 1986** - *Seed Aging*. Comstock Publishing Associates. Ithaca.
105. **RAMADE F., 1984** - *Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
106. **RAMADE F., 2003** - *Eléments d'écologie, écologie fondamentale-*. Ed. Dunod, Paris, 689 p.
107. **RAMADE F., 2020** - *Eléments d'écologie, écologie fondamentale-*. 4<sup>ème</sup> Ed. Dunod, Paris, 712 p.
108. **RAMAGE, T., et RAVARY. F., 2015** - Les bioindicateurs myrmécologiques : synthèse bibliographique. *Rapport de l'Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL)*, 38pp.
109. **SALHI, A., 2017-** *Transformations spatiales et dynamiques socio-environnementales de l'oasis de Ouargla (Sahara algérien). Une analyse des perspectives de développement*. Thèse de Doctorat en Géographie (Doctoral dissertation, Aix-Marseille Université).
110. **SANDERS, D., et VAN VEEN, F. J. F., 2011** - Ecosystem engineering and predation: the multi-trophic impact of two ant species. *Journal of Animal Ecology*, 80(3), 569–576.
111. **SCHERRER, B. (1984)-** *Biostatistique*. (Gaëten Morin, ed.). Montréal, Paris, Casablanca. p 850.
112. **SCHULTZ, T. R. (2000)**. In search of ant ancestors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(26), 14028-14029.
113. **UNDERWOOD, E. C., ET FISHER, B. L., 2006** - The role of ants in conservation monitoring: if, when, and how. *Biological conservation*, 132(2), 166-182
114. **VOISIN P., 2004** - *Le Souf*. Ed. El-Walide, El-Oued, Alger, 190 p.
115. **WILLS, B. D., et LANDIS, D. A., 2018** - The role of ants in north temperate grasslands: a review. *Oecologia*, 186(2), 323-338.
116. **WILSON, E. O., et REGNIER JR, F. E., 1971** - The evolution of the alarm-defense system in the formicine ants. *The American Naturalist*, 105(943), 279-289.
117. **YÉO K., 2000** - *Biodiversité et feu: contribution à l'étude de la diversité des fourmis de la litière en fonction de l'impact du feu dans la réserve de LAMTO (Côte d'Ivoire)*. DEA., Univ Cote d'Ivoire, 74 pp.

118. **ZAIDI, K., 2021-** *Contribution à l'étude écologique du peuplement des fourmis à l'Est Algérien* . Thèse Doctora, Ecologie et environnement. Univ Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi. 192p.

1. حليس يوسف – الموسوعة النباتية لمنطقة سوف انتاج وليد للطباعة الواد 252 ص 45

# *Annexes*

## Annexes

Tableau 1.- La liste des principales plantes cultivées et adventices dans les 7 stations d'étude

	Famille	Espèces	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6	Station 7
Plantes cultivées	Apiaceae	<i>Apium graveolens</i>	-	+	-	-	-	-	-
		<i>Coriandrum sativum</i>	-	+	-	-	-	-	-
		<i>Dacus carota</i>	-	+	-	-	-	-	-
	Arecaceae	<i>Phoenix dactylifera</i>	+	+	+	+	+	+	-
	Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	+	-	-	-	-	+	-
	Moraceae	<i>Ficus carica</i>	+	-	-	-	+	+	-
	Lythraceae	<i>Punica granatum</i>	+	+	+	-	-	+	-
	Lamiaceae	<i>Mentha aquatica</i>	-	+	-	-	-	-	-
	Chénopodiaceae	<i>Beta vulgaris</i>	-	+	-	-	-	-	-
	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	+	-	-	-	-	+	-
	Rosaceae	<i>Prunus armeniaca</i>	+	-	-	-	-	-	-
		<i>Pyrus sp.</i>	+	-	-	-	-	-	-
		<i>Malus domestica</i>	+	-	-	-	-	-	-
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	+	-	-	-	-	-	-	
Vitaceae	<i>Vitis sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	
Plantes adventices	maranthaceae	<i>Chenopodium murale</i>	+	+	-	+	+	+	-
		<i>Salsola foetida</i>	-	-	-	-	+	+	-
		<i>Bassia muricata</i>	+	-	-	-	+	+	-
	Astéraceae	<i>Atractylis flava</i>	-	-	-	+	+	-	-
		<i>Launaea resedifolia</i>	-	-	-	+	+	-	-
		<i>Lannaea glomerata</i>	-	-	+	-	-	-	-
		<i>Sonchus oleraceus / asper</i>	+	+	+	-	-	+	-
		<i>Sonchus maritimus</i>	-	+	-	-	-	+	-
	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	+	+	+	-	-	+	-
	Ephedraceae	<i>Ephedra alata</i>	-	-	-	-	-	-	+
	Frankeniaceae	<i>Frankenia pulverulenta</i>	-	-	-	-	-	-	+
	Fabaceae	<i>Retamia retam</i>	-	-	-	-	+	-	-
	Malvaceae	<i>Malva cretica</i>	+	+	-	-	-	+	-
	Plantaginaceae	<i>Plantago ciliata</i>	-	-	-	-	+	-	-
	Poaceae	<i>Setaria verticillata</i>	+	+	+	-	-	-	-
		<i>Schismus barbatus</i>	-	+	+	-	-	+	-
		<i>Cutondia dichotona</i>	+	-	-	+	-	-	-
		<i>Cynodon dactylon</i>	-	-	-	-	-	-	+
		<i>Triticum durum</i>	-	-	-	-	-	-	+
		<i>Aristida pungens</i>	+	-	-	+	-	-	-
Polygonaceae	<i>Calligonum comosum</i>	-	-	-	-	+	-	-	
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	-	+	-	-	-	-	-	
Neuradaceae	<i>Neurada procumbens</i>	-	-	-	-	+	-	-	
Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum album</i>	-	-	-	-	-	+	-	

Tableau 10 : Echelle d'acidité des sols (HAMDI-AISSA et al., 2010)

Valeur de pH	Classe d'interprétation
< 4,5	Extrêmement acide
4,5 - 5,0	Très fortement acide
5,1 - 5,5	Fortement acide
5,6 - 6,0	Moyennement acide
6,1 - 6-5	Légèrement acide
6,6 - 7,3	Neutre
7,4 - 7,8	Légèrement alcalin

7,9 - 8,4	Moyennement alcalin
8,5 - 9,0	Fortement alcalin

**Tableau 11:** Échelle de calcaire total (BAIZE, 2000)

< 1%	Horizon non calcaire
1 à 5 %	Horizon peu calcaire
5 à 25 %	Horizon modérément calcaire
25 à 50 %	Horizon fortement calcaire
50 à 80 %	Horizon très fortement calcaire
>80 %	Horizon excessivement calcaire

**Tableau 12:** Échelle de conductivité électrique d'extrait du sol 1/5 (AUBERT, 1978)

<b>CE ds/cm</b>	<b>Sol</b>
CE < 0,6	Non salé
0,6 < CE < 1,2	Peu salé
1,2 < CE < 2,4	Salé
2,4 < CE < 6	Très salé
CE > 6	Extrêmement salé

## Biodiversité de la myrmécofaune et son rôle dans les agro écosystèmes sahariens

### Résumé :

L'étude de la biodiversité de la myrmécofaune et de son rôle dans les agroécosystèmes sahariens est réalisée dans 7 stations appartenant à 2 régions (Souf et Ouargla) En utilisant la technique des pots Barber, un total de 16 espèces est enregistré dans l'ensemble des stations. Ces dernières sont représentées par 3 sous-familles, à savoir : Myrmicinae (10 espèces), Formicinae (5 espèces) et Dolichoderinae (1 espèce). Parmi les espèces les plus répandues, il est à citer *Messor arenarius*, surtout à la station Trifaoui (palmeraie organisée) avec un pourcentage de 37,99 %. L'espèce dominante dans la station Guemar (palmeraie avec culture sous-jacente) est *Pheidole palludila*, avec 40,53 %. La palmeraie non entretenue de la station Akfadou (palmeraie non organisée) est caractérisée par une forte abondance de l'espèce *Messor arenarius* (53,55 %). Par ailleurs, *Cataglyphis bombycina* est l'espèce la plus répandue dans la station Robah (Ghout organisé) avec une proportion de 42,47 %. *Messor aegyptiacus* est l'espèce la plus observée dans la station Ouarmes (Ghout abandonné) avec une proportion de 39,2 %. L'espèce *Cataglyphis bombycina* est la plus répandue dans la station Miha Saleh (Oliveraie) avec 39,19 %. *Messor foreli* occupe la première place dans le pivot de céréales (blé) à Ramtha, avec une part de 60,32 %. En globale, ce type des agrosystèmes a une diversité relativement importante ( $1,5 \text{ bit} \leq H' \leq 2,5 \text{ bit}$ ) avec une tendance vers l'équilibre ( $0,5 \leq E \leq 0,9$ ). L'étude des caractéristiques et l'impact des fourmilières de *Messor foreli* dans les pivots de céréales montre un effet négatif sur le comportement de culture et sur le rendement. Les graines de blé récupérées dans les fourmilières ont subi une influence négative de la fourmi moissonneuse (*Messor foreli*) ce qui provoque leur dégradation et entrave leur germination. Par contre, aucun effet sur la germination des graines de mauvaises n'a été observé. Le taux des pertes globales de la production sur les céréalicultures concerne 4 pivots, varie entre 8,66% et 17,65 % dont la contribution de *M. foreli* fluctue entre 1,93 et 2,43qx/pivot de céréales. Concernant l'étude des caractéristiques du sol des fourmilières indique que, *M. foreli* agit principalement comme un ingénieur du sol, redistribuant les nutriments et la matière organique dans les couches de sol de l'agrosystème.

**Mots clés :** Myrmécofaune, , diversité, *Messor foreli*, nuisibilité, céréales.

## Myrmecofauna biodiversity and its role in Saharan agro-ecosystems

### Abstract :

The study of myrmecofauna biodiversity and its role in Saharan agro-ecosystems is carried out at 7 stations belonging to 2 regions (Souf and Ouargla) Using the technique of Barber pots, a total of 16 species are recorded at all stations. The latter are represented by 3 subfamilies, namely: Myrmicinae (10 species), Formicinae (5 species) and Dolichoderinae (1 species). Among the most widespread species, it is to be mentioned *Messor arenarius*, especially at the Trifaoui (palmeraie organisée) station with a percentage of 37.99%. The dominant species in the Guemar (palmeraie avec culture sous-jacente) station is *Pheidole palludila*, with 40.53%. The unmaintained palm grove of the Akfadou station (unorganized palm grove) is characterized by a high abundance of the species *Messor arenarius* (53.55%). *Cataglyphis bombycina* is the most common species in Robah (Organized Ghout) with a proportion of 42.47%. *Messor aegyptiacus* is the most common species in Ouarmes (Abandoned Ghout) with a proportion of 39,2%. *Cataglyphis bombycina* is the most common species in the Miha Saleh (Olive) Grove with 39.19%. *Messor foreli* leads the grain (wheat) pivot at Ramtha, with a share of 60,32%. Overall, this type of agrosystems has a relatively large diversity (1.5 bit H - 2.5 bit) with a tendency towards equilibrium (0.5 E 0.9). The study of the characteristics and impact of *Messor foreli* anthills in cereal pivots shows a negative effect on crop behavior and yield. The wheat seeds collected in the anthills have been negatively influenced by the harvester ant (*Messor foreli*) which causes their degradation and hinders their germination. However, no effect on the germination of bad seeds was observed. The overall production loss rate on cereals crops concerns 4 pivots, varies between 8.66% and 17.65%, with the contribution of *M. foreli* fluctuating between 1.93 and 2.43qx/ grain pivot. Regarding the study of the soil characteristics of the anthills indicates that, *M. foreli* acts primarily as a soil engineer, redistributing nutrients and organic matter in the soil layers of the agrosystem.

**Keywords:** myrmecofauna, diversity, *Messor foreli*, nuisibility, cereals.

## التنوع البيولوجي للنمل ودوره في النظم الإيكولوجية الزراعية الصحراوية

### ملخص

أجريت دراسة التنوع البيولوجي للميرميكوفونا ودورها في النظم الإيكولوجية الزراعية الصحراوية في 7 محطات تابعة لمناطق (صوف وورقلة). باستخدام تقنية اصبيص باربر، تم تسجيل 16 نوعا في مجموع المحطات. ممثل هذه الأخيرة بثلاث فصائل فرعية 10 أنواع Myrmicinae ، 5 Formicinae أنواع و 1 Dolichoderinae نوع. الأكثر شيوعًا هو *Messor arenarius* في محطة Trifaoui (بستان النخيل غير المنظم) بكثافة 37.99%. الأنواع السائدة في محطة Guemar بستان النخيل مع زراعة تحتية هي *Pheidole palludila* ، وتمثل 40.53%. بستان النخيل غير المنتظم في أكفادو (بستان النخيل غير المنظم) هو الأكثر وفرة من الأنواع *Messor arenarius* ، بنسبة 53.55% *Cataglyphis bombycina* هو أكثر الأنواع شيوعًا في Robah (الغوط المنظم) بنسبة 42.47% *Messor aegyptiacus* . هو أكثر الأنواع ملاحظة في محطة Ouarmes الغوط المهجورة) بنسبة 39.2% *Cataglyphis bombycina* . هي أكثر الأنواع شيوعًا في محطة حقل الزيتون Miha Saleh بنسبة 39.19% *Messor foreli* . هو الرائد بالحبوب (القمح) في الرمثا، بحصة 60.32%. بشكل عام، هذا النوع من النظم الزراعية لها تنوع كبير نسبيًا  $2.5 \text{ bit} \leq H' \leq 1.5 \text{ bit}$  مع ميل نحو التوازن  $0.5 \leq E \leq 0.9$  . تظهر دراسة خصائص وتأثير أعشاب *Messor foreli* في محاور الحبوب تأثيرًا سلبيًا على سلوك المحاصيل وغلقتها. تأثرت بذور القمح التي تم جمعها في النمل سلبيًا بنمل الحصاد (*Messor foreli*) الذي يسبب تدهورها ويعيق إنباتها. ومع ذلك، لم يلاحظ أي تأثير على إنبات البذور السيئة. يتراوح معدل فقدان الإنتاج الإجمالي على محاصيل الحبوب بين 4 محاور، بين 8.66% و 17.65% ، مع تقلب مساهمة *M. foreli* بين 1.93 و 2.43 qx/محور الحبوب. وفيما يتعلق بدراسة خصائص تربة جبال النمل تشير إلى أن السيد فورلي يعمل في المقام الأول كمهندس للتربة، ويعيد توزيع المغذيات والمواد العضوية في طبقات التربة في النظام الزراعي.

### الكلمات المفتاحية

النمل، تنوع ، *Messor foreli* ، الحبوب ، الضرر.