REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT BIOLOGIE ANIMALE ET BIOLOGIE VEGETALE.

Thèse

En vue de l'obtention du Grade de
Docteur en sciences biologiques
Spécialité : Ecologie animale et environnement

Présentée par :
HAMECHA Lidya Epouse ABDI

THEME

Diversité myrmécologique (Hymenoptera, Formicidae) dans quelques habitats de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie)

Soutenue publiquement le : 25/11/2021
Devant le jury composé de :

Mme CHAOUCHI-TALMAT Nora	MCA, UMMTO	Présidente
Mme BARECH Ghania	Professeur, U. M'Sila	Directrice de thèse
Mme SADOUDI-ALI AHMED Djamila	Professeur, UMMTO	Co-directrice de thèse
Mme LOUNACI-ALI BENALI Zohra	MCA, UMMTO	Examinatrice
Mme ALLAL-BENFKIH Leila	Professeur, U. Blida	Examinatrice
Mme ACHEUK Fatma	Professeur U. Boumerdes	Examinatrice

***Aphaenogaster canescens* (Parc National de Djurdjura)**

TRAVAILLER COMME UNE FOURMI

LONGTEMENT MAIS EFFICACEMENT

DEDICACES

A MON MARI ADORE BOU-SAAD

A MES CHERS ENFANTS MARIA ET ILYAN

A MES TRES CHERS PARENTS, QUE LE BON DIEU VOUS GARDE

A MES DEUX FRERES ADORES KARIM ET TAHAR

A MES CHERS TANTES TAWES, NADIA ET NORA AINSI QU'A LEURS FAMILLES

A LA MEMOIR DE MON CHER GRAND PERE SI MOHAND

A LA MEMOIRE DE MA BELLE MERE OUIZA PARTIE TROP TÔT

A MA BELLE SŒUR HAKIMA, QUI S'EST OCCUPEE DE MA FILLE DURANT MON STAGE

A MA BELLE FAMILLE

A TOUS MES AMIS (ES), MES COLLEGUES ET SURTOUT MES ENSEIGNANTS DURANT MON PARCOUS DU PRIMAIRE JUSQUE LA.

Lidya HAMECHA

Remerciements

Je voudrais en premier lieu remercier le bon Dieu tout puissant de m'avoir accordé le courage et la force d'accomplir ce travail et surtout de sa protection incessante de toutes sorte de dangers auxquels j'étais exposée lors de mes sorties dans les différents sites de la wilaya.
En second lieu, il serait indispensable de citer et de remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin pour que ce travail voit le jour.

A ma directrice de thèse Mme BARECH Ghania, Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf de M'sila (Département des Sciences Agronomiques). Je vous remercie profondément pour vôtre encadrement durant ces 4 ans. C'est un honneur de travailler avec une personne aussi honnête et ambitieuse comme vous. Je vous remercie également pour vos conseils, vos encouragements, vos orientations et vôtre intérêt bienveillant apportées à ce travail.

« Un bon travail a toujours besoin du temps pour être réalisé » **Pr. BARECH Ghania**

Il m'est agréable d'exprimer mes profonds remerciements à Mme SADOUDI-ALI AHMED Djamila, Professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou, pour m'avoir accordé l'immense honneur de co-encadrer ce travail, pour avoir orienté mes recherches, pour ses encouragements et son soutien permanent depuis que je l'ai connue. Puissiez-vous trouver ici l'expression de mon plus grand respect.

A Mr KHALDI Mourad, Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf de M'sila (Département des Sciences Agronomiques). Je ne remercierai jamais assez pour vôtre soutien, vos efforts en guise de cette thèse et pour votre aide dans l'exploitation statistique des résultats. Vous avez également été là avec vos conseils et vos orientations. Un grand Merci pour un Grand scientifique.

*« Les étudiants c'est comme les arbres d'olivier, un an ça donne une bonne récolte et un autre rien »***Pr. KHALDI Mourad**

J'adresse mes sincères remerciements à Mme CHAOUCHI-TALMAT Nora maitre de Conférences « A » à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou, pour avoir accepté de présider le jury.

Ma gratitude et ma reconnaissance vont à Mme LOUNACI-ALI BENALI Zohra., maitre de Conférences « A » à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou, à Mme ALLAL-BENFKIH Leila, Professeur, à l'université de Blida et à Mme ACHEUK Fatma, Professeur, à l'université de Boumerdes, pour avoir accepté de juger ce travail.

Au Professeur Henri CAGNIANT (Myrmécologue français), vos identifications et vos conseils ainsi que vos corrections m'ont éclairé le chemin de la myrmécologie, ma passion pour les fourmis était à traves l'amour que vous portez pour ces adorables bestioles.

Je n'oublierai jamais de remercier Dr BLATRIX Rumsais (CEFE, Montpellier-France) pour m'avoir accueillie en stage scientifique dans son laboratoire et les moyens logistiques mis à ma disposition ainsi que pour son aide pour la détermination des fourmis.

A Mr LARIBI M., Docteur et botaniste à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou ; merci beaucoup pour vôtre aide dans la détermination des végétaux de mon herbier.

A Mme MARNICH Faiza, Professeur à l'école nationnale vétérinaire à Alger ; je la remécie pour son aide et son accueil dans son laboratoire.

Je remercie également le Dr BELLANGER J.-M. (CEFE, Montpellier-France) et le Professeur REBBAS Khellaf (Université Mohamed Boudiaf de M'sila) pour leurs aides dans la détermination des champignons de la forêt de Yakouren.

Mr ALOUANIR., responsable des Laboratoires des Sciences Agronomiques (Université Mohamed Boudiaf de M'sila), est aimablement remercié pour les moyens logistiques mis à ma disposition.

J'aimerai remercier en particulier mon très cher mari « ABDI Bou-saad », qui m'a accompagné durant ces années, m'a aidé, m'a encouragé à chaque fois que je décide de lâcher. À mon nouveau né « Ilyan ». À ma chère fille Maria, je te dis désolé si j'ai manqué à mon devoir envers toi, je t'aime beaucoup mon enfant.

A Mme ALLAM Samia, master en Entomologie, je te remercie beaucoup pour ton aide sur le terrain, sans toi je n'aurai jamais assez de données. Que dieu te garde.
Je remercie également M^{elle} SALEM Saadia et M^{elle} ZAZGAD Imane, étudiantes en Master, pour leur contribution au présent travail.
A ma chére amie TURK Soumia, que Dieu te bénie et t'accorde tout tes souhaits, merci pour ton soutiens.

Mes respects vont aux familles OUANAS et SALEM pour leurs accueils chaleureux au niveau de leurs domiciles durant mes stages à M'sila. Que le bon Dieu vous offre des foyers dans son vaste Paradis.

TABLE DES MATIERES

Dédicaces
Remerciements

Table de matière

Liste des abréviations
Listes de figures
Listes de tableaux
Résumé

Chapitre I : CADRE BIOGEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE

Introduction	…….	1
1.	Facteurs abiotiques ……..	3
1.1.	Aspect géographique ……	3
1.2.	Aspect orographique …….	4
1.3.	Présentation des sites de l'étude ……..	4
1.3.1.	Situation géographique de la forêt de Béni-Ghobri …….	4
1.3.2.	Situation géographique de la région d'Illoula-Oumalou …….	5
1.3.3.	Situation géographique de la région de Souk El Tenine ……..	5
1.3.4.	Situation géographique de la région de M'kira …….	5
1.4.	Géologie et pédologie de la Grande Kabylie …….	6
1.4.1.	Aperçu géologique et lithologique …….	6
1.4.2.	Aperçu pédologique ……	7
1.5.	Hydrologie ……..	8
1.6.	Facteurs climatiques ……	9
1.6.1.	Précipitations ……...	9
1.6.1.1.	Régime pluviométrique mensuel ……	10
1.6.1.2.	Régime pluviométrique saisonnier ……..….	12
1.6.2.	Les températures ……..…...….	12
1.6.2.1.	Gradient thermique altitudinal ……...	13
1.6.2.2.	Synthèse bioclimatique ……	15
	- Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN	15
	- Quotient pluviométrique d'EMBERGER ……	16
2.	Facteurs biotiques ……	19
2.1.	Flore de la région d'étude ……	19
2.2.	Faune de la région d'étude ……...	20

Chapitre II : MATERIELS ET METHODES

1.	Choix des stations ……	22
2.	Description des stations d'étude ……..	22
2.1.	Description de l'agro-écosystème (Oliveraies) ……	22
2.1.1.	Station Igraouéne (Illoula-Oumalou) ……...	23
2.1.2.	Station Souk El Tenine …….	24
2.1.3.	Station de Sidi Ali Moussa (Souk El Tenine) ……..	26
2.1.4.	Station de Tamḍiqt (M'kira) ……	27

2.2. Description de la station forestière (Yakouren) 28
3. Méthodes d'échantillonnage de la myrmécofaune 29
3.1. Pots Barber ou *pitfall trap* 29
3.2. Capture à la main 30
3.3. Pièges Appâts 30
4. Nombre de relevés 32
5. Identification taxinomique 33
6. Exploitation des résultats 33
6.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques 33
6.1.1. Indices de composition 33
6.1.1.1. Richesse spécifique totale ou taxinomique (S) 34
6.1.1.2. Richesse moyenne (Sm) 34
6.1.1.3. Fréquence centésimale ou Abondance relative (AR %) ... 34
6.1.1.4. Fréquences d'occurrence (FO %) 34
6.1.2. Indices de structure 35
6.1.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver 35
6.1.2.2. Indice d'équitabilité de Piélou (1966) 35
6.1.2.3. Indice de Simpson (1-D) 35
6.1.2.4. Indice de Bray-Curtis (indice de dissimilarité) 36
6.2. Exploitation des résultats par les analyses statistiques 37
6.2.1. Estimateurs non paramétrique de la richesse 37
6.2.1.1. Estimateur Chao1 37
6.2.1.2. Estimateur Jackknife1 37
6.2.1.3. Estimateur ICE 38
6.2.2. Courbes d'accumulation des espèces 38
6.2.3. Analyse de la variance ANOVA..... 39
6.2.4. ANOSIM (ANalysis Of SIMilarity) 39

Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION

Partie I : CHECK-LIST DES FORMICIDAE DANS QUELQUES MILIEUX DE LA KABYLIE

1. Les Formicidae de la Grande Kabylie 41
1.1. Liste globale de la myrmécofaune de la Grande Kabylie ... 41
1.2. Richesse spécifique globale des Formicidae en Grande Kabylie..... 44
1.2.1. Contribution des espèces pour chaque sous-famille 44
1.2.2. Contribution par espèce pour chaque genre 45
1.3. Discussion des résultats 45

Partie II : LES FOURMIS DANS LE MILIEU FORESTIER

2. Exploitation des résultats dans l'habitat forestier 49

2.1. Résultats de l'étude floristique 49
2.2. Exploitations des résultats par les indices écologiques 50
2.2.1. Indices de composition 50
2.2.1.1. Richesse spécifique et apport des méthodes d'échantillonnage 50
2.2.1.2. Fréquence d'occurrence 53
2.2.2. Traitement des résultats par les indices de structure 55
2.3. Exploitations des résultats par les analyses statistiques 55
2.3.1. Comparaison des méthodes d'échantillonnage 55
2.3.2. Estimation de la richesse 55
2.4. Discussion des résultats 57

Partie III : LES FOURMIS DANS LE MILIEU AGRICOLE

3. Exploitation des résultats dans l'habitat agricole 61
3.1. Résultat de l'étude floristique 61
3.2. Exploitations des résultats par les indices écologiques 66
3.2.1. Indices de composition 66
3.2.1.1. Richesse spécifique 66
-Contribution par méthode d'échantillonnage 66
3.2.1.2. Occurrences et statuts des espèces 68
3.2.1.3. Abondances relatives des espèces 71
3.2.2. Traitement des données par les indices de structure 79
3.3. Exploitations des résultats par les analyses statistiques 80
3.3.1. Comparaison des méthodes d'échantillonnage 80
3.3.2. Estimation de la richesse 81
- Oliveraie d'Igraouéne 82
- Oliveraie Souk El Tenine 82
- Oliveraies Sidi Ali Moussa 83
- Oliveraie Tamḍiqt 84
3.3.3. Indice de similarité de Bray-Curtis calculé pour les espèces de fourmis 84
3.4 Discussion des résultats 85
3.4.1. Inventaire des Formicidae dans les oliveraies de la Grande Kabylie 85
3.4.2. Efficacité des méthodes d'échantillonnage 87
3.4.3. Diversité du peuplement 89
3.4.4. Comparaison des quatre milieux échantillonnés 89
3.4.5. Notes taxonomiques importantes 93
- *Camponotus lateralis purius* Santschi, 1929 93
- *Aphaenogaster sardoa ujhelyii* Szabó, 1910 94
- *Solenopsis longiceps* Forel, 1907 94
- *Tapinoma minor* Bernard, 1945 94

CONCLUSION GENERALE 95

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 97

ANNEXES

Liste des abréviations, des figures et des tableaux

Liste des abréviations

A.S.W.T-O	Annuaire Statistique de la Wilaya de Tizi-Ouzou.
ANRH	Agence National des Ressources Hydriques.
AR%	Abondance relative.
MATET	Ministère de l'Aménagement de Territoire et de l'Environnement.

Liste des figures

N°	Titre de la figure	Page
Figure 1.	Situation géographique de la région d'étude et localisation des sites prospectés (A.S.W.T-O, 2018, modifié).	**3**
Figure 2.	Carte de divers géosystèmes de la Kabylie de Djurdjura et des limites naturelles de la Grande-Kabylie (MEDDOUR, 2010, modifiée).	**4**
Figure 3.	Différentes unités géologiques des Maghrébides (DOMZIG, 2006).	**6**
Figure 4.	Carte des classes de sols (DURAND, 1954 ; modifiée).	**7**
Figure 5.	Carte des divers principaux Oueds de la Kabylie (Source : ANRH, 2010 Blida).	**8**
Figure 6.	Variabilité des précipitations moyennes mensuelles des 5 stations considérées (période 1990 – 2018).	**11**
Figure 7.	Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN des stations d'étude.	**16**
Figure 8.	Projection des stations d'étude sur le climagramme d'EMBERGER.	**18**
Figure 9.	**V**ue satellitaire (a) et vue panoramique (b) du verger d'oliveraie à Igraouéne (Original, 2018).	**24**
Figure 10.	Vue satellitaire (a) et vue panoramique (b) du verger d'olivier de Souk El Tenine (Original, 2018).	**25**
Figure 11.	Vue satellitaire (a) et vue panoramique (b) du verger d'olivier de Sidi Ali Moussa (Original, 2018).	**26**
Figure 12.	Vue satellitaire (a) et vue panoramique (b) du verger d'olivier de Tamḍiqt (Original, 2018).	**27**
Figure 13.	Vue satellitaire (a) et vue panoramique (b) de la station de Yakouren (Original, 2018).	**28**
Figure 14.	Schéma descriptif du protocol d'échantillonnage sur le terrain.	**32**
Figure 15.	Importance des sous-familles, des genres et d'espèces de fourmis capturés dans la Grande Kabylie.	**44**
Figure 16.	Contribution de chaque genre en termes d'espèce dans les sites d'étude en Grande Kabylie.	**45**
Figure 17.	Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec	**56**

toutes méthodes d'échantillonnage confondues (forêt Yakouren).

Figure 18. Contribution en richesse spécifique par les différentes méthodes de capture utilisées. **69**

Figure 19. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes les méthodes d'échantillonnage confondues (oliveraie 1). **82**

Figure 20. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes les méthodes d'échantillonnage confondues (oliveraie 2). **83**

Figure 21. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes les méthodes d'échantillonnage confondues (oliveraie 3). **83**

Figure 22. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes les méthodes d'échantillonnage confondues (oliveraie 4). **84**

Figure 23. nMDStest réalisé pour les oliveraies de la Grande Kabylie (toutes méthodes –Données occurrences). **85**

Liste des tableaux

N°	Titre du tableau	Page
Tableau 01 -	Coefficient de correction K calculé pour les différentes stations d'étude.	**10**
Tableau 02 -	Précipitations moyennes mensuelles P (mm) ajustées des différentes stations (période 1990 - 2018).	**11**
Tableau 03 -	Régime pluviométrique saisonnier des différentes stations d'étude (1990-2018).	**12**
Tableau 04 -	Températures moyennes mensuelles (T), minimales (m) et maximales (M) ajustées des différentes stations d'étude (1990 - 2018).	**14**
Tableau 05 -	Valeurs de Q3 calculées pour les différentes régions d'étude sur une période de 28 ans (1990-2018).	**17**
Tableau 6 -	Stations choisies pour l'étude de la myrmécofaune de la Grande Kabylie.	**22**
Tableau 7 -	Description des oliveraies échantillonnées dans la Kabylie.	**23**
Tableau 8 -	Activités courantes dans les oliveraies.	**23**
Tableau 9 -	Période d'échantillonnage et méthodes utilisées pour chaque station.	**29**
Tableau 10 -	Nombre de pièges installés sur le terrain.	**32**
Tableau 11 -	Inventaire, occurrences et distribution des fourmis récoltées en Grande Kabylie.	**41**
Tableau 12 -	Liste des espèces végétales et des champignons inventoriés à la forêt de Yakouren.	**49**
Tableau 13 -	Inventaire, abondances et occurrences des fourmis récoltées par les différentes méthodes d'échantillonnage. Pour la distribution, nous l'exposons au niveau de l'espèce.	**51**
Tableau 14 -	Fréquences d'occurrences calculées pour les fourmis capturées par les différentes méthodes de chasse (Pots Barber, Capture manuelle et Pièges appâts).	**53**
Tableau 15 -	Indices écologiques appliqués sur la communauté des fourmis.	**55**
Tableau 16 -	Estimation de la richesse totale des fourmis.	**56**
Tableau 17 -	Liste de la végétation échantillonnée au niveau des oliveraies étudiées.	**62**
Tableau 18 -	Richesses totales en espèces de fourmis capturées dans les oliveraies.	**67**
Tableau 19 -	Occurrences et qualification des espèces de fourmis capturées dans chaque oliveraie**.**	**71**
Tableau 20 -	Abondances relatives des fourmis capturées dans l'oliveraie 1 d'Igraouéne.	**72**
Tableau 21 -	Abondance relative des fourmis capturées dans l'oliveraie 2 de Souk El Tenine.	**73**

Tableau 22 - Abondance relative des fourmis capturées dans l'oliveraie 3 de Sidi Ali Moussa. **76**

Tableau 23 - Abondance relative des fourmis capturées dans l'oliveraie 4 de Tamḍiqt. **78**

Tableau 24 - Indices de diversité calculés pour les espèces de fourmis inventoriées dans les oliveraies de la Grande Kabylie. **80**

Tableau 25 - Estimation de la richesse totale des fourmis des différentes oliveraies. **81**

الملخص
Summary
Résumé

Résumé :

Diversité myrmécologique dans quelques habitats de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie).

Dans le but d'étudier les peuplements de fourmis dans deux types d'écosystèmes (forêt et agro-écosystème) de la Kabylie, nous avons effectué un inventaire dans cinq stations réparties sur différentes altitudes à savoir quatre oliveraies situées à Tamḍiqt, Sidi Ali Moussa, Souk El Tenine, Igraouéne et un site au niveau de la forêt de Yakouren. Trois méthodes d'échantillonnages sont utilisées: pots Barber, collecte manuelle et pièges alimentaires. Une richesse de 57 espèces et sous-espèces réparties sur 17 genres et 4 sous-familles (Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae et Dorylinae) a été recensée. Les Myrmicinae sont les plus abondants suivis par les Formicinae, les Dolichoderinae et les Dorylinae. Les oliveraies 2 et 3 ont enregistrés des richesses élevées (30 espèces pour chacune) suivies par l'oliveraie 1 (29 espèces), la forêt de Yakouren (27 espèces) et l'oliveraie 4 (24 espèce). Plus de la moitié des espèces recensées sont à distribution Maghrebine. En termes de prépondérance, *Camponotus alii*, *Cataglyphis viaticus*, *Tapinoma magnum*, *Monomorium salomonis* et *Crematogaster laestrygon normandi* sont les plus abondantes. Les milieux échantillonnés présentent une bonne diversité myrmécologique et les différentes espèces sont réparties d'une manière équitable sur les sites exploités. Les espèces de fourmis rencontrées semblent refléter l'état de chaque milieu où elles sont inféodées, de ce fait, elles méritent le titre de bio-indicateurs écologiques.

Mot clés : Grande-Kabylie, Formicidae, inventaire, Forêt Yakouren, Oliveraies, Diversité.

Summary:

Myrmecological diversity in some habitats of Kabylia (Tizi-Ouzou, Algeria).

In order to study ant populations in two types of ecosystems (forest and agro-ecosystem) in Kabylia, we carried out an inventory in five stations distributed over different altitudes, namely four olive groves located in Tamḍiqt, Sidi Ali Moussa, Souk El Tenine, Igraouéne and one site in the forest of Yakouren. Three sampling methods were used: Pitfall traps, manual collection and baits. A richness of 57 species and subspecies distributed on 17 genera and 4 subfamilies (Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae and Dorylinae) was counted. The Myrmicinae are the most abundant followed by the Formicinae, Dolichoderinae and Dorylinae. The olive groves 2 and 3 recorded high richness (30 species for each) followed by the olive grove 1 (29 species), the forest of Yakouren (27 species) and the olive grove 4 (24 species). More than half of the species recorded are of Maghrebian distribution. In terms of preponderance, *Camponotus alii*, *Cataglyphis viaticus*, *Tapinoma magnum*, *Monomorium salomonis* and *Crematogaster laestrygon normandi* are the most abundant. The environments sampled present a good myrmecological diversity and the different species are distributed in an equitable way on the exploited sites. The ants species recoded seem reflected the state of each environment where they are attached, so they deserve the title of ecological bioindicators.

Key words: Grande Kabylia, Formicidae, inventory, Yakouren forest, olive groves, diversity.

ملخص :

تنوع النمل في بعض النظم البيئية في منطقة القبائل (تيزي وزو ، الجزائر).

من أجل دراسة تجمعات النمل في نوعين من النظم البيئية (الغابات و النظم الإيكولوجية الزراعية) في منطقة القبائل، قمنا بإجراء جرد في خمس محطات موزعة على إرتفاعات مختلفة، وهي أربع حقول زيتون تقع في تمظيقت (بلدية مكيرة)، سوق الإثنين و سيد علي موسى (بلدية سوق الإثنين) و إقرعوان (بلدية إيلولة أومالو) و موقع في غابة إعكوران. تم إستخدام ثلاث طرق لأخذ العينات: برطمانات Barber ، الجمع اليدوي و مصائد بالطعام. تم تحديد ثروة تتكلون من 57 نوعا و نوعا فرعيا موزعة على 17 جنسا و 4 عائلات فرعية (Myrmicinae، Formicinae ، Dolichoderinae و Dorylinae). Myrmicinae هي الأكثر وفرة تليها Formicinae ، Dolichoderinae و Dorylinae. سجلت الحقول 2 و 3 ثروة عالية (30 نوعًا لكل منهما) يليها الحقل 1 (29 نوعًا) وغابة إعكوران (27 نوعًا) والحقل 4 (24 نوعًا). أكثر من نصف الأنواع المدرجة هي ذات توزيع مغاربي. من حيث الغلبة، تعد *Camponotus alii*، *Cataglyphis viaticus*، *Tapinoma magnum*، *Monomorium salomonis* و *Crematogaster laestrygon normandi* الأكثر وفرة. تُظهر المحطات التي تم أخذ عينات منها تنوعًا بيئيًا جيدًا ويتم توزيع الأنواع المختلفة بشكل عادل على المواقع المستغلة. يبدو أن أنواع النمل التي تم أخذ عينات منها تعكس حالة كل بيئة تعيش فيها، لذا فهي تستحق لقب المؤشرات الحيوية البيئية.

مفاتيح البحث : منطقة القبائل الكبرى ، Formicidae، جرد ، غابة إعكورن ، بساتين الزيتون ، التنوع .

INTRODUCTION

Depuis l'émergence de la notion de durabilité, les scientifiques cherchent à déterminer les niveaux de biodiversité au sein des écosystèmes afin d'estimer leurs états de santé et adapter ainsi des programmes de conservation ou de restauration (AGOSTI & ALONSO, 2000 ; AGOSTI et *al*., 2000 ; KASPERI & MAJER, 2000 ; RAMAGE et RAVARY, 2016). Le maintien d'un système naturel écologiquement stable est un élément important (DIAME, 2015). Le recours à l'entomologie pour mieux appréhender l'état d'équilibre du fonctionnement d'un écosystème est possible et il a pendant longtemps été privilégié (BRAET, 2004 ; ANDERSEN et *al*., 2004 ; JENNINGS & POCOCK, 2009 ; BABIN-FENSKE & ANAND, 2010). Toutefois, le développement d'indicateurs biologiques jouant le rôle d'écran géant pour les entités biologiques plus vastes, est devenu une démarche incontournable en biologie de la conservation (MCGEOCH, 1998 ; OLIVER & BEATTIE, 1996b ; SCHULENBERG & AWBREY, 1997 *in* RAMAGE et RAVARY, 2015).

Parmi les arthropodes, le taxon des fourmis constitue l'outil le plus pertinent pour un diagnostic de l'état du milieu (KING et *al*., 1998; MAJER et *al*., 2007). Les fourmis ont été utilisées comme bio-indicateurs dans plusieurs situations particulièrement en Australie (ANDERSEN & MAJER, 2004) puis en Italie (OTTONETTI et *al*., 2006). Elles ont été utilisées comme bio-indicateurs d'habitats perturbés en milieu forestier (Carvalho & VASCONCELOS, 1999 ; LEAL et *al*., 2012) et dans les agro-écosystèmes en particulier (Peck et *al*., 1998). Les fourmis forment, un groupe majeur d'êtres vivants, dans de nombreux habitats, pouvant représenter jusqu'à 15 % de la totalité de la biomasse animale (HÖLLDOBLER et WILSON, 1990). Ces insectes sociaux se révèlent, en effet, particulièrement instructifs et très commodes pour un travail écologique (CAGNIANT, 1973). Selon cet auteur, l'établissement d'un animal dans un endroit donné n'est pas le fait du hasard mais qu'il va s'établir là où il est le mieux.

En effet, la richesse de la myrmécofaune dans ces écosystèmes, combinée à sa sensibilité aux perturbations environnementales et à son échantillonnage relativement simple en font un outil d'analyse potentiellement très performant pour évaluer la santé écologique des milieux agricoles et forestiers (RAMAGE et RAVARY, 2015). Cependant, l'un des problèmes majeurs de l'utilisation des fourmis dans les études écologiques et environnementales, réside dans la difficulté d'identifications des échantillons de terrain (NEW, 1996).

La myrmécofaune d'Algérie est connue à travers les travaux effectués par FOREL (1890, 1894, 1902), SANTSCHI (1915, 1929a, 1929b), BERNARD (1955, 1963, 1973, 1977, 1982). Récemment, nous citons DARTIGUES (1988), DOUMANDJI et DOUMANDJI (1988), BARECH (2005), DEHINA (2009) et CHEMALA et *al*. (2017). Cependant, le travail le plus rigoureux était celui de CAGNIANT (1973) sur les peuplements de fourmis des forêts algériennes : écologie, biocénotique, essai biologique. CAGNIANT, publie alors plusieurs travaux : 1966a ; 1966b; 1967; 1968a ; 1968b; 1969 ; 1970a. Depuis, la

systématique des Formicidae en Algérie n'a pas connu de révision excepté celles menées BARECH et *al*. (2015, 2016, 2017 et 2020).

Les études qui traitent la myrmécofaune de la Kabylie quant à elles sont peu nombreuses. Nous citons à titre d'exemple celles de BARECH (2014) dans plusieurs localités en Kabylie, DJIOUA et SADOUDI ALI-AHMED (2014) sur les Formicidae dans quelques milieux forestiers et agricoles de la Wilaya de Tizi-ouzou, LABBACI et *al*. (2019) sur la diversité myrmécologiques dans la partie Sud du Parc National de Djurdjura et HENINE-MAOUCHE et *al*. (2020) sur la diversité en fourmis des forêts humides dans le massif forestier de GUERROUCHE (Pa0072c National de Taza, petite Kabylie).

La problématique exposée dans la présente étude concerne trois points :

Premièrement : Inventaire de la myrmécofaune de la Grande Kabylie dans le but de combler les lacunes sur ce groupe d'insectes ;

Deuxièmement : l'importance des Fourmis dans deux écosystèmes, forestier et agricoles ;

Troisièmement : l'influence du gradient altitudinal sur la composition en espèces de fourmis.

Pour la réalisation de cette étude, nous avons choisi deux écosystèmes différents, à savoir un système forestier à Yakouren et un système agricole représenté par quatre oliveraies. Nous avons utilisé comme méthode d'échantillonnage des fourmis, les pots Barber, la capture manuelle et les pièges appâts.

Notre travail est organisé en trois chapitres, le premier est une présentation des régions d'étude. Le deuxième porte sur la méthodologie de travail effectuée sur le terrain et au laboratoire, ainsi que l'analyse des données (indices et analyses statistiques). Les résultats et leur discussion sont exposés dans le troisième chapitre sous forme de trois parties séparées, puis une conclusion générale clôtura ce travail.

REGION D'ETUDE

1. Facteurs abiotiques

1.1. Aspect géographique

La présente étude s'est déroulée dans la région de la Kabylie et s'étale du Sud-Ouest de la ville de Tizi-Ouzou en allant vers le Sud-Est de celle-ci où elle rencontre la chaîne côtière et la partie Est (Ath Ghobri-Akfadou) (Fig.1). Connue pour la diversité de ses paysages, la situation géographique de chaque type paysagère est présentée à part ainsi que ses caractéristiques pédologiques et climatiques.

Le territoire de la région d'étude est compris entre les limites naturelles suivantes et qui sont désignées sur la Figure 2 :

- Au Nord-Est, les deux communes d'Aghribs et Thifrit N'Aït Elhadj ;
- Au Nord-Ouest, la forêt domaniale d'Ath Ghobri ;
- A l'Ouest, la vallée du Sébaou ;
- Au Sud-Est, le Col de Chellata ;
- Au Sud, le Parc National du Djurdjura ;
- Au Sud-Ouest, les terrains agricoles de Chaabet El Ameur et des Issers.

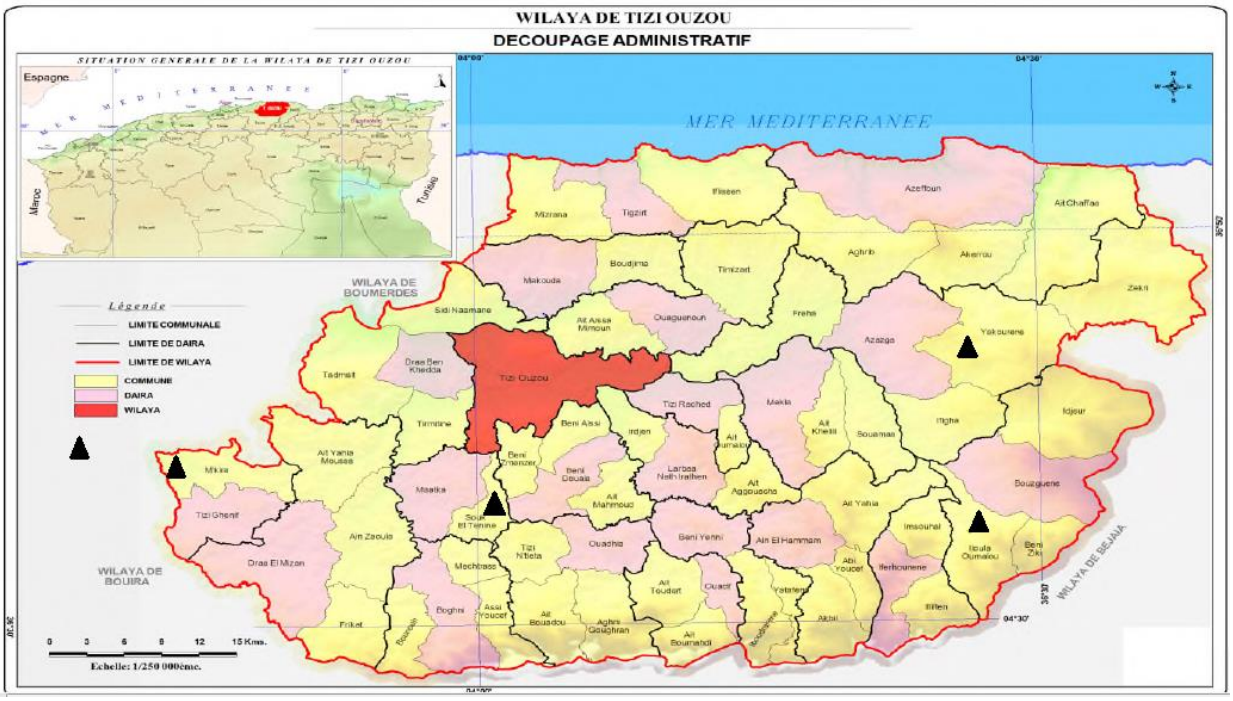


Figure 1. Situation géographique de la région d'étude et localisation des sites prospectés (A.S.W.T-O, 2018, modifié).

1.2. Aspect orographique

Le relief de la Grande Kabylie est constitué de cinq parties ou ensembles géomorphologiques relativement homogènes. Il s'agit de la Kabylie maritime au Nord (chaîne littorale), le Djurdjura au Sud, le massif central kabyle (appelé par les citoyens Agawa), la vallée centrale de l'Oued Sébaou et la dépression de Draa El Mizan (MEDDOUR S, 2008) (Fig.2).

Figure 2. Carte de divers géosystèmes de la Kabylie du Djurdjura et des limites naturelles de la Grande-Kabylie (MEDDOUR, 2010, modifiée).

1.3. Présentation des sites de l'étude

Dans cette partie, nous allons définir les limites territoriales et administratives des sites de l'étude notamment, la forêt de Béni-Ghobri, la région d'Illoula-Oumalou, la région de Souk El Tenine et la région de M'kira.

1.3.1. Situation géographique de la forêt de Béni-Ghobri

La forêt de Béni-Ghobri est située à l'Est de la wilaya de Tizi-Ouzou, elle appartient à l'entité géomorphologique de la chaine côtière kabyle. La région est appelé également forêt de Yakouren et elle est distante d'environ 55 km du chef-lieu de la wilaya. Elle couvre une superficie de 5707 hectares (GUTTAS, 2012). Cette forêt est limitée :

Au Nord par une ligne de crêtes la séparant de la forêt de Tamgout ;

Au sud par les communes d'Ifigha et Idjeur ;

À l'ouest par la commune d'Azazga et la route national N° 12 ;

À l'est par la forêt de l'Akfadou (communes de Zekri et Adekar wilaya de Bejaïa) (Fig.1).

1.3.2. Situation géographique de la région d'Illoula-Oumalou

La commune d'Illoula-Oumalou se situe à environ 50 km du côté Sud-Est de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle couvre une superficie de 5162 hectares (MATET, 2008). Elle est délimitée :

Au Nord par la commune de Bouzguene ;

Au Sud par la Wilaya de Bejaïa ;

À l'Est par la commune de Beni-Ziki ;

À l'Ouest par la commune d'Imsouhal et d'Illilten.

Elle est rattachée à la dorsale kabyle et la chaine côtière, dans sa partie Est, au col de Chellata (Fig.1).

1.3.3. Situation géographique de la région de Souk El Tenine

La commune de Souk El Tenine se situe à environ 23 km du côté Sud-Ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle s'étale sur une superficie de 2061 hectares et elle est délimitée :

Au Nord par la commune de Mâatkas ;

Au Sud par la commune de Mechtras ;

À l'Est par la commune de Tizi N'Tlata ;

À l'Ouest par la commune d'Ain Zaouïa.

1.3.4. Situation géographique de la région de M'kira

La commune de M'kira se situe à 60 km environ de l'extrême Sud-Ouest du chef lieu de Tizi-Ouzou, dans la dépression de Draa El Mizane. Elle présente des limites territoriales avec la wilaya de Boumerdes (Fig.1) et s'étale sur une superficie de 3544 hectares.

Elle est délimitée :

Au Nord par la commune de Chaabat El Ameur (wilaya de Boumerdes) ;

Au Sud par la commune de Tizi-Ghennif ;

À l'Est par la commune d'Oued-Ksari ;

À l'Ouest par la commune de Lakhdaria.

1.4. Géologie et pédologie de la Grande Kabylie

1.4.1. Aperçu géologique et lithologique

L'étude géologique et lithologique de l'Algérie et particulièrement de la Kabylie est basée sur divers travaux et carte 1/50000; principalement les travaux de FICHEUR (1890), FLANDRIN (1948, 1952), DURAND-DELGA (1969) et GELARD (1979).

Le massif du Djurdjura se situe dans la chaine alpine des Maghrébides, appelée également les Kabylides plus précisément dans le Tell (DURAND-DELGA, 1969). Les Kabylides s'enchaînent d'Ouest en Est par le massif de Chenaoua et d'Alger, de la Grande Kabylie et de la Petite Kabylie (Fig.3). Le Massif de la Grande Kabylie est composé de socle métamorphique cristallophillien paléozoïque (principalement des gneiss âgés de 300à 480 Ma) (DURAND-DELGA, 1969) et de paleozoïque supérieur non métamorphique. Le socle est, par endroits, recouvert en discordance par une série sédimentaire détritique (principalement des molasses composées de conglomérats) d'âge Oligocène supérieur à mi-Burdigalien (GERY et *al*., 1981) nommée Oligo-Miocène kabyle.

1/200kmLe socle Kabyle chevauche la Dorsale Calcaire (ou Dorsale Kabyle) qui se présente sous forme d'écailles chevauchant les nappes de flyschs vers le Nord-Est et le Nord en passant du massif d'Ath-Ghobri_Akfadou vers la chaîne littorale kabyle (occupé principalement de grés numidien, des argiles sous numidiennes de l'Oligocène et de flyschs à microbréche du Sénonien) (BOUILLIN et *al*., 1986).

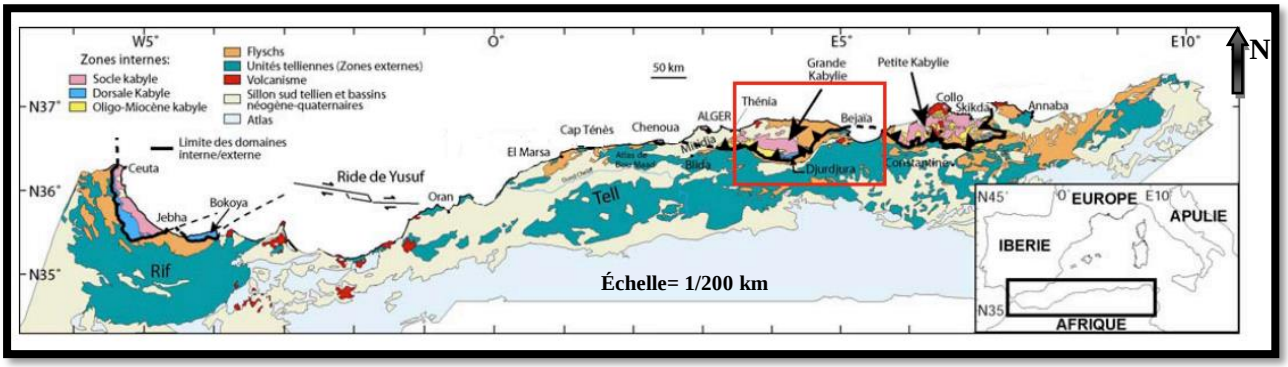


Figure 3. Différentes unités géologiques des Maghrébides (DOMZIG, 2006, modifiée).

1.4.2. Aperçu pédologique

DURAND (1954) a établi une carte à l'échelle 1/500 000e intitulée « carte des sols de l'Algérie ». Cette carte comprend 24 classes de sols selon le système de classification française (Fig.4). Cette carte pédologique confortée par des études ponctuelles plus récentes, a permis de cerner d'une manière assez générale les principaux sols rencontrés au niveau de l'aire d'étude (MATET, 2008), mais on peut tout de même ne citer que les classes de sols rencontrées dans nos sites d'étude qui sont:

- **Les sols alluviaux:** Ces sols, considérés à juste titre comme les meilleures terres agricoles, sont rencontrés au niveau des plaines et terrasses alluviales ainsi qu'au niveau des plaines côtières et sur la partie ouest du massif (région de Tizi-Ghenif et M'kira);

- **Les sols insaturés humifères:** Ces sols sont rencontrés sur les reliefs les plus élevés occupés par la végétation forestière (Forêt de Béni-Ghobri, Akfadou).

- **Les sols insaturés et les podzoliques:** Ces sols résultant de l'altération des flyschs, gneis et grés sont les plus fréquents au niveau de l'aire de l'étude. En général, ce sont des sols où prospèrent les forêts naturelles et l'arboriculture rustique (Illoula-Oumalou et Souk El Tenine).

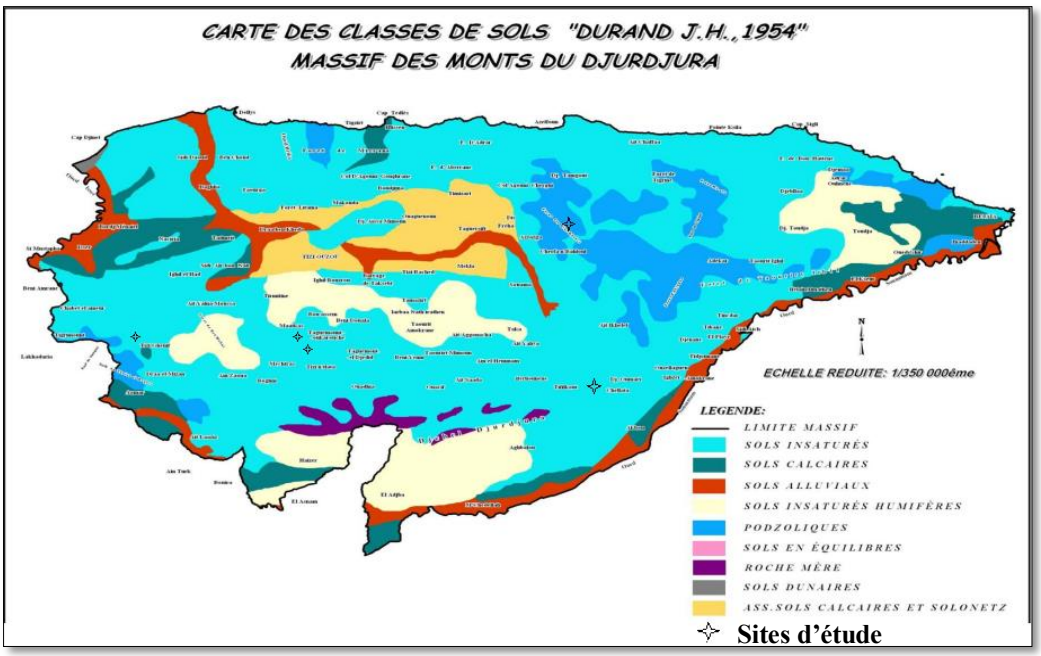


Figure 4. Carte des classes de sols de la wilaya de Tizi-Ouzou (DURAND, 1954 ; modifiée).

1.5. Hydrologie

La région de la Kabylie est dotée d'un réseau hydrographique très large et très diversifié (THIEBAUT, 1951). Elle est composée de trois Oueds majeurs qui sont l'Oued Isser, l'Oued Soummam et l'Oued Sébaou qui représente le principal fleuve kabyle (Fig.5). Dans notre zone d'étude, nous pouvons citer les affluents importants qui drainent les eaux pluviales des sites échantillonnés, il s'agit du :

- Sous bassin de l'Oued Sébaou amont qui draine la région d'Illoula avec son affluent Acif de Boubhir, ainsi qu'une partie des eaux de la région de Yakouren.
- Sous bassin de l'Oued Sébaou Rabta qui draine également une partie des eaux de la région de Yakouren et ses environs tels qu'Azazga.
- Sous bassin de l'Oued Sebaou Sebt qui draine la majorité des eaux de la partie centrale de la wilaya de Tizi-Ouzou dont font partie Mâatkas, Souk El Tenine et le village de Sidi Ali Moussa.
- Sous bassin de l'Oued Isser maritime qui draine les eaux de la région de M'kira et de Tizi-Ghenif du côté Ouest de la wilaya.

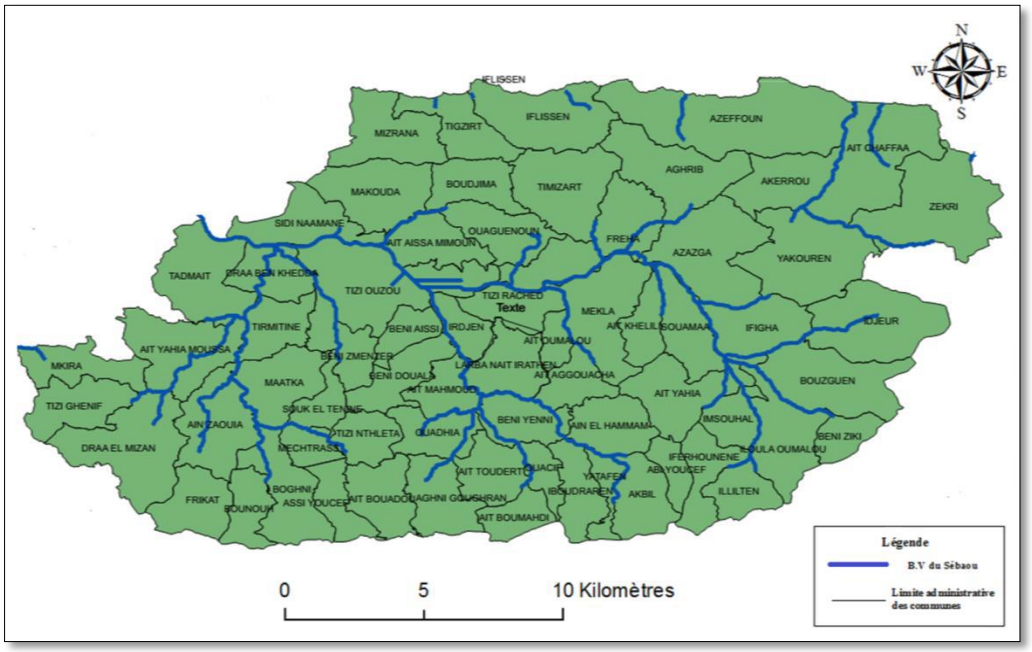


Figure 5. Carte des divers principaux Oueds de la Kabylie (Source : ANRH, 2010 Blida).

1.6. Facteurs climatiques

Les caractéristiques essentielles servant à différencier les climats, selon BOUDY (1952), sont les températures et les précipitations, critères déterminants dans l'individualisation des structures de végétation (QUEZEL, 1976) et/ou et des communautés d'êtres vivants en général dans la biosphère (RAMADE, 1994).

La région d'étude est soumise à un climat de type méditerranéen, caractérisé par un hiver pluvieux et doux et un été sec et chaud (SELTZER, 1946).

La région de la Grande Kabylie a bénéficiée d'une ample étude réalisée par MEDDOUR (2010) a réalisé une étude intéressante sur la grande Kabylie intitulée : « Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie djurdjuréenne ».

Afin de caractériser les sites prospectés du point de vue bioclimatique, nous allons prendre en considération les deux facteurs les plus prépondérants qui sont les précipitations et la températures., et cela par extrapolation des données de l'Office National Météorologique issue de la seule station de référence existante au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou (station de Boukhalfa) située à une altitude de 188 m. Les données collectées couvrent la période allant de 1990 jusqu'à 2018.

1.6.1. Précipitations

RAMADE (1994) note, qu'en Méditerranée, le régime des précipitations est hivernal et que les pluies annuelles tombent surtout durant les trois mois d'hiver.

D'après SELTZER (1946), la répartition des pluies en Algérie est caractérisée par l'augmentation de la lame de précipitations avec l'altitude, elle croit d'Ouest en Est. Cependant, elle décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral.

Le régime pluviométrique du massif du Djurdjura suit étroitement la variabilité du relief, les zones les plus élevées et les plus proches de la mer sont les mieux arrosées (MATET, 2008).Une élévation en altitude se traduit par une augmentation de la tranche d'eau reçue (SELTZER, 1946). BAGNOULS et GAUSSEN (1952) cité par CAGNIANT (1973) estiment que cette augmentation est de 70 à 80 mm par 100 m d'élévation en Grande Kabylie, de 40 mm dans les Aurès (Chélia) et 30 mm par 100 m près d'Ain Sefra.

Plus récemment, MEDDOUR (2010) a pu redéfinir un gradient altitudinal des précipitations qui est de 39 mm / 100 m'élévation, sur des données issues de 23 postes relevant de la façade nord, et un gradient de 64 mm/100 m pour la façade méridionale, C'est ce gradient que nous adoptons dans l'essai de caractérisation des sites prospectés. Pour cela, nous avons calculé un coefficient de correction (K) (Tab.1) qui sera multiplié avec toutes les valeurs de précipitations de la station de référence de Tizi-Ouzou.

Le coefficient K est calculé de la manière suivante :

K = P. moyenne annuelle à la station recherchée / P. moyenne annuelle à la station de référence.

Tableau 01 -Coefficient de correction K calculé pour les différentes stations d'étude.

Stations	Altitude (m)	Exposition	Différence altitudinale (m)	Précipitations moyenne annuelles (mm)	Coefficient de correction (K)
Station de référence	188	Ouest	-	792,6	-
Forêt de Yakouren	720	Nord-Est	532	998,73	1.26
Illoula-Oumalou	620	Sud-Est	432	959,05	1,21
Souk El Tenine	600	Sud-Ouest	412	951,18	1,20
Sidi Ali Moussa	520	Sud-Ouest	332	919,42	1,16
M'kira	220	Sud-Ouest	32	792.6	-

D'après le tableau 1, les précipitations moyennes annuelles au niveau du massif du Djurdjura sont très abondantes sur les reliefs élevés comme la forêt de Yakouren et diminuent dans les régions qui présentent des altitudes de 188 m à 220 m.

1.6.1.1. Régime pluviométrique mensuel

Les données des précipitations des différentes stations rassemblées sur une période de 28 ans (de 1990 à 2018) sont représentées dans le tableau 2.

Tableau 02 -Précipitations moyennes mensuelles P (mm) ajustées des différentes stations (période 1990 - 2018).

P (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
F-Y	155.38	115.66	103,06	100	75	14,39	3,61	7,49	45,73	85,19	135,59	157,63	998,73
I-O	149,19	111,08	98,98	96,07	72	13,79	3,51	7,14	43,92	81,8	130,2	151,37	959,05
S.E.T	147,96	110,16	98,16	95,28	71,4	13,68	3,48	7,08	43,56	81,12	129,12	150,12	951,18
S.A.M	143,03	106,49	94,89	92,1	69,02	13,22	3,36	6,84	42,11	78,42	124,82	145,12	919,42
M'kira	123.31	91.8	81.79	79.37	59.53	11.42	2,87	5,94	36,3	67,61	107,61	125,1	792,64

(**F-Y :** forêt de Yakouren, **I-O :** Illoula-Oumalou, **S.E.T :** Souk El Tenine, **S.A.M :** Sidi Ali Moussa).

Il ressort du tableau 2 que les tranches pluviométriques annuelles augmentent au fur et à mesure qu'on monte en altitude, et elles dépassent 500 à 600 mm partout dans les sites inscrits sur le massif ancien. Nous remarquons aussi que la pluviométrie annuelle augmente d'Ouest en Est ; elle passe de 792,6 mm à M'kira (extrême Sud-Ouest) à 959,05 mm à Illoula-Oumalou (extrême Sud-Est). Elle atteint presque 1000 mm dans le massif forestier de Béni-Ghobri. MEDDOUR (2010) cite que dans son ensemble, le territoire de la Kabylie Djurdjurèene, reçoit beaucoup de précipitations, dont les moyennes dépassent 500 - 600 mm partout et plus de 1000 - 1100 mm sur les hauts reliefs avec des versants exposés aux vents humides. Ainsi, la zone la plus arrosée correspond aux montagnes de la chaîne littorale (Aghrib, Elma hachech) et du massif forestier de Béni Ghobri-Akfadou, avec 1100-1200mm /an.

D'après le tableau 2, c'est au mois de décembre qu'on enregistre la pluviosité maximale, soit 157,63 mm, 151,37 mm, 150,12 mm, 145,12 mm et 125,10 mm respectivement pour les stations : Forêt Yakouren, Illoula-Oumalou, Souk El Tenine, Sidi Ali Moussa et M'kira. Quand à juillet, c'est le mois où les précipitations sont à leur plus bas niveau variant de 2,87 à 3,61 mm suivant un gradient altitudinal (Fig.6).

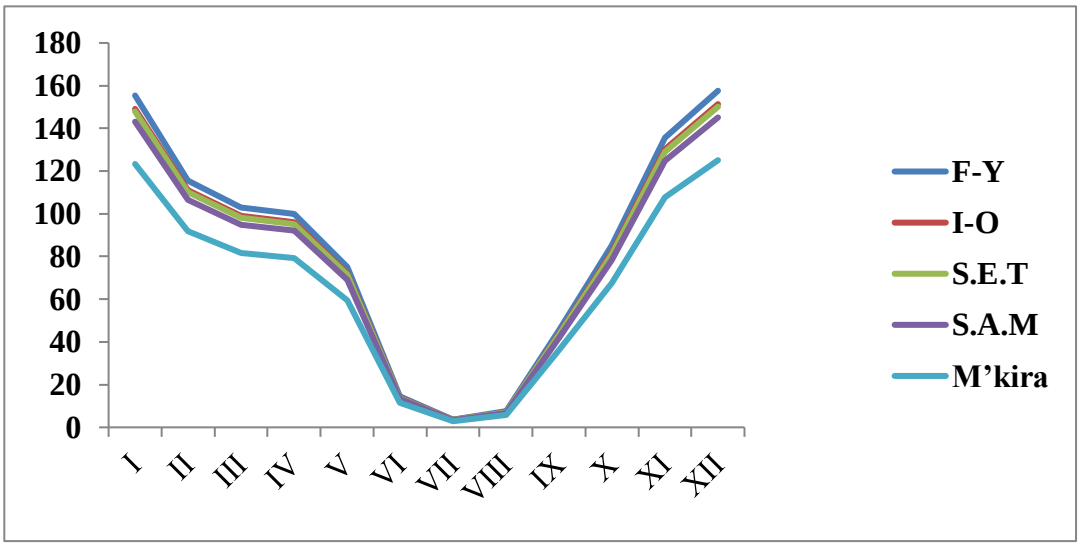


Figure 6. Variabilité des précipitations moyennes mensuelles des 5 stations considérées (période 1990 – 2018).

1.6.1.2. Régime pluviométrique saisonnier

Pour caractériser un régime pluviométrique d'une région donnée, il est nécessaire de compléter les données des précipitations moyennes mensuelles par la détermination de la répartition saisonnière des pluies durant l'année (MEDDOUR, 2010).

La notion de régime saisonnier a été définie par MUSSET (1935 *in* CHAABANE, 1993) et consiste à calculer la somme des précipitations par saison et effectuer, ensuite, le classement saisonnier par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par son initiale (MEDDOUR, 2010). Les totaux pluviométriques saisonniers calculés pour les stations de la région d'étude sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 03 -Régime pluviométrique saisonnier des différentes stations d'étude (1990-2018).

P (mm)	Hiver	%	Printemps	%	Eté	%	Automne	%	Régime saisonnier
F-Y	428,67	42,9	278,06	27,8	25,49	2,6	266,51	26,7	HPAE
I-O	411,64	42,9	267,05	27,8	24,44	2,5	255,92	26,7	HPAE
S. E. T	408,24	42,9	264,84	27,8	24,24	2,5	253,8	26,7	HPAE
S. A. M	394,64	42,9	256,01	27,8	23,42	2,5	245,35	26,7	HPAE
M'kira	340,21	42,9	220,69	27,8	20,23	2,6	211,52	26,7	HPAE

L'analyse des résultats obtenus dans le tableau 03 montre que la région d'étude est soumise à un régime saisonnier « classique » de type (HPAE). La tranche pluviométrique la plus élevée est centrée sur la saison hivernale soit 40 % des précipitations annuelles totales.

Selon MESSAOUDENE (1989) et SALAMANI (1990), le régime saisonnier dominant dans la région d'étude auparavant selon les données de SELTZER (1946) était plutôt de type (HAPE).

1.6.2. Les températures

La température est un facteur écologique capital (DREUX, 1980) car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne, de ce fait, la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1994).

Selon GASPAR (1972), la température influence sur la distribution des fourmis. Par exemple *Tapinoma simrothi* est une fourmi très active le matin et surtout dans la soirée, lorsque la température est voisine de 25°C. Le passage des ouvrières sur les troncs d'orangers s'interrompe l'après-midi, quand la température dépasse 35°C (DARTIGUES, 1992). De ce fait, nous avons remarqué durant les sorties sur le terrain, que la plupart des espèces de fourmis cessent leurs activités pendant les heures les plus chaudes de la journée.

1.6.2.1.Gradient thermique altitudinal

En Algérie, selon SELTZER (1946), contrairement aux précipitations qui augmentent en altitude, les températures diminuent pour chaque élévation de 100 m d'altitude.

Le coefficient de décroissance moyenne altitudinale de la température selon SELTZER (1946) est comme suit :

Température minima (m) = 0,4°C / 100 m.

Température maxima (M) = 0,7°C / 100 m.

Température moyenne (T) = 0,55°C / 100 m.

Pour la Grande Kabylie, MEDDOUR (2010) obtient des gradients thermiques comparables à ceux de SELTZER (1946) pour le Tell et le littoral algériens. Ils sont de 0.41°C/100 m pour les températures minima (m) et de 0.78°C/100 m pour les températures maxima (M). Pour cela nous avons adoptés celles de SELTZER (1946) pour la correction des données des stations d'étude.

Les valeurs de température moyennes mensuelles, maximales (M°) et minimales (m°) de la région d'étude durant la période allant de 1990 à 2018 sont mentionnées dans le tableau 4.

Tableau 04 -Températures moyennes mensuelles (T), minimales (m) et maximales (M) ajustées des différentes stations d'étude (1990 - 2018).

Stations	Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
F-Y	m°C	2,74	2,88	3,69	4,52	6,02	4,74	9,10	9,40	8,12	6,62	4,73	3,23
	M°C	12,07	12,81	15,16	17,06	20,56	24,65	27,82	27,82	24,49	20,99	15,51	12,66
	T°C	7,41	7,85	9,43	10,79	13,29	16,19	18,46	18,61	16,30	13,80	10,12	7,95
I-O	m°C	4,64	4,97	6,84	8,78	12,28	16,27	19,44	20,13	17,14	13,66	9,28	5,78
	M°C	12,46	13,41	16,42	18,85	23,34	28,58	32,65	32,65	28,37	23,89	16,86	13,22
	T°C	8,55	9,19	11,63	13,81	17,81	22,42	26,04	26,39	22,75	18,77	13,07	9,50
S.E.T.	m°C	4,72	5,05	6,92	8,86	12,36	16,35	19,52	20,21	17,22	13,74	9,36	5,86
	M°C	12,60	13,55	16,56	18,99	23,48	28,72	32,79	32,79	28,51	24,03	17,00	13,36
	T°C	8,66	9,30	11,74	13,92	17,92	22,53	26,15	26,50	22,86	18,88	13,18	9,61
S.A.M.	m°C	5,04	5,37	7,24	9,18	12,68	16,67	19,84	20,53	17,54	14,06	9,68	6,18
	M°C	13,16	14,11	17,12	19,55	24,04	29,28	33,35	33,35	29,07	24,59	17,56	13,92
	T°C	9,10	9,74	12,18	14,36	18,36	22,97	26,59	26,94	23,30	19,32	13,62	10,05
Tamdiqt	m°C	6,37	6,70	8,57	10,51	14,01	18,00	21,17	21,86	18,87	15,39	11,01	7,51
	M°C	15,48	16,43	19,44	21,87	26,36	31,60	35,67	35,67	31,39	26,91	19,88	16,24
	T°C	10,92	11,56	14,01	16,19	20,18	24,80	28,42	28,76	25,13	21,15	15,45	11,87

(**F-Y :** forêt de Yakouren, **I-O :** Illoula-Oumalou, **S.E.T :** Souk El Tenine, **S.A.M :** Sidi Ali Moussa).

Pour quatre stations échantillonnées, dont les altitudes oscillent de 500 à 800 m, la température moyenne mensuelle est supérieure à 20°C pendant 4 mois par an (de Juin à Septembre). Par contre, la cinquième localité, la plus basse (M'kira : 220m d'altitude), connait un 5ème mois chaud (Octobre). La température moyenne du mois le plus chaud (Tmax) est enregistrée durant le mois d'Août dans toutes les stations, elle varie entre 27,82et 35,67°C. Quant à la température moyenne du mois le plus froid (Tmin), elle est enregistrée au mois de Janvier et elle oscille entre 2,74 et 6,37°C.

1.6.2.2. Synthèse bioclimatique

Pour illustrer le bioclimat de la région d'étude, nous avons eu recours à deux méthodes :

- Le Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN ;
- Le Quotient Pluviométrique d'EMBERGER.

- **Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN**

Afin d'apprécier l'intensité et la durée de la période sèche d'une région donnée,

BAGNOULS et GAUSSEN(1953) ont établi un diagramme ombrothermique qui exprime la relation entre les pluviométries et les températures moyennes mensuelles.

Selon SELTZER (1946), un mois est considéré sec, si le total moyen mensuel des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne du même mois (°C). Cette relation s'exprime sous forme d'équation :

$$\mathbf{P \leq 2T \text{ ou } P/T \leq 2.}$$

Avec :

P : Précipitations moyennes mensuelles (mm) ;

T : Températures moyennes mensuelles (°C).

Sur la base de cette équation, nous avons tracé le diagramme Ombrothermique pour chaque station d'étude à part (Fig.7).

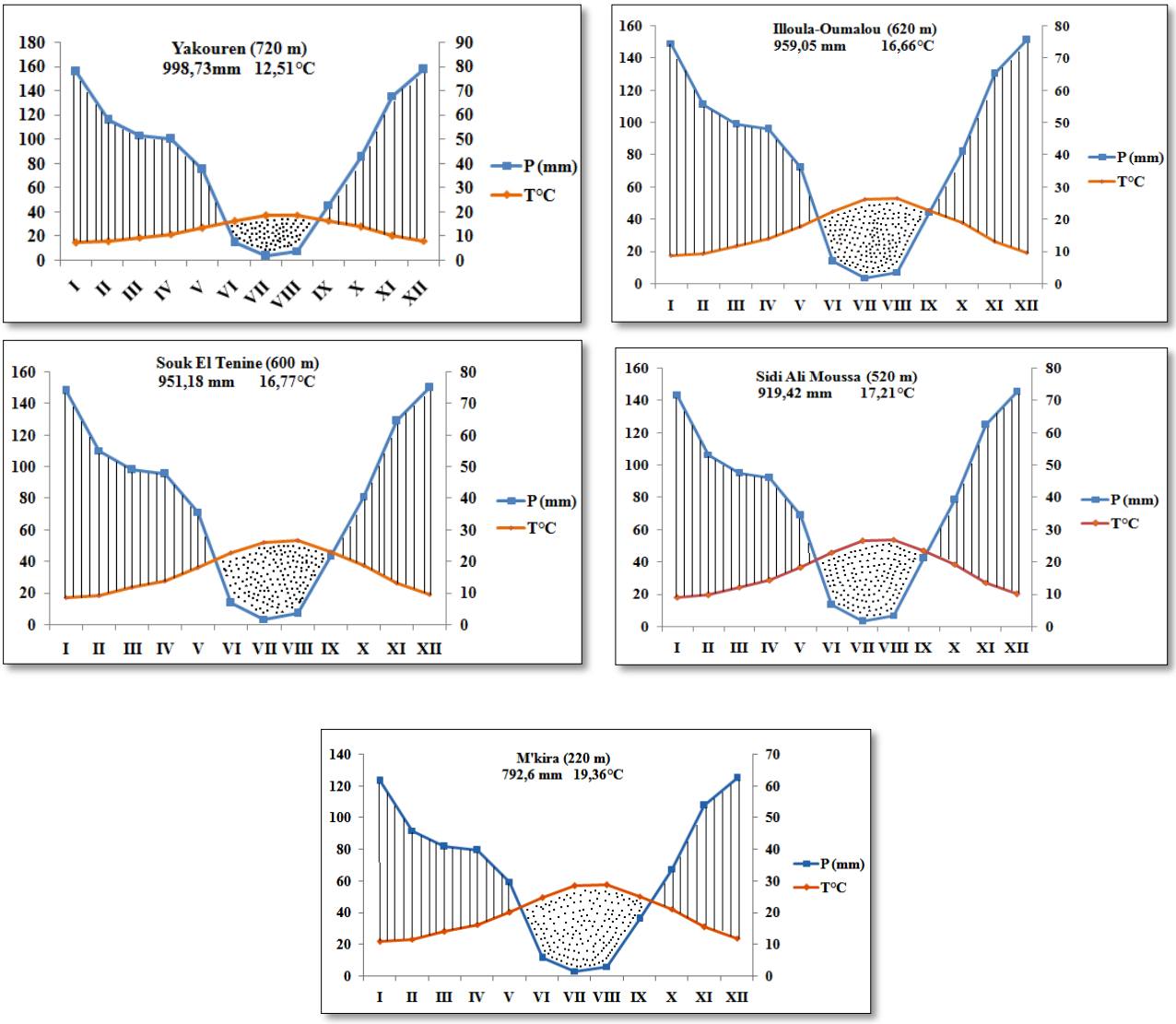


Figure 07. Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN des stations d'étude.

Les diagrammes ombrothrmiques de la figure 7 présentent une période sèche et une période humide. La période humide s'étale sur environs 8 mois (à partir du début Septembre jusqu'à mi Mai) alors que la période sèche s'étale sur une période de 3 mois (à partir de mi Mai jusqu'au début Septembre) pour la majorité des zones d'étude. Quant à la région de M'kira, la période sèche s'étale sur 4 mois (à partir de la mi-Mai jusqu'à la mi-Septembre).

- **Quotient pluviométrique d'EMBERGER**

Pour caractériser un bioclimat, EMBERGER (1952) a établi un quotient représenté par le rapport entre la hauteur moyenne annuelle des précipitations et la différence entre la moyenne

des températures maximales du mois le plus chaud et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

L'expression de ce quotient est la suivante :

$$\mathbf{Q2 = 2000 \times P / M^2 - m^2}$$

Q2 : Quotient pluviométrique ;

P : Précipitations moyennes annuelles en mm ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré kelvin (°K) ;

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en degré kelvin (°K).

La formule a été modifiée par STEWART (1969) comme suit :

$$\mathbf{Q3 = (3{,}43 \times P) / (M - m)}$$

Avec **M** et **m** exprimés en degré Celsius (°C).

A partir de l'équation de STEWART (1969), le Q3 calculé pour les différentes régions d'étude est représenté dans le tableau 5.

Tableau 05 -Valeurs de Q3 calculées pour les différentes régions d'étude sur une période de 28 ans (1990-2018).

Stations	M (°C)	m (°C)	M-m (°C)	P (mm)	Q3	Etage bioclimatique
F-Y	27,82	2,74	25,08	998,73	136,59	humide à hiver frais
I-O	32,65	4,64	28,01	959,05	117,44	humide à hiver tempéré
S.E.T.	32,79	4,72	28,07	951,12	116,22	humide à hiver tempéré
S.A.M.	33,35	5,04	28,31	919,42	111,40	humide à hiver tempéré
M'kira	35,67	6,37	29,3	792,6	92,79	Sub-humide à hiver tempéré

(F-Y : forêt de Yakouren, **I-O :** Illoula-Oumalou, **S.E.T :** Souk El Tenine, **S.A.M :** Sidi Ali**).**

Nous concluons ainsi et à partir du tableau 05, que la zone d'étude s'inscrit dans l'étage bioclimatique humide à sub-humide avec un hiver doux (Fig.8), sauf pour la région de Yakouren qui s'inscrit sur un étage humide à hiver frais.

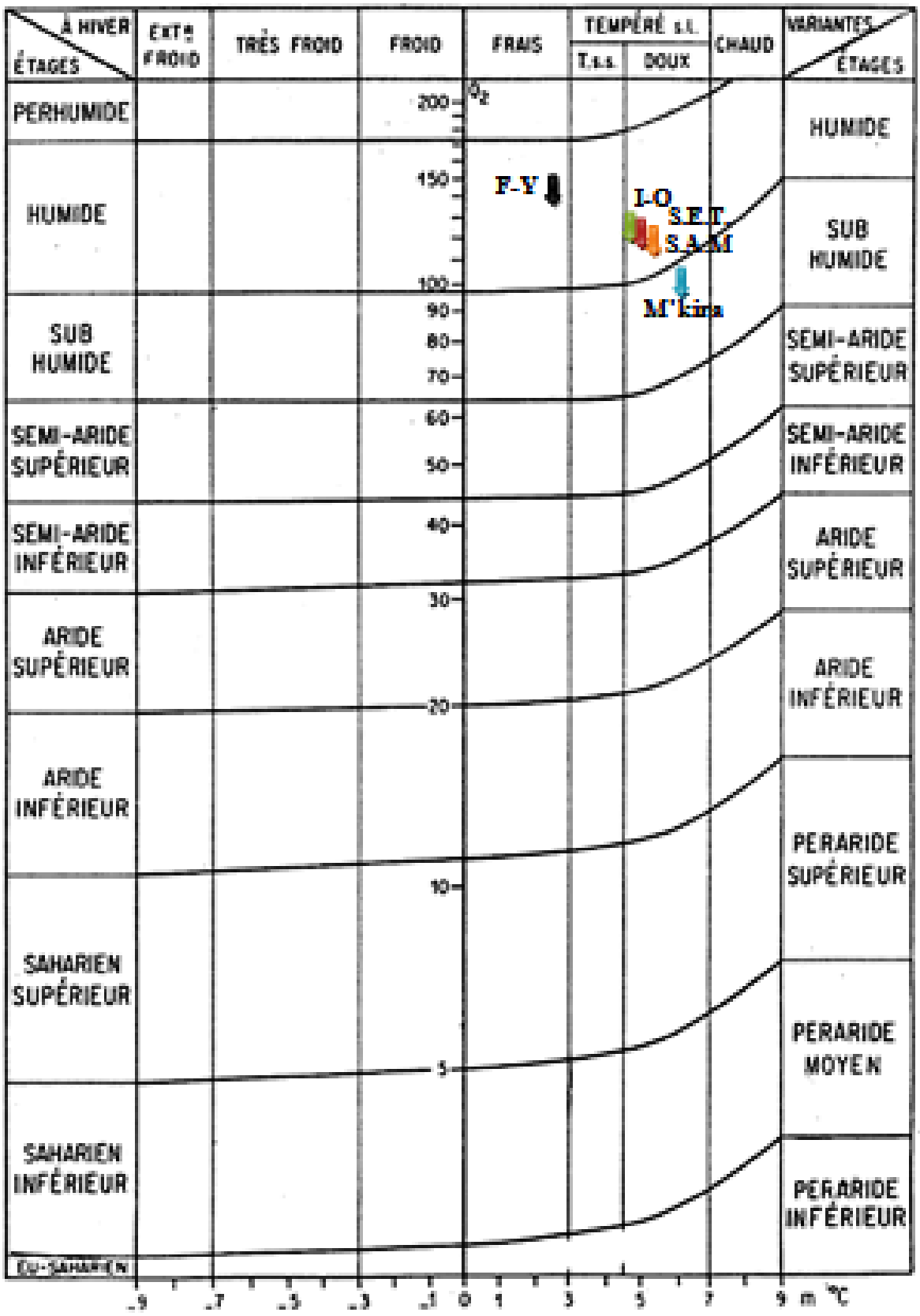


Figure 08. Projection des stations d'étude sur le climagramme d'EMBERGER.

1. Facteurs biotiques

2.1. Flore de la région d'étude

La région de la Grande Kabylie représente une diversité exceptionnelle d'environ 25000 plantes vasculaires selon QUEZEL (1985) et entre 28000 à 30000 espèces et sous espèces selon GREUTER (1995) et HEYWOOD (1998) *in* MEDDOUR (2010). L'importance du patrimoine que couvre la Grande Kabylie est due à l'endémisme et à la rareté de sa flore (LARIBI, 2016). Elle est ainsi classée dans le secteur de la Kabylie-Numide-Kroumirie, sous secteur, K1, Grande Kabylie ou la Kabylie Djurdjuréenne (QUEZEL et SANTA, 1962) en tant que 11éme / 34 points chauds « *hotspots* » mondiaux de la biodiversité (MAYERS, 1988 ; VELLA et BENHOUHOU, 2007).

Selon LARIBI (2016), de nombreuses espèces végétales trouvées dans la grande Kabylie constituent des écosystèmes forestiers (MEDDOUR, 2010):

- Le cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti ex Endl. Carrière) est développé sur les sommets du Djurdjura, aux étages supra- et oro-méditerranéen.
- Les chênes caducifoliés (*Quercus canariensis* Willdet *Q. afares* Pomel) occupent les sommets gréseux de l'Akfadou et de Tamgout, au supra-méditerranéén.
- Le chêne liège (*Q. suber* L.) est répandu dans les régions moins élevées où dominent essentiellement les grès numidiens, au méso-méditerranéen (où nous retrouverons le site de Béni-Ghobri).
- Le chêne vert (*Q. ilex* L) vient sur le massif ancien, l'Aghbalou et plus rarement sur le Djurdjura, au supra-méditerranéen (cas d'Illoula-Oumalou et de Souk El Tenine à Mâatkas).
- L'oléo-lentisque (*Pistacia lentiscus* L. et *Olea europaea* (L.) (Mill.) Lehr.) se substitue au chêne liège partout où les sols deviennent plus argileux, au thermo-méditerranéen (caractérisant le site de Tamḍiqt).
- Le peuplier (*Populus alba* L. et *Populus nigra* L.) et l'Aulne (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) constituent les formations forestières azonales ; linéaires, de basses altitudes pour le premier ; et essentiellement ponctuelles en zones de montagnes pour le second.

2.2. Faune de la région d'étude

L'aspect orographique, le couvert végétal et la physionomie du massif montagneux de Djurdjura constituent des milieux favorables qui abritent une faune riche et diversifiée, comprenant des Insectes, des Oiseaux, des Mammifères, des Reptiles et des Amphibiens.

La faune de la région d'étude est caractéristique du Nord Algérien (HAMDINE et *al.*, 1993). La faune mammalienne est la plus étudiée dans le Djurdjura. Nous pouvons citer le renard roux (*Vulpes vulpes* L.), le chat sauvage (*Felis silvestris* Schreber), le sanglier (*Sus scrofa* L.), le singe magot (*Macaca sylvanus* L.), la mangouste (*Herpestes ichneumon* L.), la belette (*Mustela nivalis* L.), le hérisson d'Algérie (*Atelerix algirus* Lereboullet), le lièvre brun (*Lepus capensis*L.), lamusaraigne musette (*Crocidura russula* Hermann), le porc-épic (*Hystrix cristata*L.), le chat domestique (*Felis catus* L.), le mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus* L.) et la genette (*Genetta genetta* L.) (AHMIM, 2019). ADDAR et DAHMANI-MEGREROUCHE (2013) signalent 12 espèces de chiroptères.

Concernant l'avifaune, le Djurdjura est parmi les sites les plus riches en Algérie avec 123 espèces répertoriées. C'est le milieu de prédilection des Rapaces, vu sa physionomie et ses falaises, dont on peut citer par exemple l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos* L.), l'Aigle de Bonelli (*Aquila fasciata* Vieillot), le Vautour Percnoptère (*Neophron percnopterus* Savigny), le Gypaète barbue (*Gypaetus barbatus* L.).

Du côté des amphibiens et reptiles du Djurdjura secteur Tala-Guilef, une étude récente révèle la présence de 3 amphibiens et 12 reptiles (AMROUCHE-LARABI et *al.*, 2015; MAMOU 2016) tels que le Crapaud commun (*Bufo spinosus* Daudin), Discoglosse peint (*Discoglossus pictus* Otth), Salamandre tachetée (*Salamandra algira* Bedriaga), Lézard des murailles (*Podarcis vaucheri* Boulenger), Psammodrome algire (*Psammodromus algirus* L.), Lézard ocellé (*Timon pater* Lataste),Tarente de Mauritanie (*Tarentola mauritanica* L.), Seps ocellé (*Chalcides ocellatus* Foskål), Seps strié (*Chalcides mertensi* Klausewitz), Couleuvre de Montpellier (*Malpolon monspessulanus* Hermann), Coronelle bordelaise (*Coronella girondica* Daudin), Couleuvre à collier (*Natrix natrix* L.), Couleuvre vipérine (*Natrix maura* L.), Couleuvre fer à cheval (*Hemorrhois hippocrepis* L.) et le Vipère de Lataste (*Vipera latastei* Boscá).

L'entomofaune du Djurdjura reste méconnue, un échantillonnage réalisé dans le site d'Illoula-Oumalou et dans un site à Ain-Zaouïa prés de M'kira (2015) révèle la présence de

145 espèces d'arthropodes réparties en 77 familles, 16 ordres et 7 classes (Insectes, Arachnides, collemboles, Annélides, Myriapodes, Crustacés et Gastéropodes) (HAMECHA, 2015). A la forêt de Darna, MERABET (2014) révèle la présence de 98 espèces d'arthropodes appartenant à 17 ordres et 4 classes (Arachnides, Myriapodes, Insectes et Crustacés).

MATERIELS ET METHODES

1. Choix des stations

La présente étude a été réalisée dans deux écosystèmes à savoir une forêt à chêne zéen et un agro-écosystème d'oliviers en Grande Kabylie (Tizi-Ouzou).

Le choix s'est porté sur une zénaie mixte très dense dans la forêt de Yakouren et quatre oliveraies dans différentes localités de la wilaya à différentes altitudes. La situation géographique des sites choisis est mentionnée dans le tableau 6.

Tableau 6 -Stations choisies pour l'étude de la myrmécofaune de la Kabylie.

Sites	Yakouren	Igraouéne	Souk El Tenine	Sidi Ali Moussa	Tamḍiqt
Position administrative(Commune)	Yakouren	Illoula-Oumalou	Souk El Tenine	Souk El Tenine	M'kira
Ecosystème	Forêt	Oliveraie 1	Oliveraie 2	Oliveraie 3	Oliveraie 4
Entité géomorphologique	Ath-Bohini (Chaîne côtière)	Col de Chellata	Le massif central	Le massif central	Dépression de Draa El Mizan
Versant / (Chaine montagneuse de Djurdjura)	Nord-Est	Nord-Est	Nord-Ouest	Nord-Ouest	Nord-Ouest
Coordonnées géographiques	36.756995N, 4.421904E	36.555641N, 4.419894E	36.592480N, 4.009119 E	36.584232N, 3.982717E	36.609346N, 3.746402E

2. Description des stations d'étude

2.1. Description de l'agro-écosystème (Oliveraies)

Les agro-écosystèmes fruitiers forment de grands ensembles dans la région de Tizi-Ouzou. L'oléiculture a été depuis longtemps la culture la plus appréciée des habitants autochtones (les kabyles), tant sur le plan culturel que sur le plan économique.

Les différents critères à retenir à propos des oliveraies prospectées et les activités anthropiques exercées dans les vergers sont mentionnés dans les tableaux 7 et 8.

Tableau 7 -Description des oliveraies échantillonnées

	Superficie (m^2)	Pente %	Altitude moyenne	Nombre d'arbres	Distance entre arbres (m)	Variétés	Age des arbres
Oliveraie Igraouéne	5354.4	5 à 10	620 m	60	5 à 7	Chemlal kabyle + Segoise	Arbres centenaires
Oliveraie Souk El Tenine	6739.83	15 à 20	600 m	70	3	Chemlal Kabyle	Arbres centenaires
Oliveraie Sidi Ali Moussa	15242.36	15à 20	520 m	100	3 à 5	Chemlal Kabyle	Arbres centenaires
Oliveraie Tamḍiqt	24833.76	10 à 15	220 m	50	5 à 7	Chemlal Kabyle	Quelques arbres millénaires

Tableau 8 -Activités courantes dans les oliveraies.

Activités	Irrigation	Traitements chimiques	Apport de fertilisants	Labour	Pâturage et urbanisation
Oliveraie 1	Eau de pluie	-	-	-	-
Oliveraie 2	Eau de pluie	-	-	-	Urbanisation
Oliveraie 3	Eau de pluie	-	-	-	Surpâturage
Oliveraie 4	Eau de pluie	-	-	+	Pâturage

NB : Oliveraie 1 (Igraouéne), Oliveraie 2 (Souk El Tenine), Oliveraie 3 (Sidi Ali Moussa), Oliveraie 4 (Tamḍiqt).

2.1.1. Station Igraouéne (Illoula-Oumalou)

La station est située au sud-est de la wilaya de Tizi-Ouzou dans le village d'Igraouéne, commune d'Illoula-Oumalou. C'est une jeune oliveraie installée à la place d'une chênaie verte. Cependant, quelques pieds de chêne vert *Quercus ilex* L. persistent encore aux abords du verger. C'est une zone très humide, proche d'Acif Messuya, l'un des affluents de l'Oued Sébaou. La strate arbustive est dominée par la ronce *Rubus ulmifolius* Schott., le calicotome

épineux *Calicotome spinosa* (L.) Link. et l'asperge sauvage *Asparagus acutifolius* L.. Quand à la strate herbacée, elle est très élevée et indique une sous association au Chêne vert (Fig.9).

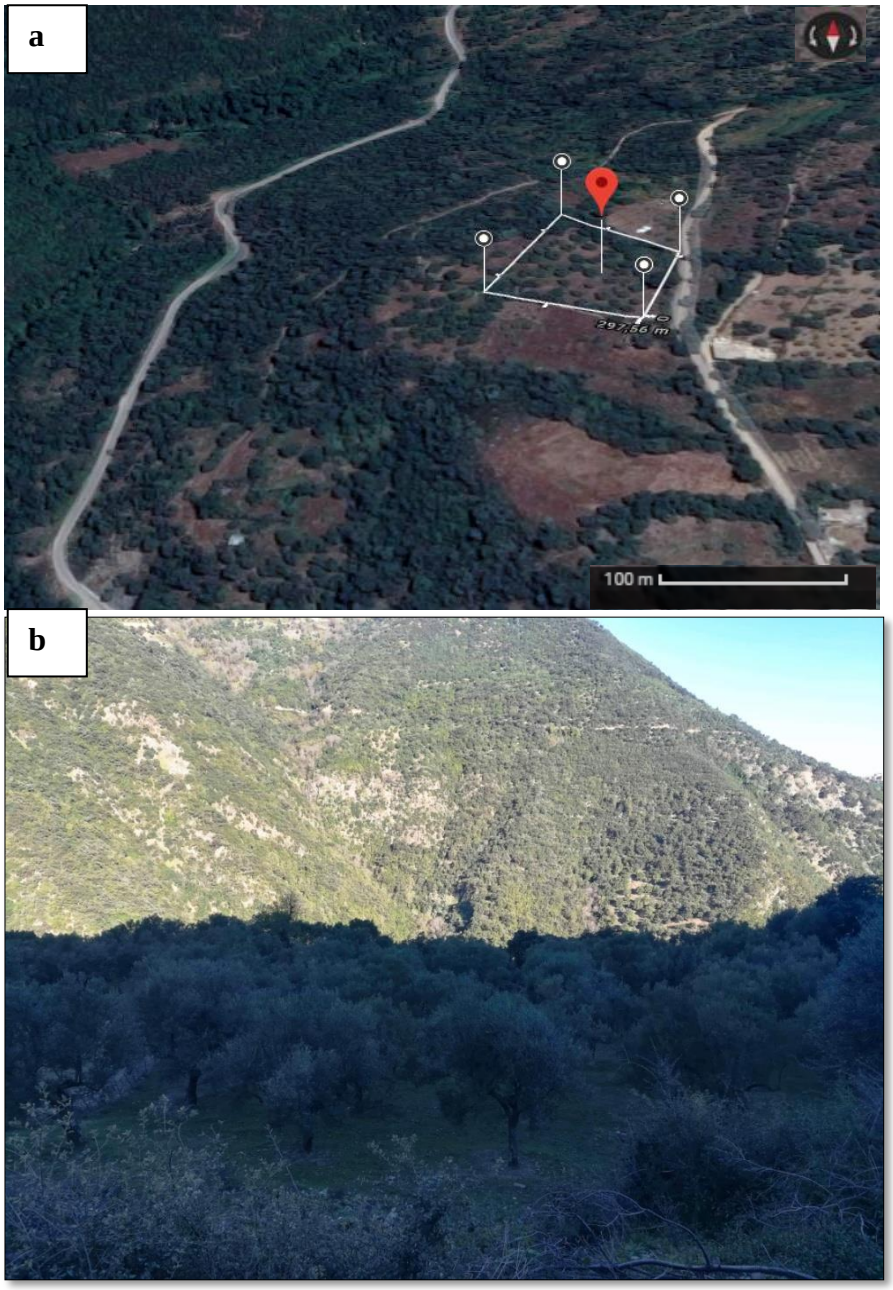


Figure 9. Vue satellitaire (a) et vue panoramique (b) de l'oliveraie à Igraouéne (Originale, 2018).

2.1.2. Station Souk El Tenine

La station est située au Sud-Ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou dans la commune de Souk El Tenine. C'est une zone rocheuse où domine un sous-bois représenté par la lavande *Lavandula stoechas* L. et la ronce *Rubus ulmifolius* Schott.. En plus de l'olivier, le verger

compte une strate arborée très diversifiée constituée de l'Oléastre *Olea europaea sylvestris* (L.)(Mill.) Lehr., le Chêne vert, l'aulne *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. 1790, le frêne *Fraxinus angustifolia* Vahl., le figuier sauvage *Ficus carica* L., le grenadier *Punica granatum* L., le poirier *Pyrus communis* L. et le cactus *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) (Fig.10).

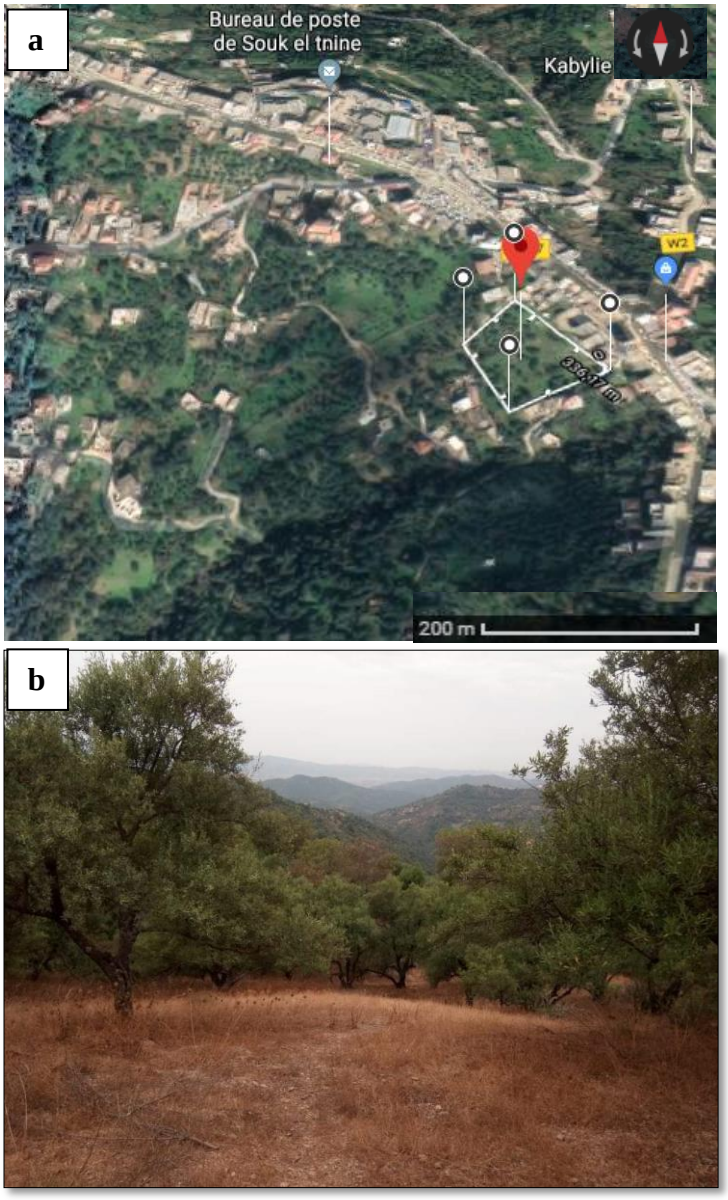


Figure 10. Vue satellitaire (a) et vue panoramique (b) de l'oliveraie de Souk El Tenine (Originale, 2018).

2.1.3. Station de Sidi Ali Moussa (Souk El Tenine)

Elle est située dans la commune de Mâatkas à 3 km du site de Souk El Tenine mais à une altitude différente. Le site est connu par les visites courantes des troupeaux de caprin et d'ovins. La strate arborée montre une diversification avec la présence du Chêne vert, du frêne et du figuier sauvage. Quant à la strate arbustive, elle est dominée par la bruyère arborescente *Erica arborea* L. et le pistachier lentisque *Pistacia lentiscus* L. (Fig.11).

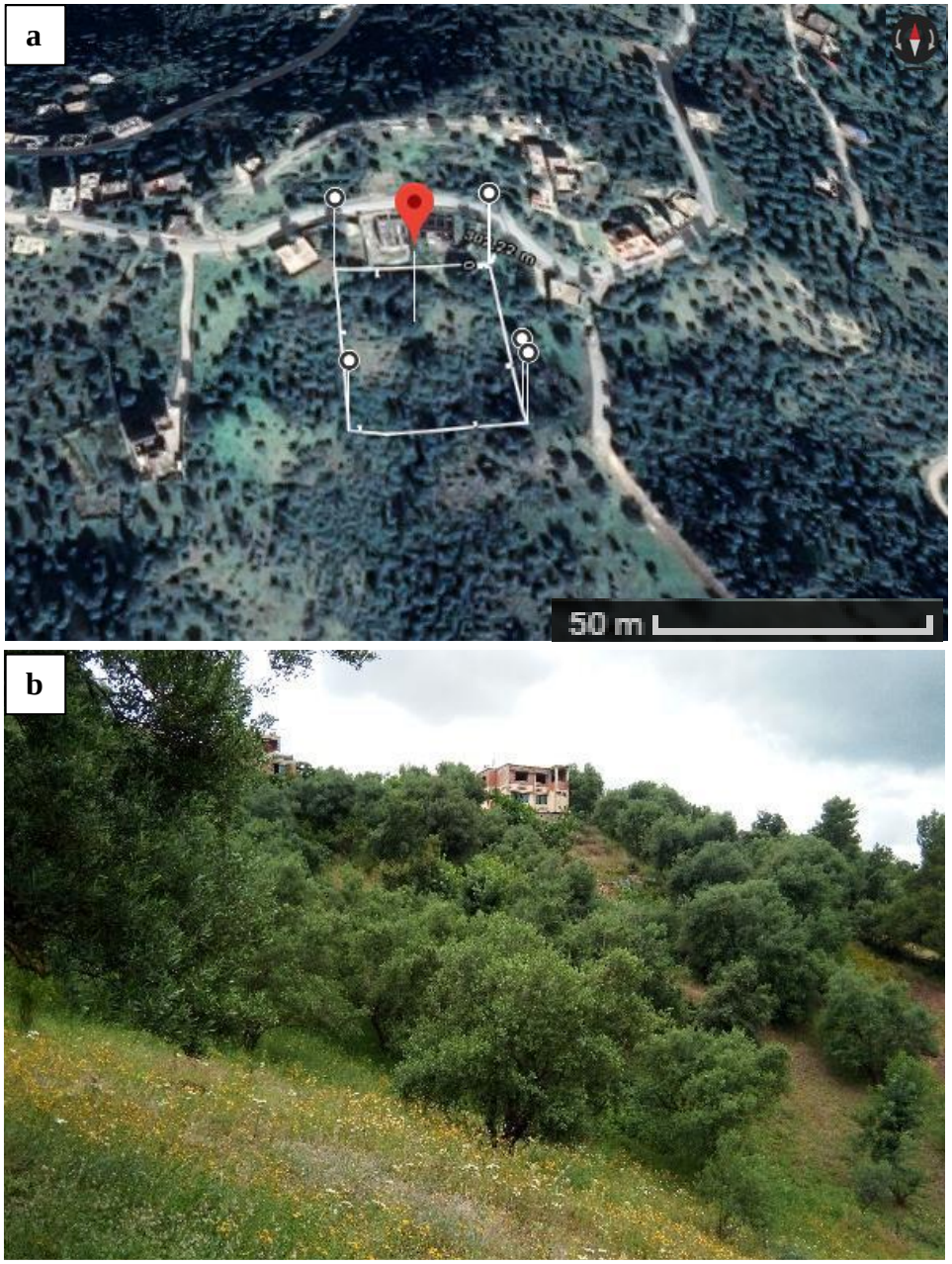


Figure 11. Vue satellitaire (a) et vue panoramique (b) de l'oliveraie de Sidi Ali Moussa (Originale, 2018).

2.1.4. Station de Tamḍiqt (M'kira)

L'oliveraie de Tamḍiqt est située dans la commune de M'kira à l'extrême Sud-Ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou et à la limite avec la wilaya de Boumerdes. C'est un site ouvert qui présente une clairière au milieu du verger. Le sol est limoneux caractérisé par sa rétention d'eau durant une longue période de l'année. Le pistachier lentisque est le sous-bois dominant par excellence suivi par l'oléastre. Quant à la strate herbacée, elle couvre 50% du sol (Fig.12).

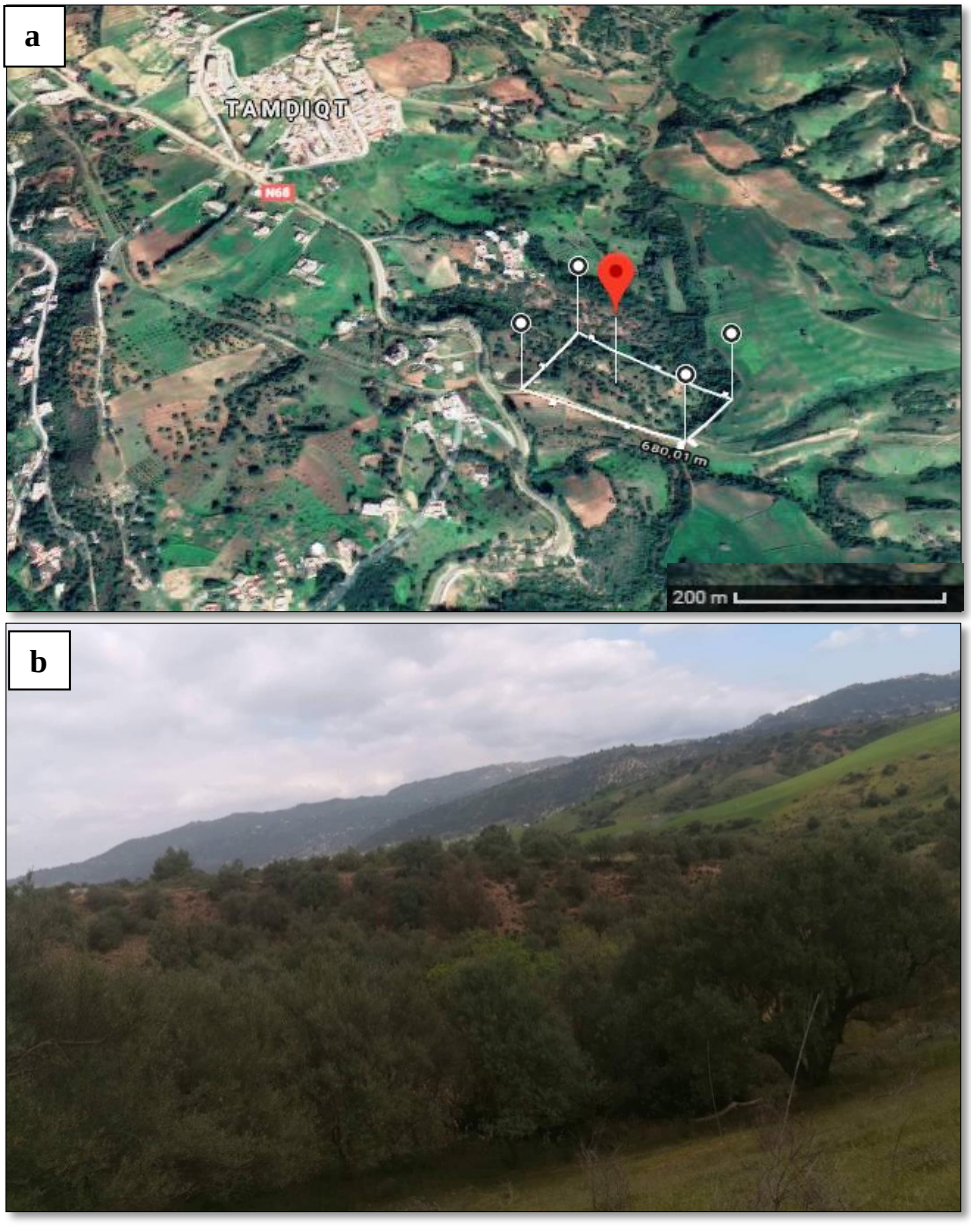


Figure 12. Vue satellitaire (a) et vue panoramique (b) de l'oliveraie de Tamḍiqt (Originale, 2018).

2.2. Description de la station forestière (Yakouren)

La station de Yakouren, d'une superficie d'environ 4134 m², est comprise entre 700 et 860 m d'altitude Le site relève de la commune de Yakouren et dépend de la conservation des forêts de Tizi-Ouzou. La flore de la forêt se présente généralement sous forme de futaie dense à sous-bois peu développé et composée de chênes mixtes : chêne afares *Quercus afares* Pomel, chêne zéen *Q. canariensis* Wild, chêne-liège *Q. suber* L. et chêne faginé *Q. faginea* Lam. L'essence forestière dominante est le Chêne zéen alors que le sous-bois dominant est le cytise à longues grappes (*Cytisus triflorus* L'Hérit.) (Fig.13). Le couvert végétal global de la strate herbacée est estimé visuellement à 70 %. Quant à la couverture de la canopée, son taux est estimé de 60 à 70 % selon le gradient proposé par SCHOMAKER et *al*. (2007).

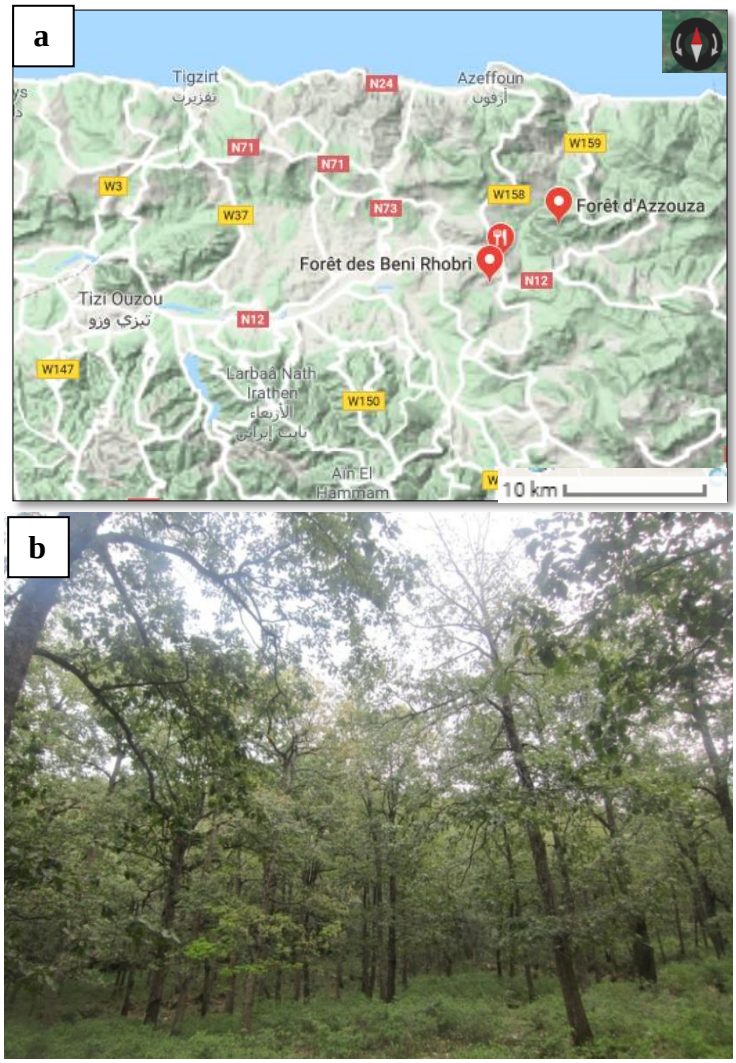


Figure 13. Vue satellitaire (a) et vue panoramique (b) de la station de Yakouren (Originale, 2018).

3. Méthodes d'échantillonnage de la myrmécofaune

Les inventaires sont réalisés selon un calendrier prenant en compte l'activité des fourmis qui démarre, en général, au printemps et culmine en été. L'échantillonnage a été effectué par diverses méthodes : Pièges Barber, Chasse à vue et Pièges Appâts. Le planning d'échantillonnages est présenté dans le tableau 9.

Tableau 9 -Période d'échantillonnage et méthodes utilisées pour chaque station.

Sites	Période d'échantillonnage	pots Barber	Chasse à vue	Pièges Appâts
Oliveraie1	Avril-Mai-Juin 2018	+	+	+
Oliveraie2	Avril-Mai-Juin 2018	+	+	+
Oliveraie3	Avril-Mai-Juin 2018	+	+	+
Oliveraie4	Avril-Mai-Juin 2018	+	+	+
Forêt	Juillet-Août-Octobre 2018	+	+	+

NB : Oliveraie 1 (Igraouéne), Oliveraie 2 (Souk El Tenine), Oliveraie 3 (Sidi Ali Moussa), Oliveraie 4 (Tamḍiqt).

3.1. Pot Barber ou *pitfall trap*

Cette méthode consiste à enfouir dans le sol un pot jusqu'à son bord supérieur (ras-du-sol), de façon à créer une sorte de puits, dans lequel les arthropodes terrestres sont piégés (Annexe 5.a). Dix pots ont été utilisés pour chaque sortie, soit un total de 150 pots dans toutes les stations d'étude. Ils sont déposés en ligne sur deux transects avec une distance de 15 m séparant chaque pot de l'autre et chaque transect de l'autre (fig.14). Le pot est conçu avec des bouteilles en plastique coupées, d'un diamètre de 8 cm et d'une hauteur de 10 cm. Chaque piège est rempli au 2/3 de son volume soit par une eau savonneuse, soit par un liquide conservateur (eau savonneuse et alcool éthylique à 70 %) en fonction de la durée du piégeage. Les pièges sont laissés en place entre 48 h et 5 jours selon les sites. Les échantillons récupérés sont conservés dans des tubes contenant de l'alcool à 70° avec une étiquette portant le nom de la station, la date, le lieu et la méthode d'échantillonnage.

Cette technique a été inventée en 1931 par l'entomologiste américain HABERT SPENCER BARBER (1882-1950). Elle devient ainsi la plus communément utilisée dans les inventaires de fourmis, notamment dans le cadre du développement de bio-indicateurs (RAMAGE et RAVARY, 2015).

La méthode a connu un grand succès vu son faible coût et sa facilité de réalisation. Elle possède une grande capacité de collecter une proportion importante des espèces de fourmis de la litière (DELABIE et *al.*, 1994). Toutefois, cette technique ne permet pas d'intercepter efficacement les espèces très sédentaires (RAMAGE et RAVARY, 2015).

3.2. Capture à la main

Cette méthode d'échantillonnage consiste en la récolte de spécimens de fourmis à l'aide de collecteurs tel qu'un aspirateur ou une pince (Annexe 5.b, d et d') (BESTELMEYER et *al.*, 2000) durant un temps de récolte bien défini afin de pouvoir normaliser cette technique (RAMAGE et RAVARY, 2015).

Durant cette étude, nous avons capturé le maximum de fourmis apparues au parcours ; sur les arbres et les plantes adventices, sous les pierres et les débris végétaux, sous les écorces des arbres et dans les troncs morts. De même, l'intérieur des vieux fruits de forêts comme les glands de chêne a été analysé. Pour pouvoir exploiter les données de cette technique, nous avons limité le temps consacré à la recherche des fourmis, soit une durée d'une heure, pour chaque site et pour chaque sortie. Les échantillons récupérés sont conservés dans des tubes contenant de l'alcool à 70° avec une étiquette portant le nom de la station, la date, le lieu et la méthode d'échantillonnage (Annexe 5.d).

3.3. Pièges Appâts

Cette technique consiste en la disposition des appâts alimentaires attractifs, sur du papier aluminium ou extra blanc de format A4 facilement manipulable, directement sur le sol (Annexe 5.c et c'). Quatre types d'appâts ont été utilisés à savoir le thon, les graines, le miel et le biscuit. Ces appâts ont été mis aux alentours de chaque pot Barber, à une distance de 5 m de celui-ci et dans les quatre directions. Deux heures après leur pose, les appâts sont relevés et les fourmis présentes sont collectées pour être ensuite identifiées au laboratoire. Un total de 600 pièges appâts a été utilisé dans toutes les stations.

La figure **14.** illustre le protocole réalisé sur le terrain. L'utilisation d'appâts est une technique peu couteuse, cependant, l'inconvénient est qu'une espèce ultra-dominante peut chasser les autres espèces et monopoliser ainsi l'appât à elle seule (RAMAGE et RAVARY, 2015).

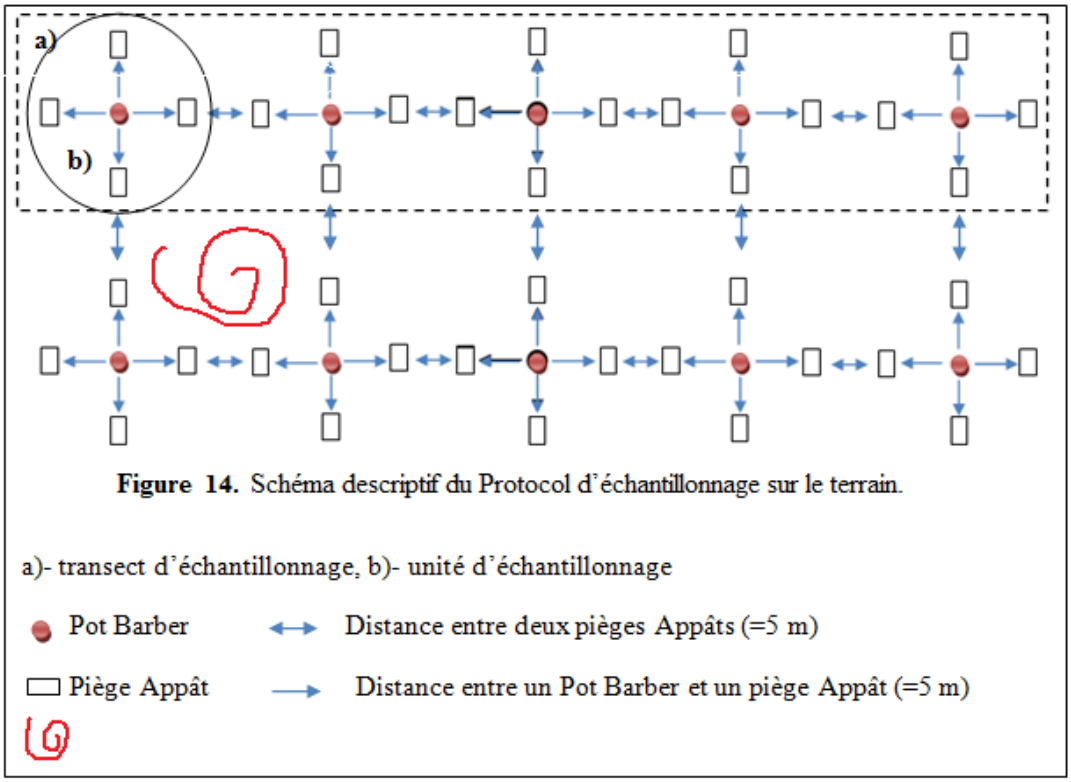


Figure 14. Schéma descriptif du Protocol d'échantillonnage sur le terrain.

a)- transect d'échantillonnage, b)- unité d'échantillonnage

4. Nombre de relevés

Une récapitulation du nombre de relevés effectué durant cette étude est portée dans le tableau 10.

Tableau 10 -Nombre de pièges installés sur le terrain.

Sites	Pots Barber		Capture à la main	Pièges Appâts
	Déposé	Récupéré	1 heure /par sortie	Déposé
Oliveraie 1	30	30	3 h	120
Oliveraie 2	30	30	3 h	120
Oliveraie 3	30	30	3 h	120
Oliveraie 4	30	30	3 h	120
Forêt	30	20	3 h	120
Total	**150**	**140**	**15 h**	**600**

Nous avons perdu 10 pots Barber en forêt pendant le mois d'Octobre 2018. Le contenu des pots a totalement débordé à cause de la pluie.

5. Identification taxinomique

L'observation des fourmis est faite à l'aide d'un stéréomicroscope au grossissement 40. La détermination des différents groupes des Formicidae est réalisée par Pr. BARECH G., Professeur au Département des Sciences Agronomiques à l'Université de M'sila. Quelques identifications ont été confirmées par le Pr. CAGNIANT H. (ex Professeur à l'université de Toulouse, France). Plusieurs clés de détermination sont utilisées telles que MAYR (1853), CAGNIANT (1966 ; 1996 ; 2005), SEIFERT (1992), CAGNIANT et ESPADALER (1997), BLATRIX & *al*. (2013), MONNIN et *al*. (2013), LEBAS & *al*. (2016), BARECH et *al*. (2017) et BARECH et *al*. (2020). En outre, nous avons eu recours à la consultation de quelques sites spécialisés dans la taxonomie des Formicidae à savoir Antweb et The Ants of Africa.

Un échantillonnage sur le plan floristique a été effectué dans les 5 sites d'étude aléatoirement. Les différentes espèces végétales ont été identifiées par le botaniste LARIBI MAHMOUD (Docteur à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou). La détermination des champignons de la forêt de Yakouren a été réalisée par Dr J.-M. BELLANGER (CEFE, Montpellier-France) et Pr K. REBBAS (Université de M'sila).

6. Exploitation des résultats

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

6.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques

Deux types d'indices écologiques sont utilisés. Il s'agit des indices de composition et les indices de structure.

6.1.1. Indices de composition

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

6.1.1.1. Richesse spécifique totale ou taxinomique (S)

La richesse représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. Elle désigne le nombre total d'espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (RAMADE, 1984).

6.1.1.2. Richesse moyenne (Sm)

Selon BLONDEL (1975), la richesse moyenne est le nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé. Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement (RAMADE, 1984). Elle peut être calculée par la formule :

$$Sm = \Sigma S / N$$

S : la richesse spécifique dans chaque relevé.

N : nombre de relevés.

6.1.1.3. Fréquence centésimale ou Abondance relative (AR %)

La fréquence centésimale d'une espèce échantillonnée est le rapport entre le nombre des individus d'une espèce (ni) au nombre total de l'ensemble des individus de toutes les espèces confondus (N) (DAJOZ, 1971). Elle est calculée selon la formule suivante :

$$AR\ \% = (ni / Ni) \times 100$$

ni : est le nombre des individus de l'espèce i prise en considération.

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

6.1.1.4. Fréquences d'occurrence (FO %)

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

Elle est calculée selon la formule suivante :

$$FO\% = Pi \times 100/P$$

Pi : le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : le nombre total de relevés effectués.

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

- Les espèces constantes sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués dans une même communauté ($F \geq 50\%$)

- Les espèces accessoires présentes dans 25 à 49% des prélèvements ($25 \leq F < 49\%$)

- Les espèces accidentelles dont la fréquence est inférieure à 25% ($10 \leq F < 24\%$)

- Les espèces très accidentelles que nous qualifierons de sporadiques dont F est inférieur à 10%.

6.1.2. Indices de structure

Le calcul des indices de structure a été effectué par le biais du logiciel PAST Version 3.25 (HAMMER et *al*., 2001).

6.1.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

Cet indice informe sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (DAGET, 1976).

L'indice de SHANNON-WEAVER est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (GRAY et *al*., 1992). Il est donné par la formule suivante :

$$H' = -\Sigma\ pi \ln pi$$

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

D'après GRAY et *al*. (1992), l'indice de Shannon est nul lorsqu'il y'a une seule espèce dominante et sa valeur maximale est égale à (ln S) lorsque toutes les espèces ont la même abondance. L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Piélou (1966).

6.1.2.2. Indice d'équitabilité de PIELOU (1966)

Appelé également indice d'équirépartition qui représente le rapport de H' à l'indice maximal théorique dans le peuplement (Hmax) : E= H'/H'max. Les valeurs de E varient de 0 à 1. Il est maximal quand les espèces ont la même abondance dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement (GRALL et HILY, 2003).

6.1.2.3. Indice de diversité de Smpson (1-D)

Selon GRALL & COÏC (2006), l'indice de Simpson a été reformulé afin d'établir un indice directement représentatif de l'hétérogénéité en retranchant l'indice de Simpson à sa valeur maximale : 1. Cette nouvelle formulation constitue l'indice de diversité de Simpson donné par la formule suivante :

$$D = 1 - \sum \lfloor ni(ni-1) \rfloor / \lfloor N(N-1) \rfloor$$

Où :

D = valeur de l'hétérogénéité mesurée dans la population échantillonnée

ni = nombre d'individus dans l'espèce i et

N = nombre total d'individus.

Cet indice varie donc de 0 (diversité minimum) à 1 (diversité maximum).

6.1.2.4. Indice de BRAY-Curtis (indice de dissimilarité)

Selon GRALL & COÏC (2006), c'est une mesure de distance, utilisé en écologie et biologie pour évaluer la dissimilarité entre les échantillons deux à deux afin de leur attribuer une valeur résumant leur ressemblance globale. Cet indice permet de regrouper les quatre oliveraies étudiées en fonction du nombre d'espèces en commun.

$$\delta_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{s} \left| Y_{ij} - Y_{ik} \right|}{\sum_{i=1}^{s} \left(Y_{ij} + Y_{ik} \right)} = 1 - \frac{2W}{A+B}$$

Où :

Y_{ij} = valeur pour la i^{ème} espèce du j^{ème} échantillon ;

Y_{ik} = valeur pour la i^{ème} espèce du k^{ème} échantillon ;

δ_{jk} = dissimilarité entre le j^{ème} et le k^{ème} échantillon pour les s espèces ;

A = somme des abondances de toutes les espèces trouvées dans un échantillon donné ;

B = somme des abondances des espèces d'un autre échantillon ;

W = somme des valeurs d'abondance les plus faibles pour chaque espèce commune aux deux échantillons.

L'indice de dissimilarité de BRAY-CURTIS varie entre 0 (valeurs identiques pour toutes les espèces) et 1 (aucune espèce en commun).

A travers cet indice, la diversité ß ou le niveau de similitude entre deux peuplements myrmécologiques de deux sites différents est déduit par la relation suivante :

% Similitude = 100 - % dissimilarité.

6.2. Exploitation des résultats par les analyses statistiques

Nous avons étudié la diversité des communautés de fourmis de la Grande Kabylie à l'aide d'estimateurs paramétriques et non paramétriques. Ces différentes analyses statistiques ont été effectué à l'aide de différents logiciels tels que EstimateS Version 9.1.0 (COLWELL,

2013), PAST (PAleontological STatistics) Version3.25 (HAMMER et *al*., 2001) et Statistica Version 8 (Statsoft Inc., 2012).

6.2.1. Estimateurs non paramétriques de la richesse

Trois estimateurs ont été calculés dans la présente étude soient le Chao1, Jacknife 1 (Jackknife de premier ordre), ICE (Incidence Coverage Estimator).

6.2.1.1. Estimateur Chao1

COLWELL et CODDINGTON (1994) soulignent que Chao (1984) a dérivé un estimateur simple (Chao 1) du nombre réel d'espèces dans un assemblage basé sur le nombre d'espèces rares dans l'échantillon et cela à partir des travaux de Harris (1959).

$$S1 = Sobs + (a^2/2b)$$

Où :

Sobs : est le nombre d'espèces observées dans un échantillon ;

a **:** est le nombre d'espèces observées qui ne sont représentées que par un seul individu dans cet échantillon (singletons) ;

b **:** est le nombre d'espèces observées représentées par le nombre de doubletons dans cet échantillon.

6.2.1.2. Estimateur Jackknife1

La méthode jackknife fournit une autre classe d'estimateurs non paramétriques de la richesse asymptotique des espèces (GOTELLI et CHAO, 2013). Elle a été développée dans le but de réduire le biais d'un estimateur en considérant des jeux de données dans lesquels on a supprimé un certain nombre d'observations (MARCON, 2016). Le jackknife du premier ordre se révèle être :

$$\hat{S}_{J1} = s^n_{\neq 0} + \frac{(n-1)s^n_1}{n}$$

6.2.1.3. Estimateur ICE

L'estimateur de couverture basé sur l'incidence ICE (*Incidence-based Coverage Estimator of species richness*) exige des données de présence-absence des espèces (LEE & CHAO, 1994; COLWELL, 1997 *in* LONGINO and COLWELL, 2011).

L'incidence (ICE) est basée sur les espèces trouvées dans 10 unités d'échantillonnage ou moins (LEE & CHAO 1994 cité par CHAZDON et *al*., 1998). Il est donné par la formule :

$$S_{ice} = S_{freq} + S_{infr} / C_{ice} + (Q_1 / C_{ice})\, \gamma^2_{ice}$$

Où :

S_{freq} : Nombre d'espèces fréquentes (chacune trouvée dans plus de 10 quadrats) ;

S_{infr} : Nombre d'espèces communes (chacune trouvée dans 10 quadrats ou moins) ;

C_{ice} : Estimateur de couverture de l'incidence de l'échantillon ;

Q_1 : est la fréquence des uniques, Q2 la fréquence des doublons) ;

γ^2_{ice} : Coefficient de variation estimé du Qi pour les espèces peu fréquentes.

6.2.2. Courbes d'accumulation des espèces

Une courbe d'accumulation des espèces ou courbe aire-espèce est une représentation graphique obtenue en traçant simplement le nombre d'espèces découvert en fonction de l'effort dépensé (CHAO, 2005). Elle correspond aux richesses trouvées ($S_{Mean\ runs}$) dans chaque station d'étude (oliveraies et forêt) en fonction du nombre de pièges utilisés (relevés).

En fonction de l'effort d'échantillonnage, cette courbe augmente tant que le nombre d'espèces découvert augmente jusqu'à une asymptote qui est égale au nombre total d'espèces. L'effort effectué peut correspondre à des superficies d'échantillonnages, des volumes, des individus, des nombres de filets, des nombres de pot-pièges ou autres (BARECH, 2014).

La relation aire-espèces, est l'un des paramètres les plus étudié en écologie des peuplements (DURRET & LEVIN, 1996) afin d'évaluer la complétude des inventaires, pour estimer l'effort minimum nécessaire pour atteindre un certain niveau d'exhaustivité ainsi que pour effectuer des comparaisons entre les peuplements d'espèces des différents inventaires (COLWELL et CODDINGTON, 1994 ; GOTELLI et COLWELL, 2001).

6.2.3. Analyse de la variance ANOVA

L'analyse de la variance (ANOVA) est une technique statistique pour analyser la variation d'une variable de réponse (variable aléatoire continue) mesurée dans des conditions

définies par des facteurs discrets (variables de classification, souvent avec des niveaux nominaux).Cette analyse est utilisée pour tester l'égalité entre plusieurs moyennes en comparant la variance entre les groupes par rapport à la variance au sein des groupes (erreur aléatoire) (LARSON, 2008).

Pour tester si la composition en espèces de fourmis varie en fonction de la méthode d'échantillonnage utilisée, nous avons eu recours à l'analyse de la variance à un seul facteur.

Dans le cas où la différence est significative entre les méthodes de chasse des fourmis, un test HSD Tukey de structuration de moyennes pour une comparaison des moyennes par paire est effectué.

6.2.4. ANOSIM (ANalysis Of SIMilarity)

ANOSIM est un test non paramétrique qui est similaire à l'analyse de variance (ANOVA). Selon GREGOIRE et *al.* (2014), la procédure ANOSIM a été développée par CLARKE (1988, 1993) pour mesurer les différences entre des groupes d'échantillons d'espèces définis a priori. L'approche est relativement simple. Si les groupes sont différents, les échantillons appartenant à chacun de ces groupes devraient avoir des compositions d'espèces plus semblables que celles des échantillons provenant de différents groupes. La procédure ANOSIM débute par le calcul de l'indice de similarité de BRAY-CURTIS, puis le calcul de la statistique ***R*** de la façon suivante :

$$R = \frac{rB - rW}{n(n-1)/4}$$

- ***rB*** et ***rW*** = représentent les moyennes des valeurs de rang des similarités calculées entre les groupes d'échantillons et à l'intérieur de chaque groupe ;
- ***n*** le nombre total d'échantillons.

Des valeurs de rang sont utilisées puisque les valeurs de similarité ne sont pas distribuées normalement. ***R*** varie de 0 à +1 selon le niveau de différence entre les groupes d'échantillons. Quand R tend vers +1, cela indique une différence et quand R tend vers 0 cela signifie que les similarités ne sont pas associées à un groupe particulier. Pour tester la significativité de ces valeurs, les échantillons sont assignés aléatoirement à tous les groupes comparés. Par la suite, la statistique ***R*** est calculé pour chacune des assignations (permutations) afin de construire une distribution aléatoire. La valeur observée ("réelle") de ***R*** est alors comparée à cette distribution.

Dans un second temps et en présence de différences significatives, la procédure SIMPER (SIMilarity PERcentage) est utilisée pour calculer la contribution des espèces à la similarité moyenne (BRAY-CURTIS) d'un groupe à la condition que ce dernier comprenne au moins deux échantillons. Cette procédure permet d'identifier les espèces qui sont les plus importantes dans la création des patrons de similarité entre différents groupes d'échantillons.

RESULTATS ET DISCUSSON

-I-
CHECK-LIST DES FORMICIDAE DANS QUELQUES MILIEUX DE LA GRANDE KABYLIE

1. Les Formicidae de la Grande Kabylie

Le présent chapitre regroupe les résultats d'échantillonnage des Formicidae de la Grande Kabylie prisent à l'aide de différentes méthodes (pot Barber, capture à la main et pièges alimentaires) ainsi que leurs interprétation, pour la période allant du mois de Mars jusqu'au mois de Juin 2018.

1.1. Liste globale de la myrmécofaune de la Grande Kabylie

Nous avons dressé une liste globale des différentes espèces de fourmis inventoriées dans les différents sites étudiés de la Grande Kabylie (Tizi-Ouzou). Les distributions biogéographiques sont illustrées dans le tableau 11 pour toutes les espèces en se basant sur le catalogue de BOROWIEC (2014) et en utilisant le site AntWeb (2021).

La nomenclature utilisée pour les genres et espèces suit celle proposée par BOLTON (2021) et AntWeb (2021) sauf pour certaines espèces où des changements taxonomiques ont été apportés.

Les sous-familles sont énumérées par ordre alphabétique, ainsi que les genres et les espèces pour faciliter la recherche d'un taxon donné et sont illustrés dans le tableau 11.

Tableau 11-Inventaire, occurrences et distribution des fourmis récoltées en Grande Kabylie.

Sous-familles	Espèces	F.Y	O.1	O.2	O.3	O.4	D
Dolichoderinae	*Bothriomyrmex atlantis* (Forel, 1894	-	-	-	+	-	M
	Tapinoma magnum Mayr, 1861	+	+	+	+	+	H
	Tapinoma minor Bernard, 1945	-	-	+	+	-	M
	Tapinoma simrothi Krausse, 1911	-	-	+	+	+	P
Dorylinae	*Dorylus fulvus* (Westwood, 1839)	-	-	-	+	-	Af, In, P
Formicinae	*Camponotus alii* Forel, 1890	+	+	-	-	-	M
	Camponotus barbaricus xanthomelas Emery, 1905	-	-	+	+	-	E
	Camponotus cruentatus Latreille, 1802	-	+	-	-	-	Af, P
	Camponotus dichrous André, 1882	-	-	+	-	-	M
	Camponotus lateralis purius Santschi, 1929	+	-	+	-	-	M

	Camponotus micans (Nylander, 1856)	-	+	-	-	-	M
	Camponotus ruber Emery, 1925	+	-	+	+	+	M
	Camponotus spissinodis Forel, 1909	-	+	+	-	-	H
	Camponotus thoracicus (Fabricius, 1804)	-	-	+	+	+	Af, P
	Colobopsis truncatus (Spinola, 1808)	+	-	-	-	-	P
	Cataglyphis viaticus (Fabricius, 1787)	+	+	+	+	+	M
	Lasius barbarus (Santschi, 1931)	+	-	-	+	-	M
	Lasius brunneus (Latreille, 1798)	-	-	+	+	-	P
	Lasius grandis Forel, 1909	+	-	-	-	-	H
	Lepisiota frauenfeldi atlantis (Santschi, 1917)	+	-	-	-	+	M
	Plagiolepis barbara Santschi, 1911	+	+	+	+	+	M
	Plagiolepis maura Santschi, 1920	+	+	+	+	+	M
Myrmicinae	*Aphaenogaster canescens* Emery, 1895	+	+	-	-	-	E
	Aphaenogaster crocea André, 1881	+	+	-	-	-	I
	Aphaenogaster depilis Santschi, 1911	-	+	+	+	+	M
	Aphaenogaster mauritanica Dalla Torre, 1893	+	+	-	-	-	M
	Aphaenogaster sardoa ujhelyii Szabó, 1910	+	+	+	+	+	M
	Aphaenogaster testaceopilosa s.str. (Lucas, 1849)	-	+	+	+	+	E
	Aphaenogaster testaceopilosa cabylica Stitz, 1917	-	-	+	+	-	E
	Crematogaster auberti levithorax Forel, 1902	+	+	-	+	+	M
	Crematogaster laestrygon normandi Santschi, 1921	+	+	-	-	+	M
	Crematogaster scutellaris algirica (Lucas, 1849)	+	+	+	+	+	M
	Crematogaster scutellaris alii Forel, 1907	-	-	+	-	+	M
	Crematogaster sordidula (Nylander, 1849)	-	+	+	-	-	P
	Messor barbarus (Linnaeus, 1767)	-	+	+	+	+	P
	Messor capitatus (Latreille, 1798)	-	+	+	+	+	P
	Messor grandinidus Emery, 1912	-	+	-	-	-	M
	Messor lobicornis (Forel, 1894)	-	-	-	+	-	H
	Messor medioruber Santschi, 1910	+	+	-	-	-	M
	Messor picturatus Santschi, 1927	-	-	+	+	+	P
	Messor semoni (Forel, 1906)	-	+	-	-	-	M
	Messor striativentris Emery, 1908	-	-	-	+	+	M

	Messor striatulus (Emery, 1891)	-	-	-	-	+	M
	Monomorium andrei Saunders, 1890	-	-	-	-	+	P
	Monomorium monomorium Bolton, 1987	-	+	-	-	-	As, In, P
	Monomorium salomonis (Linnaeus, 1758)	-	+	+	+	+	Af, Néo, P
	Pheidole pallidula (Nylander, 1849)	+	+	+	+	+	P
	Solenopsis longiceps Forel, 1907	-	+	-	-	-	M
	Solenopsis occipitalis Santschi, 1911	+	-	-	-	-	M
	Strongylognathus afer Emery, 1884	-	-	-	+	-	I
	Temnothorax algiricus (Forel, 1894)	+	-	+	+	-	M
	Temnothorax annibalis (Santschi, 1909)	-	-	-	-	+	P
	Temnothorax atlantis (Santschi, 1911)	+	-	-	-	-	I
	Temnothorax recedens (Nylander, 1856)	+	-	+	-	-	H
	Temnothorax spinosus (Forel, 1909)	+	-	+	-	-	M
	Tetramorium atlante Cagniant, 1970	+	+	+	+	-	M
	Tetramorium biskrense Forel, 1904	+	+	+	+	-	M
(S) Total	**57 espèces**	**27**	**29**	**30**	**30**	**24**	

F.Y : Forêt Yakouren, **O.1 :** Igraouéne, **O.2 :** Souk El Tenine, **O.3 :** Sidi Ali Moussa, **O.4 :** Tamḍiqt, **D :** Distribution biogéographique, **H :** Holoméditerranéenne, **M :** Maghrébine, **P :** Paléarctique, **E :** Endémique algérienne, **I :** Ibéro-maghrébine, **Af :** Afrotropical, **In :** Indomalya, **As :** Australasie, **Néo :** Néotropicale.

Nous avons enregistré 57 espèces et sous-espèces de fourmis sur l'ensemble des sites échantillonnés. Ces espèces sont réparties en 17 genres et 4 sous-familles. La sous-famille des Myrmicinae est la plus abondante (61.40%), suivie par celles des Formicinae (29.82%), les Dolichoderinae (7.02%) et en dernière position les Dorylinae (1.75%).

La région de Mâatkas abrite la richesse spécifique la plus élevée (S= 30 espèces) dans ses deux sites, l'oliveraie de Souk El Tenine et l'oliveraie de Sidi Ali Moussa, suivie par la région d'Illoula-Oumalou avec son oliveraie Igraouéne (29 espèces). La forêt de Béni-Ghobri, quant à elle, compte 27 espèces dans son canton Yakouren et enfin la région de M'kira a enregistré la richesse la plus basse (24 espèces) dans l'oliveraie de Tamḍiqt.

1.2. Richesse spécifique globale des Formicidae en Grande Kabylie

1.2.1. Contribution des espèces pour chaque sous-famille

L'analyse de la figure 16 montre que les Myrmicinae prédominent en nombre de genres (9) et en nombre d'espèces (35), suivies par les Formicinae (5 genres et 17 espèces). Les Dolichoderinae, quant à eux, ont contribué par 4 espèces réparties sur 2 genres. Enfin, les Dorylinae sont représentés par une seule espèce et un seul genre.

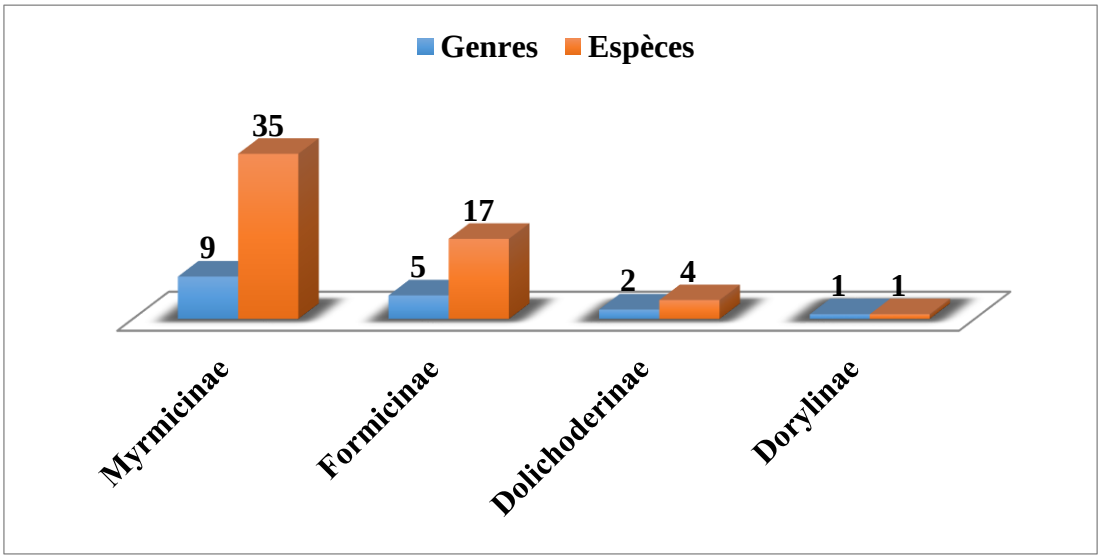


Figure 15. Importance des sous-familles, des genres et des espèces de fourmis capturés en Grande Kabylie.

1.2.2. Contribution par espèce pour chaque genre

Selon l'illustration de la figure 17, le genre *Camponotus* est le plus riche en espèces de fourmis (S=10), suivi par les genres *Messor* (S=9) et *Aphaenogaster* avec 7 espèces. Le genre *Temnothorax* et *Crematogaster* arrivent en 3ème position avec 5 espèces chacun. Enfin, les genres *Bothriomyrmex*, *Dorylus*, *Cataglyphis*, *Lepisiota*, *Pheidole* et *Strongylognathus* ne sont représentés que par une seule espèce chacun d'eux.

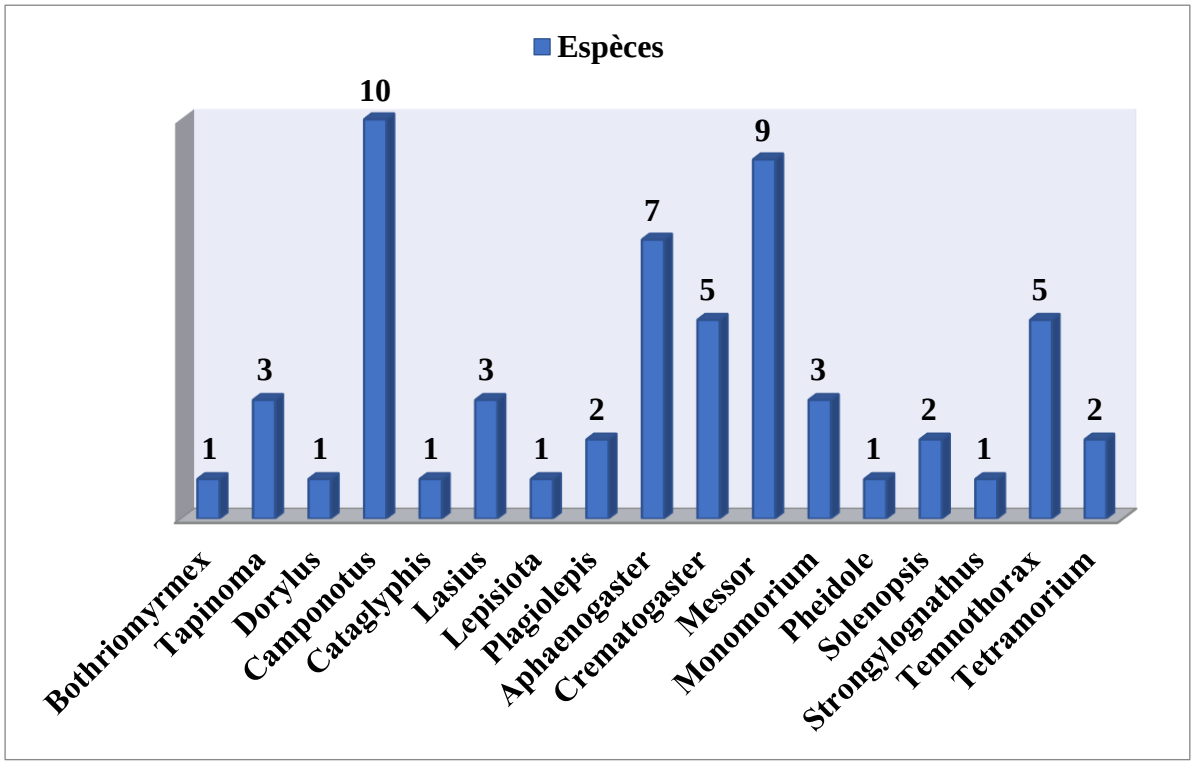


Figure 16. Contribution de chaque genre en termes d'espèces dans les sites d'étude de la Grande Kabylie.

1.3. Discussion des résultats

La présente étude nous a permis de recenser 57 taxons de fourmis dans la partie Nord du massif du Djurdjura en Grande Kabylie (wilaya de Tizi-ouzou). Cette richesse représente plus d'un quart (1/4) de la faune mymécologique de l'Algérie qui compte, selon ANTWEB (2021), un total de 219 espèces par rapport à la superficie de la wilaya de Tizi-Ouzou (2969,8 km²) qui ne représente que 0.12 % de la superficie totale du pays (2381741 km²). Ces résultats ne représentent qu'une petite partie de la richesse totale en fourmis dans cette région. Néanmoins, le nombre total d'espèces est plus élevé, car une grande partie du massif de Djurdjura n'est pas exploitée (forêt de cèdre ainsi que la zone littorale). De plus, quelques

espèces endogées nous ont échappées. Ces dernières ont été signalées dans les relevées de CAGNIANT (1963, 1967) effectués dans l'un des sites que nous avons exploité (Forêt mixte à Yakouren).

L'analyse de la composition du peuplement de fourmis selon la distribution biogéographique des taxons établi par BOROWIC (2014) a révélé que la moitié (51%) des fourmis recensées est constituée d'espèces (ou sous-espèces) Maghrébines. Les espèces Paléarctiques représentent 18% des taxons dont 9% présentent une distribution large dans le bassin méditerranéen et sont qualifiées d'Holoméditerranéenne. Ce même taux (9%) est noté pour les taxons dont la distribution dépasse la région Paléarctique. Les espèces qualifiées d'Ibéro-Maghrébines, avec un taux de 5% sont essentiellement Nord africaines et débordent sur la Péninsule ibérique. Tel est le cas d'*Aphaenogaster crocea* (André, 1881) qui est une espèce Ibéro-maghrébine berbère, originaire des montagnes de l'Atlas tellien et de l'Aurès du Nord (CAGNIANT, 1973). Les espèces à distribution Méditerranéenne ne représentent que 2%. Enfin, 7 % (4 espèces) sont notées comme Endémiques algériennes à savoir *Camponotus barbaricus xanthomelas Aphaenogaster canescens*, *Aphaenogaster testaceopilosa s.str.* et *Aphaenogaster testaceopilosa cabylica*. Ces résultats concordent avec ceux mentionnés par CAGNIANT (1973) qui signale que les peuplements de Suberaies et des Chênaies vertes Algériennes sont largement dominés par des formes Maghrébines ou Méditerranéennes.

Ces résultats seront intéressants lorsqu'on les compare avec ceux obtenus par LABBACI et *al.* (2019) dans la partie Sud du Parc National du Djurdjura en Kabylie (S = 25 espèces de fourmis) et HENINE-MAOUCHE *et al.* (2020) dans le massif forestier de Guerrouche (Parc National de Taza, petite Kabylie) (S = 34 espèces).

A travers cette étude, nous rajoutons un total de 15 espèces de plus au catalogue des Formicidae de la Kabylie constitué de 39 espèces selon les travaux réalisés par CAGNIANT (1963, 1967), BARECH (2014), DJIOUA et SADOUDI ALI-AHMED (2014) dans sa partie Nord (Grande Kabylie).

Cette grande richesse en fourmis dans cette partie du massif du Djurdjura peut s'expliquer par la diversité du couvert végétal riche, le bioclimat de type méditerranéen humide à variante fraiche, la proximité à la mer ainsi que le relief qui présente des pentes variées de cette région. Le type de la végétation influe sur toute la chaine alimentaire, il fait varier les espèces de fourmis présentes, ainsi que les conditions du milieu telles que l'altitude, la géologie et la composition de la litière (BALOUP, 2009).

A travers ces résultats, nous pouvons rapporter que les milieux échantillonnées présentent une richesse importante en Formicidae. Ainsi, il est clair que les fourmis possèdent

une grande capacité d'adaptation dans les milieux forestiers comme dans les milieux agricoles (DJIOUA et SADOUDI-ALI AHMED, 2014).

Selon CAGNIANT (1973), les forêts à feuillus sont les plus riches en faune myrmécologique que les forêts de résineux. Beaucoup d'espèces trouvent leurs habitats sous l'écorce de chêne tels que *Colobopsis truncatus, Camponotus lateralis purius* et d'autres dans les glands tels que les *Temnothorax.*

Selon BALOUP (2009), un milieu qui a subi des actions anthropiques est très appauvri en espèces de fourmis par rapport à un milieu naturel. Néanmoins, le nombre d'espèces de fourmis inventoriées dans nos oliveraies est élevé par rapport au milieu naturel (forêt). Cette richesse est due au manque de produits phytosanitaires utilisés par les propriétaires pour lutter contre les ravageurs potentiel de cette culture. De même, l'absence de tout travail du sol et de désherbage a offert aux fourmis un biotope non perturbé et optimal pour leur développement. Excepté l'oliveraie 4 de Tamḍiqt, qui bénéficie chaque année du labour et une taille des branches d'oliviers, ce qui a causé une perturbation pour les nids de fourmis. Il est à noter que le peuplement de Formicidae des oliveraies étudiées contient des espèces forestières et des espèces agricoles. Cela est dû, selon LARIBI (Com.pers.2019), à la présence d'une végétation herbacée qui rappelle le cortège floristique du chêne vert dans la forêt. Ce qui signifie, que les oliveraies ont été mises en place après l'élimination du bois de forêt. Par contre, la richesse au niveau de la forêt est réduite à cause de l'intensité des actions anthropiques (déboisement, camping, feux, etc.).

-II-
LES FOURMIS DANS LE MILIEU FORESTIER

1. Exploitation des résultats dans l'habitat forestier : Forêt de Yakouren

Nous avons échantillonné des fourmis dans la forêt de Yakouren en combinant trois méthodes : pots barber, chasse à vue et appâts alimentaires. Vingt sept (27) taxons ont été répertoriés appartenant aux sous-familles suivantes : Myrmicinae, Formicinae et Dolichoderinae. Ces trois sous-familles sont représentées par 14 genres (*Tapinoma, Camponotus, Cataglyphis, Lasius, Lepisiota, Plagiolepis, Aphaenogaster, Crematogaster, Messor, Pheidole, Solenopsis, Temnothorax* et *Tetramorium*).

1.1. Résultat de l'étude floristique

La flore de l'aire d'étude échantillonnée et identifiées est représentée dans le tableau 12.

Tableau 12 -Liste des espèces végétales et des champignons inventoriés à la forêt de Yakouren.

Planta	Familles	Espèces
	Liliaceae	*Ruscus aculeatus* L.
		Asparagus acutifolius L.
	Aspleniaceae	*Asplenium adiantum-nigrum* L.
		*Asplenium trichomanes*L.
	Fagaceae	*Quercus faginea* Lam.
		Quercus canariensis Willd. (+++)
	Smilacaceae	*Smilax aspera* L.
	Oleaceae	*Phillyrea media* L.
	Rubiaceae	*Galium rotundifolium* L.
	Fabaceae	*Cytisus triflorus* Lam. (+++)
	Rosaceae	*Rubus ulmifolius* Schott
	Cyperaceae	*Carex sp.*
	Asphodelaceae	*Asphodelus microcarpus* Sarl.
	Asteraceae	*Reichardia picroides* (L.) Roth.
	Poaceae	*Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv.
	Euphorbiaceae	*Euphorbia sp.*
	Adoxaceae	*Viburnum tinus* L.

	Primulaceae	*Cyclamen africanum* Boissier & Reuter
	Polypodiaceae	*Polypodium vulgare* L.
	Araceae	*Arisarum vulgare* O. Targ. Tozz.
Fungi	**Familles**	**Espèces**
	Amanitaceae	*Amanita pantherina* (D.C. ex. Fr.) Quél.
	Russulaceae	*Lactarius* sp.
		Russula sp.
	Agaricaceae	*Lycoperdon* sp.
	Tricholomataceae	*Tricholom austaloides* Romagn.

NB : (+++) = espèce dominante dans la forêt.

Nous avons échantillonné des espèces végétales appartenant à deux règnes végétaux (Planta et Fungi) dans la forêt de Yakouren. Le règne Planta est composé de 20 espèces botaniques réparties sur 17 familles. Trois familles sont représentées par deux espèces chacune (Liliaceae, Aspleniaceae et Fagaceae), les autres familles sont représentées par une seule espèce chacune. Le chêne zéen (*Quercus canariensis*)est l'essence la plus présente, alors que le sous-bois est dominé par le Ciste *Cytisus triflorus.* Le règne Fungi est représenté, quant à lui, par cinq espèces dont trois non identifiées. Ces espèces sont réparties sur 4 familles.

Le couvert végétal global de la strate herbacée est estimé visuellement à 70 %. Quant à la couverture de la canopée, son taux est estimé de 60 à 70 % selon le gradient proposé par SCHOMAKER *et al*. (2007).

1.2. Exploitations des résultats par les indices écologiques

Deux indices écologiques sont utilisés, ceux de composition et ceux de structure.

1.2.1. Indices de composition

La richesse totale, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence sont les indices de compositions considérées dans ce cas.

1.2.1.1. Richesse spécifique et apport des méthodes d'échantillonnage

Le nombre total des espèces de fourmis obtenu avec chaque méthode d'échantillonnage dans la forêt de Yakouren est mentionné dans le tableau 13.

Tableau 13 -Inventaire, abondances et occurrences des fourmis récoltées par les différentes méthodes d'échantillonnage. Pour la distribution, nous l'exposons au niveau de l'espèce.

Sous-familles	Espèces et sous-espèces	P B		C M		P A		D
Dolichoderinae **(3.7 %)**	*Tapinoma magnum* Mayr, 1861	(0)	0	(7)	1	(0)	0	H
Formicinae **(37.0 %)**	*Camponotus alii* Forel, 1890	(643)	16	(11)	1	(0)	0	M
	Camponotus lateralis purius Santschi, 1929	(2)	2	(1)	1	(0)	0	M
	Camponotus ruber Emery, 1925	(4)	2	(0)	0	(0)	0	M
	Colobopsis truncatus (Spinola, 1808)	(1)	1	(0)	0	(0)	0	P
	Lepisiota fraunfeldi atlantis Santschi, 1917	(0)	0	(1)	1	(0)	0	M
	Cataglyphis viaticus (Fabricius, 1787)	(49)	7	(1)	1	(0)	0	M
	Lasius grandis Forel, 1909	(0)	0	(68)	1	(0)	0	H
	Lasius barbarus Santschi, 1931	(0)	0	(27)	1	(0)	0	M
	Plagiolepis maura Santschi, 1920	(20)	5	(2)	1	(1)	1	M
	Plagiolepis barbara Santschi, 1911	(4)	2	(42)	1	(0)	0	M
Myrmicinae **(59.3 %)**	*Aphaenogaster canescens* Emery, 1895	(0)	0	(18)	1	(25)	2	E
	Aphaenogaster crocea André, 1881	(0)	0	(3)	1	(3)	2	I
	Aphaenogaster mauritanica Dalla Torre, 1893	(18)	3	(1)	1	(0)	0	M
	Aphaenogaster sardoa ujhelyii Szabó, 1910	(3)	1	(0)	0	(0)	0	M
	Crematogaster auberti levithorax Forel, 1902	(176)	2	(33)	2	(2)	1	M
	Crematogaster laestrygon normandi Santschi, 1921	(32)	3	(16)	1	(0)	0	M
	Crematogaster scutellaris algirica (Lucas, 1849)	(117)	14	(40)	2	(0)	0	M

	Messor medioruber Santschi, 1910	(0)	0	(23)	2	(0)	0	M
	Pheidole pallidula (Nylander, 1849)	(215)	13	(8)	1	(144)	6	P
	Solenopsis occipitalis Santschi, 1911	(5)	3	(290)	1	(0)	0	M
	Temnothorax atlantis (Santschi, 1911)	(4)	3	(0)	0	(0)	0	I
	Temnothorax spinosus (Forel, 1909)	(0)	0	(47)	1	(0)	0	M
	Temnothorax recedens (Nylander, 1856)	(0)	0	(4)	1	(0)	0	H
	Temnothorax algiricus Forel, 1894	(0)	0	(1)	1	(0)	0	M
	Tetramorium biskrense Forel, 1904	(13)	7	(0)	0	(0)	0	M
	Tetramorium atlante Cagniant, 1970	(0)	0	(2)	1	(0)	0	M
Total		**(1307)**	**85**	**(646)**	**25**	**(175)**	**12**	
Richesse	**27**		**18**		**22**		**5**	

PB : Pot Barber, **CM :** Capture à main ; **PA :** Piège appât, **D :** Distribution biogéographique, **H :** Holoméditerranéenne, **M :** Maghrébine, **P :** Paléarctique, **E :** Endémique algérienne, **I :** Ibéro-maghrébine. Les valeurs des abondances sont mises entre parenthèses.

L'échantillonnage mené dans la forêt de Yakouren nous a permis de récolter 2127 spécimens de 27 espèces de fourmis représentant 13 genres et 3 sous-familles (Tab.13). Les Myrmicinae (16 espèces) et les Formicinae (10 espèces) sont les plus abondantes avec respectivement 59.3 et 37.%. Les Dolichoderinae contribuent avec une seule espèce soit un taux de 3.7 %. Les genres *Aphaenogaster* et *Temnothorax* sont les mieux représentés avec quatre espèces chacune. La distribution biogéographique des fourmis rencontrées dans la forêt de Yakouren fait apparaître 19 espèces Maghrébines, 3espèces Holoméditerranéennes, 2 Ibéro-Maghrébines, 2 Paléarctiques et une espèce Endémique Algérienne.

La méthode d'échantillonnage qui a apporté le plus de richesse est la collecte manuelle suivie par les pots Barber qui ont permis la capture de 18 espèces et enfin, les pièges appâts qui ont contribué avec 5 espèces uniquement.

1.2.1.2. Fréquence d'occurrence

Cet indice a été calculé pour les espèces échantillonnées par les trois méthodes confondues.

Tableau 14 -Fréquences d'occurrences calculées pour les fourmis capturées par les différentes méthodes de chasse (Pots Barber, Capture manuelle et Pièges appâts).

Espèces et sous-espèces	Pi	FO %	Catégories	Statut
Tapinoma magnum Mayr, 1861	1	2.9	Sporadique	Anthropique
Camponotus alii Forel, 1890	17	50.0	Constante	Eu-forestière
Camponotus lateralis purius Santschi, 1929	3	8.8	Sporadique	Eu-forestière
Camponotus ruber Emery, 1925	2	5.9	Sporadique	Meso-forestière
Colobopsis truncatus (Spinola, 1808)	1	2.9	Sporadique	Eu-forestière
Lepisiota fraunfeldi atlantis Santschi, 1917	1	2.9	Sporadique	Anthropique
Cataglyphis viaticus (Fabricius, 1787)	8	23.5	Accidentelle	Anthropique
Lasius grandis Forel, 1909	1	2.9	Sporadique	Xérophile
Lasius barbarus Santschi, 1931	1	2.9	Sporadique	Meso-forestière
Plagiolepis maura Santschi, 1920	7	20.6	Accidentelle	Meso-forestière
Plagiolepis barbara Santschi, 1911	3	8.8	Sporadique	Méso-forestière
Aphaenogaster canescens Emery, 1895	3	8.8	Sporadique	Méso-forestière
Aphaenogaster crocea André, 1881	3	8.8	Sporadique	Eu-forestière
Aphaenogaster mauritanica Dalla Torre, 1893	4	11.8	Accidentelle	Méso-forestière
Aphaenogaster sardoa ujhelyii Szabó, 1910	1	2.9	Sporadique	Méso-forestière
Crematogaster auberti levithorax Forel, 1902	5	14.7	Accidentelle	Méso-forestière
Crematogaster laestrygon normandi Santschi, 1921	4	11.8	Accidentelle	Anthropique
Crematogaster scutellaris algirica (Lucas, 1849)	16	47.1	Accessoire	Eu-forestière
Messor medioruber Santschi, 1910	2	5.9	Sporadique	Anthropique

Pheidole pallidula (Nylander, 1849)	20	58.8	Constante	Anthropique
Solenopsis occipitalis Santschi, 1911	4	11.8	Accidentelle	Milieux découverts
Temnothorax atlantis (Santschi, 1911)	3	8.8	Sporadique	Eu-forestière
Temnothorax spinosus (Forel, 1909)	1	2.9	Sporadique	Eu-forestière
Temnothorax recedens (Nylander, 1856)	1	2.9	Sporadique	Eu-forestière
Temnothorax algiricus Forel, 1894	1	2.9	Sporadique	Eu-forestière
Tetramorium biskrense Forel, 1904	7	20.6	Accidentelle	Anthropique
Tetramorium atlante Cagniant, 1970	2	5.9	Sporadique	Anthropique
	122			

FO : Fréquence d'occurrence ; **Pi :** Nombre d'apparition de l'espèce i dans toute méthode confondue.

Les résultats de la fréquence d'occurrence révèlent que *Pheidole pallidula* (20 occurrences) et *Camponotus alii* (17 occurrences) sont les plus fréquemment rencontrées (espèces constantes) dans les pièges (toutes méthodes confondues) ; présentant des fréquences d'occurrence égales à 58.8%et 50.0% respectivement (Tab.14). *Crematogaster scutellaris algirica* (16 occurrences) qui est une espèce arboricole accessoire est présente dans 47.1% des relevés. *Cataglyphis viaticus*, *Plagiolepis maura* et *Tetramorium biskrense* se montrent accidentelles, ce sont des espèces de lieux découverts. Il en est de même pour *Aphaenogaster mauritanica*, *Crematogaster auberti*, *C. laestrygon normandi* et *Solenopsis occipitalis*. Le reste des espèces appartient à la catégorie sporadique ou très accidentelle avec des fréquences variant entre 2.9 et 8.8%.

1.2.2. Traitement des résultats par les indices de structure

L'indice de diversité de Shannon calculé pour les fourmis de la forêt de Yakouren est égal à 2.82 bits, celui de Simpson est de 0.92 et l'indice d'équitabilité de Pielou est égal à 0.86 (Tab.15).

Tableau 15 -Indices écologiques appliqués pour la communauté des fourmis.

Indices de diversité	Valeurs
Simpson (1-D)	0,9163
Shannon (H)	2,823
Equitabilité	0,8566

1.3. Exploitations des résultats par les analyses statistiques

1.3.1. Comparaison des méthodes d'échantillonnage

La présence des fourmis dans les relevés effectués diffère selon le type de piège utilisé. Le test ANOVA à un seul facteur (One way ANOVA) a révélé une différence hautement significative entre les trois méthodes utilisées (F=7.554, P=0.001003). Le test de Tukey's nous montre que la différence est hautement significative entre les pièges appâts et les pots Barber (p=0.001484) ainsi qu'avec les pots Barber et la récolte manuelle (p=0.01028). Ces deux dernières techniques ont permis la capture du plus grand nombre d'espèces (22 et 18 respectivement). La capture à la main a apporté 8 espèces de plus par rapport aux pots Barber. Les pièges appâts, quant à eux, n'ont permis que la récolte de 5 espèces qui ont été déjà capturées manuellement ou par les pots. Il y'a lieu de noter que *Aphaenogaster canescens*, *Aphaenogaster crocea,* et *Crematogaster auberti levithorax* ont été piégées sur un aliment protéique (le thon), alors que *Plagiolepis maura* et *Pheidole pallidula* l'ont été sur un aliment sucré.

1.3.2. Estimation de la richesse

L'évaluation de l'effort d'échantillonnage est obtenue par le biais de différents estimateurs non paramétriques (Sobs, ICE, Chao1 et Jacknife1). Les indices de Chao 1, Jackknife 1 et l'ICE prévoient des richesses spécifiques supérieures à la richesse observée (Sobs = 27) obtenue par les différentes méthodes d'échantillonnage (Tab.16) soient (ICE = 34.63 ± 0.02, Chao 1 = 40.39 ± 12.36, Jack 1 = 35.74 ± 4.89). Cela signifie, au regard des 27 espèces rencontrées, qu'il resterait en moyenne 8 à 9 espèces de fourmis à découvrir dans le

site par rapport à l'ICE et au Jacknife 1, et 14 espèces par rapport à Chao 1. Le taux de complétude de l'inventaire calculé sur la base de la moyenne de ces trois estimateurs est de 73% ce qui estime qu'environ trois quart des espèces ont été inventoriées.

Tableau 16 -Estimation de la richesse totale des fourmis.

Estimateurs	Valeurs	Complétude	Complétude moyenne
Richesse observée (S Mean)	27		73 %
ICE	34.63	78 %	
Chao 1	40.39	67 %	
Jacknife 1	35.74	76 %	

L'insuffisance de l'effort d'échantillonnage effectué dans la forêt est confirmée par la croissance de la courbe d'accumulation des espèces (Sobs) et sa divergence avec celles des estimateurs choisis (Fig.17).

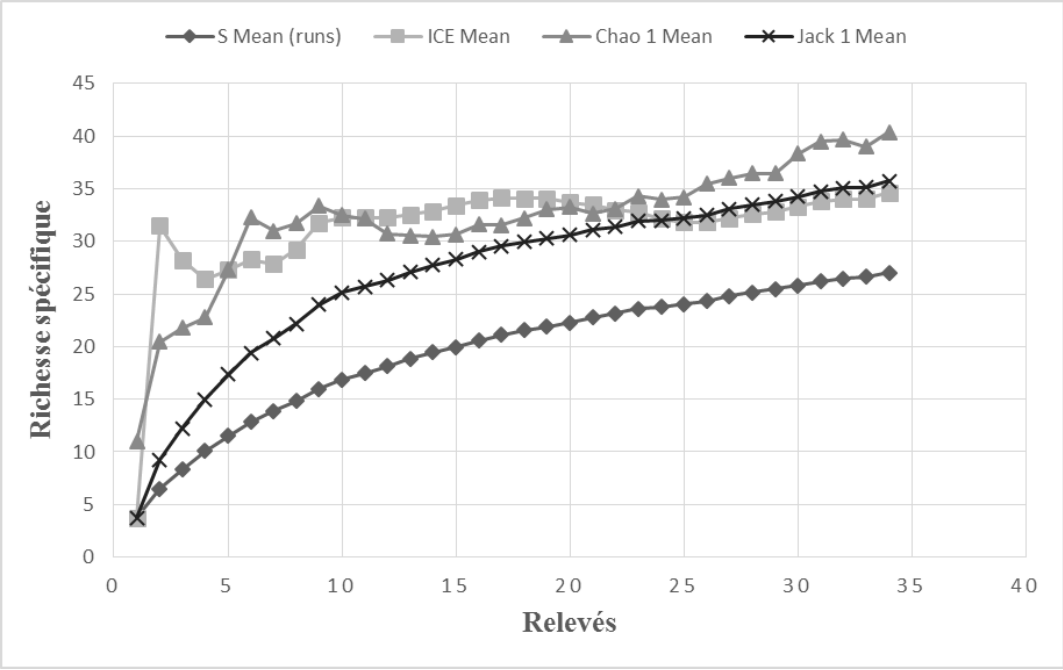


Figure 17. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes méthodes d'échantillonnage confondues (forêt Yakouren).

1.4. Discussion des résultats

La présente étude a permis le recensement de 27 espèces avec une prédominance des Myrmicinae suivi par les Formicinae. Les Myrmicinae sont les plus abondants non seulement en nombre d'espèces (16 espèces) mais aussi en occurrences (77). Le même constat a été noté par TAHERI et *al*. (2014) dans le Parc National de Talassemtane au Maroc, LABBACI et *al*. (2019) dans le Parc National du Djurdjura en Kabylie et HENINE-MAOUCHE et *al*. (2020) dans le massif forestier de Guerrouche (Parc National de Taza) au nord de l'Algérie. La majorité des espèces (63%) trouvées dans la forêt de Yakouren peuvent être qualifiées d'eu-forestières (*C. alii, C. lateralis, C. truncatus, T. atlantis, C. scutellaris algirica, A. crocea, T. recedens, T. algiricus, T. spinosus*) et de méso-forestières (*A. canescens, A. mauritanica, A. sardoa, S. occipitalis, C. ruber, C. auberti levithorax, L. barbarus, P. maura, P. barbara*). Les formes méso-forestières et de lieux découverts s'installent dès que la forêt devient plus claire. Les espèces *A. sardoa, A. testaceopilosa canescens, S. occipitalis, C. truncatus, T. algiricus* étant distinguées comme caractéristiques du biotope. Cinquante ans plus tôt, CAGNIANT(1973) a pu recenser entre 13 et 24 espèces lors de prélèvements réalisés dans des emplacements comparables (chênaie mixte à 850 m d'altitude). Les relevés de cet auteur consistent en l'utilisation de la méthode des carrés qui se base sur les comptages de nids sur des surfaces standards de 10 x 10 m (au total 32 espèces)

L'utilisation de la méthode de collecte manuelle pour l'échantillonnage des fourmis a permis la capture de 81% des espèces inventoriées dans la forêt de Yakouren. La méthode des pots Barber a contribué avec 67% alors que la chasse par les pièges appâts n'a pu apporter que 19 % de la richesse. La collecte manuelle fournit le plus grand nombre d'espèces lors d'un relevé (Barech et *al*., 2011 ; Barech et *al*., 2015 ; Barech et *al*., 2016 ; Barech et *al*., 2018)et augmente l'efficacité de l'échantillonnage, ainsi que le montre Groc (2006). Les espèces apportées par la chasse à vue (8 espèces) montrent que la combinaison de plusieurs méthodes offre plus de chance de rencontrer de nouvelles espèces. Selon le type d'habitat des fourmis, chaque méthode d'échantillonnage apporte des espèces particulières (LONGINO & COLWELL, 1997).

Les différentes espèces recueillies par les pièges-appâts reflètent un aspect compétitif et préférentiel par rapport aux types d'aliments offerts. Les fourmis prises aux appâts sont généralement peu représentatives de la diversité réelle du site (LEBAS et *al*., 2016) mais peuvent être utiles pour l'évaluation des groupes fonctionnels des fourmis (ANDERSEN, 1997).

Les appâts sont complémentaires des autres méthodes pour apprécier la biodiversité d'une station (LEBAS et *al*., 2016).

Les pots Barber, les pièges appâts et la chasse à vue ont permis de capturer 73% de la myrmécofaune présente dans la forêt. Comparativement aux résultats de CAGNIANT (1973), certaines espèces sont absentes dans notre étude à savoir *Proceratium algericum, Ponera coarctata, Stenamma africanum, Messor lobicornis, Crematogaster sordidula, Temnothorax annibalis, T. monjauzei, Myrmecina atlantis* avec en bordure *Bothriomyrmex atlantis* et dans les parties plus clairsemées *Camponotus cruentatus, C. spissinodis.* Ce qui justifie la croissance de la courbe d'accumulation des espèces observées et la divergence de celle-ci avec celles des estimateurs. La courbe d'accumulation n'atteint pas l'asymptote pour la totalité des relevés, ce qui témoigne d'un effort d'échantillonnage incomplet. Des relevés supplémentaires sont donc recommandés afin de rencontrer de nouvelles espèces.

OLSON (1991) a constaté que le piégeage par les pots Barber est moins approprié pour l'échantillonnage des fourmis de litière en milieu forestier par rapport à la technique du Winkler qui apporte systématiquement plus de genres, d'espèces et d'ouvrières. Malheureusement, nous n'avons pas pu utiliser cette méthode qui faisait partie de notre protocole d'échantillonnage car le site n'était pas assez sécurisé. Les sorties sur le terrain nécessitaient l'accompagnement de gardes forestiers dont la disponibilité n'était pas évidente. Ceci nous a amené à minimiser le nombre de sorties et par conséquent le nombre de relevés. De plus, notre laboratoire ne disposait pas d'un piège Winkler approprié lors de l'élaboration de cette étude. D'un autre côté, les pots Barber sous-estiment la proportion des petites espèces. Ceci est observé dans la présente étude, où la plupart des espèces des genres *Temnothorax* et *Lasius* sont exclusivement collectées à la main. BESTELMEYER *et al*. (2000) notent que la technique du Winkler est commode pour les forêts. Par ailleurs AGOSTI et ALONSO (2000) recommandent de combiner différentes méthodes de piégeage pour la capture des fourmis dans les milieux forestiers afin de dresser un inventaire le plus exhaustif possible.

La diversité observée dans le site d'étude est moyennement élevée ; elle correspond à un peuplement composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité. Des résultats semblables ont été notés par HENINE-MAOUCHE et *al.* (2020) dans les trois stations forestières du Parc National de Taza (Algérie) notamment celle du chêne liège *Quercus suber*, du chêne algérien *Q. canariensis* et du chêne afares *Q. afares*. Ces auteurs enregistrent des valeurs pour l'indice de diversité de Shannon variant de 2.19 à 2.86 bits. Ils signalent une distribution équilibrée pour les espèces trouvées dans les deux premières stations (E = 0.64).

Il n'existe pas une grande différence dans la distribution des occurrences pour les 27 espèces recensées dans la forêt de Yakouren sauf pour *Pheidole pallidula* (20 occurrences), *Camponotus alii* (17 occurrences) et *Crematogaster scutellaris algirica* (16 occurrences). Les occurrences élevées des deux dernières espèces sont justifiables car ce sont des espèces eu-forestières. Par contre, celle de *Pheidole pallidula* est le résultat d'une action conjuguée de l'anthropisation du milieu et de celle des feux répétés qu'a connu cette forêt ces dernières années. HENINE-MAOUCHE et *al.* (2020) mentionnent la présence de cette espèce uniquement dans la station du chêne liège *Quercus suber*.

Les fourmis constituent de bons indicateurs écologiques ; elles manifestent une sensibilité aux changements environnementaux (CAGNIANT, 1972 ; RAMAGE & RAVARY, 2015). Nous avons dénombré dans la forêt de Yakouren huit espèces (30%) indicatrices des actions anthropiques à savoir *Tapinoma magnum, Lepisiota frauenfeldi atlantis, Cataglyphis. viaticus, Crematogaster laestrygon normandi, Messor medioruber, Pheidole pallidula, Tetramorium biskrense* et *Tetramorium atlante*. Lorsque CAGNIANT (1973) a réalisé ses prélèvements entre 1963 et 1967, ces forêts étaient des zones militaires interdites aux publics. De ce fait, l'environnement s'est trouvé protégé durant plusieurs années contre les actions anthropiques, permettant ainsi une « remontée biologique » considérable. De même il a été montré que la richesse spécifique des fourmis peut être fortement corrélée à celle de la flore, et donc par conséquent être un bon indicateur de l'état écologique d'un écosystème (ANDERSEN et *al.*, 1996). En comparant les relevés, on constate une diminution relative des eu-forestières tandis que s'accroit l'abondance des anthropophiles. Ainsi *P. pallidula,* qui était « accidentelle » devient aujourd'hui « constante » ; *T. biskrense* et *M. medioruber* ne figuraient pas dans les relevés. Les *Plagiolepis* constituaient 18 à 25% des nids, *P. maura* plus xérophile que *P. barbara* ne nidifiait pas en pleine forêt. L'absence des espèces de sol profond dans les relevés actuels (*P. algericum, P. coarctata, S. africanum, M. atlantis*) traduit probablement une érosion plus active des sols ou une méthode d'échantillonnage inappropriée car ces espèces ne fourragent pas en surface. En contrepartie, *C. alii* est abondante et même peut-être plus dominante. Elle est considérée comme une espèce très adaptative. Cette fourmi recherche le nectar des fleurs de Cistes en particulier ce qui est observé dans la forêt de Yakouren où le Ciste *Cytisus triflorus* Lam. domine le sous-bois. L'occurrence élevée de *P. pallidula* révèle sa capacité de pénétration dans les forêts à la suite de son introduction avec le pâturage et les activités humaines ; BERNARD (1968) note que cette espèce pullule dans les forêts de chênes soumises à l'action anthropique. *C. auberti levithorax*, qui évite le couvert dense en forêt et trouve son optimum dans les Chênaies lièges assez claires, est « accidentel »

(15 %) dans la forêt de Yakouren (il représentait moins de 3% des nids dans les années 1960). Les *Temnothorax* se montrent sensibles aux perturbations de 1'environnement et disparaissent lorsque sévissent le déboisement, 1'érosion et le surpâturage (CAGNIANT & ESPADALER, 1997a). Ils constituent donc des indicateurs écologiques et biocénotiques. Notre site d'échantillonnage abrite encore quatre espèces de *Temnothorax* : *T. atlantis, T. recedens, T. algiricus* et *T. spinosus*. Ce dernier est un bon indicateur de la santé d'une forêt de chênes ou de cèdres au Maghreb : il représente 16 à 28% des nids dans les belles chênaies vertes à 1200m d'altitude et jusqu'à 40% des nids dans les cédraies à 1600 m autour d'Azrou au Maroc (CAGNIANT, 1973 ; CAGNIANT & ESPADALER, 1997a ; TAHERI et *al*., 2014). A Yakouren, il faisait jusqu'à 12% des nids dans les relevés des années 1960 et semble à présent devenu plus rare (FO=3%). Les diverses espèces de *Lasius* qui représentaient 4 à 7% des nids auparavant paraissent également en déclin. Il faut donc constater que la relative dégradation du milieu a entraîné une baisse notable de la biodiversité. Un indice supplémentaire de dégradation du site est la présence de *Lepisiota frauenfeldi atlantis*. Cette fourmi est nouvelle pour le milieu ; c'est une thermophile qui envahit les lieux ensoleillés et que l'on trouve jusqu'au Sahara (BERNARD, 1961).

La forêt de Yakouren a en effet connu ces dernières années des perturbations dues à plusieurs facteurs humains. Selon le Bureau national des études forestières (BEF), cette forêt est soumise à des pratiques néfastes (élevage extensif, arrachage des espèces végétales ligneuses et herbacées, défrichement, labour illicite et incendies). Ces pratiques se sont accentuées ces dernières années et ont abouti à un processus de dégradation en chaîne du domaine forestier (érosion, déséquilibre au niveau de l'environnement) (BOUDEDJA & ABDELHAKIM, 2013). Le pourcentage de surface brûlée dans la forêt de Yakouren durant la période 1986-2005 atteint 86.42% de la surface forestière totale (MEDDOUR-SAHAR, 2008). Le feu fait partie du fonctionnement des écosystèmes, toutefois, l'augmentation de leur fréquence a des impacts considérables sur la végétation, la faune, la microfaune, les sols, la déforestation, le climat et la perte de biodiversité (TRIPLET, 2020). D'après DAJOZ (1998), les feux sont responsables de la fragmentation des forêts, ce qui isole les populations en empêchant leur dispersion et affecte l'abondance et la structure des populations d'insectes. Ce même auteur note que la construction de routes forestières, par exemple, représente souvent un obstacle infranchissable pour les insectes et crée de chaque côté une zone de lisière inhabitable pour certaines espèces en raison des modifications du microclimat. Les fourmis essaiment en volant parfois sur de longues distances mais souvent des ailés viennent échouer au milieu des routes sans pouvoir les franchir.

La mise en place d'un marché traditionnel de poterie ces dernières années (depuis 1990), aux abords de la zone d'étude, semble avoir favorisé l'intrusion des fourmis anthropophiles comme *Tapinoma magnum* et *Pheidole pallidula*. Etant donné que la forêt est un conservatoire de biodiversité (DAJOZ, 1998), la sur-fréquentation de celle-ci posera donc de délicats problèmes de gestion.

-III-
LES FOURMIS DANS LE MILIEU AGRICOLE

1. Exploitation des résultats dans l'habitat agricole

L'utilisation des trois méthodes d'échantillonnage a permis la réalisation d'un inventaire de la myrmécofaune de quatre vergers d'oliviers situés à différentes altitudes en Grande Kabylie (Tizi-Ouzou) et de mieux connaître leur richesse et leur diversité.

Sur un total de 4238 individus de fourmis, notre étude a permis le recensement de 53 espèces représentant 17 genres et 4 sous-familles : Dolichoderinae (*Bothriomyrmex* et *Tapinoma*), Dorylinae (*Dorylus*), Formicinae (*Camponotus*, *Cataglyphis*, *Lasius*, *Lepisiota* et *Plagiolepis*) et Myrmicinae (*Aphaenogaster*, *Crematogaster*, *Messor*, *Monomorium*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Strongylognathus*, *Temnothorax* et *Tetramorium*).

3.1. Résultat de l'étude floristique

La présence ou l'absence d'une espèce de fourmis dans un relevé est conditionné par l'ambiance bioclimatique dans la station étudiée (CAGNIANT, 1973). Les composantes du milieu à savoir l'altitude, la latitude, l'exposition du lieu, la nature du substrat jouent un rôle de facteurs limitant sur le climat régional et déterminent ainsi la nature du couvert végétal (QUEZEL, 1976). Ce dernier conditionne le microclimat du sol auquel les insectes sont soumis (CAGNIANT, 1973). De ce fait, nous avons effectué un échantillonnage aléatoire de la végétation au niveau des oliveraies étudiées. La liste finale est dressée dans le tableau 17 suivant.

Tableau 17 -Liste de la végétation échantillonnée au niveau des oliveraies étudiées.

Famille	Espèces	Oliveraie 1	Oliveraie 2	Oliveraie 3	Oliveraie 4
Amaranthaceae	*Chenopodium album* L.	-	+	+	-
Anacardiaceae	*Pistacia lentiscus* L.	-	-	+++	+++
Apiaceae	*Thapsia garganica* L., Mant.	-	+	+	-
	Apiaceae sp Lindl.	-	+	-	-
	Torilis arvensis(Huds.) Link	-	-	+	-
	Anethum foeniculum L.	-	+	-	-
	Ferula communis L.	+	-	-	-
	Eryngium triquetrum Vahl.	+	-	-	-
Araceae	*Arisarum vulgare* Mill.	+	-	-	-
	Arum italicum Mill.	-	+	-	-
Aristolochiaceae	*Aristolochia sp* L.	+	+	-	-
Aspleniaceae	*Asplenium ceterach* L.	+	-	-	-

	Asplenium trichomones L.	+	-	-	-
Asteraceae	*Pulicaria odorata* (L.) Rchb	+	+	-	-
	Picris duriaei Emb. & Maire	-	+	+	-
	Hyoseris radiata L.	-	+	-	-
	Bellis sylvestris Cyrillo.	-	+	-	-
	Leontodon saxatilis Lam.	-	+	-	-
	Leontodon sp Lam.	-	+	-	-
	Inula viscosa L.	-	+	-	-
	Chrysanthemum L.	-	+	-	-
	Pallenis spinosa (L.) Cass.	-	-	-	+
	Reichardia picroides (L.) Roth	-	-	+	-
	Centaurea sp L.	-	+	-	-
	Scolymus hispanicus L.	+	+	-	+
	Phagnalon sp L.	-	+	-	-
	Andryala integrifolia L.	+	+	+	-
	Arthemisia sp L.	+	-	-	-
	Carlina lanata L.	+	-	-	-
	Sonchus oleraceus L.	+	-	+	-
	Sonchus tenerrimus L.	+	-	+	-
	Galactites tomentosa Moench.	+	-	-	-
	Phagnalon saxatile (L.) Cass.	+	-	+	+
	Hypochaeris laevigata (L.) Ces., Pass. & Gib.	+	-	-	-
	Carthamus lanatus L.	-	-	-	+
	Filago sp L.	+	-	-	-
	Urospermum dalechampii (L.) Scop. ex F.W.Schmidt	-	-	+	-
Betulaceae	*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (1790)	-	+	-	-
Boraginaceae	*Echium plantagineum* L.	-	+	-	-
	Borago officinalis L.	+	-	-	-
	Cynoglossum officinale L.	-	-	-	+
	Cynoglussum sp L.	+	-	-	-
Brassicaceae	*Biscutella raphanifolia* Poir.	-	+	-	-
	Alliaria petiolata (M.Bieb.) Cavara & Grande.	-	+	-	-

Cactaceae	*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill	-	+	-	-
Campanulaceae	*Campanula dichotoma* L.	+	-	-	-
	Specularia falcata (Ten.) Fritsch	+	-	-	-
	Campanula trachelium L.	-	-	-	+
	Campanula rapunculus L.	+	-	+	-
Caprifoliaceae	*Scabiosa sp* (Pau) Devesa	+	+	+	-
	Scabiosa atropurpurea L.	-	-	-	+
Caryophyllaceae	*Silene sp* L.	-	+	-	-
	Stellaria media (L.) Vill.	-	-	+	-
	Silene inflata (Moench) Garcke.	+	-	+	-
Cistaceae	*Cistus salviifolius* L.	-	-	+	-
Convulvulaceae	*Convolvulus althaeoides* L.	+	-	-	-
Crassulacées	*Cotyledon umbilicus-veneris* L.	+	-	-	-
	Sedum sp L.	+	-	-	-
Cyperaceae	*Carex sp* L.	+	+	-	-
Dipsacaceae	*Dipsacaceae* Juss.	-	-	+	-
	Knautia stellata L.	-	+	-	-
Ericaceae	*Erica arborea* L.	-	-	+++	-
Fabaceae	*Calicotome spinosa (*L.) Link.	+++	-	-	+
	Vicia sativa L.	+	-	+	-
	Vicia sp L.	-	+	-	-
	Trifolium campestre Schreb.	+	+	+	-
	Trifolium angustifolium L.	+	+	+	-
	Trifolium stellatum L.	+	-	-	+
	Trifolium arvense L.	+	-	-	-
	Anthyllis vulneraria L.	-	-	+	-
	Lotus tetragonolobus L.	-	-	+	-
	Quercus suber L.	+	-	-	-
	Quercus ilex L.	+	+	+	-
Funariaceae	*Funaria sp* L.	+	+	+	-
Gentianaceae	*Centaurium umbellatum* auct.	+	+	+	+
	Blackstonia perfoliata (L.) Huds.	+	-	-	+
Geraniaceae	*Geranium purpureum* Vill.	-	+	+	-
	Geranium sp Vill.	+	-	-	-

Hypericaceae	*Hypericum humifusum* L.	+	-	+	-
	Hypericum montanum L.	+	-	-	-
	Satureja graeca L.	+	-	-	-
	Lavandula stoechas L.	+	+++	+	-
	Mentha pulegium L.	+	+	+	-
	Ajuga iva sub sp Iva.	-	-	-	+
	Asparagus acutifolius L.	+++	+	-	+
Linaceae	*Linum* sp L.	-	+	-	-
Malvaceae	*Lavatera cretica* L.	-	-	+	-
Moraceae	*Ficus carica* L.	-	+	+	-
	Morus alba L.	-	-	+	-
	Olea europaea europaea (L.)(Mill.) Lehr.	+++	+++	+++	+++
	Olea europaea sylvestris (L.)(Mill.) Lehr.	+	+	-	+++
	Fraxinus angustifolia Vahl.	-	+	+	-
Orchidaceae	*Limodorum abortivum* (L.) Sw.	+	-	+	-
Orobanchaceae	*Parentucellia viscosa* (L.) Caruel	+	-	-	-
Oxalidaceae	*Oxalis pes-caprae* L.	+	+	+	-
Papaveraceae	*Papaver argemone* L.	+	+	+	-
Plantaginaceae	*Anarrhinum pedatum* Desf.	-	+	-	-
	Plantago lagopus L.	+	-	-	+
Poaceae	*Catapodium rigidum* (L.) C.E.Hubb	-	-	-	+
	Dactylis glomerata L.	-	+	+	-
	Vulpia bromoides (L.) Gray.	-	-	-	+
	Avena sp L.	-	+	-	-
	Avena sterilis L.	-	-	-	+
	Lolium sp L.	-	+	-	-
	Bromus mollis L.	-	+	+	-
	Phleum pratense L.	-	-	-	+
	Briza maxima L.	+	-	-	-
	Aegilops ovata L.	+	-	-	-
	Bromus rubens L.	+	-	-	-
	Bromus sp L.	+	-	-	-

	Hordeum marinum Huds.	+	+	-	-
	Lagurus ovatus L.	+	+	+	-
	Cynosurus echinatus L.	-	-	+	-
	Brachypodium distachyon (L.) P.Beauv.	-	-	-	+
Polygonaceae	*Rumex bucephalophorus* L.	-	-	+	-
	Rumex pulcher L.	-	+	-	-
	Rumex sp L.	+	-	-	-
	Anagallis arvensis L.	+	-	-	-
Pteridaceae	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn	+	-	-	-
Punicaceae	*Punica granatum* L.	-	+	-	-
Ranunculaceae	*Clematis* L.	+	+	+	-
Rosaceae	*Rubus ulmifolius* Schott.	+++	+++	-	-
	Crataegus monogyna Jacq.	-	+	-	+
	Pyrus communis L.	+	-	-	-
	Sanguisorba minor Scop.	+	-	+	-
	Potentilla sp L.	+	-	-	-
	Sherardia arvensis L.	+	-	-	-
	Galium sp L.	-	+	-	-
Rutaceae	*Citrus limon* (L.) Burm. f.	-	-	+	-
Scrophulariaceae	*Verbascum sinuatum* L.	+	-	+	+
	Bartsia trixago L.	-	-	-	+
Smilacaceae	*Smilax aspera* L.	-	-	-	+
Solanaceae	*Solanum nigrum* L.	+	-	-	-

NB : (+++) = espèce dominante dans le verger.

Nous avons pu recenser 133 espèces végétales répertoriées sur 43 familles botaniques dans les différents sites d'étude (tab.17). Globalement la famille la plus diversifiée est celle des Asteraceae avec 24 espèces, suivies par celle des Poaceae avec 16 espèces et les Fabaceae avec 11espèces.

L'oliveraie 1 de Igraouéne (sud-est de Tizi-Ouzou) à enregistré la plus grande richesse soit 70 espèces végétales réparties sur 29 familles botaniques. Suivi par l'oliveraie 2 de Souk El Tenine avec 57 espèces réparties sur 27 familles botaniques. L'oliveraie 3 de Sidi Ali

Moussa a enregistré 47 espèces réparties sur 26 familles botaniques et enfin l'oliveraie 4 de Tamḍiqt a enregistré 26 espèces réparties sur 14 familles botaniques (tab.17).

Il faut noter que l'oliveraie 1 ne reçoit aucun travail du sol (pas de labour), pas de désherbage. Le pâturage n'est pas adopté dans ce site, raison pour laquelle, le milieu est considéré comme naturel et compte une richesse élevée (70 espèces végétales) composée de plantes herbacées et arbustives. Par contre, l'oliveraie 4 bénéficie chaque année de tailles et de labours aux alentours de ces oliviers, ce qui a influencé sur la flore associée à cet agro-écosystème (26 espèces végétales). L'oliveraie 2 est soumise au piétinement vue sa localisation à côté du chef lieux de la commune de Souk El Tenine (petite ville). Quant à l'oliveraie 3, le propriétaire a l'habitude de berger son troupeau de caprin dans ce site.

3.2. Exploitations des résultats par les indices écologiques

3.2.1. Indices de composition

La richesse totale, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence sont les indices de compositions considérées dans ce cas.

3.2.1.1. Richesse spécifique

-Contribution par méthode d'échantillonnage

Le nombre total des espèces de fourmis apporté par chaque méthode d'échantillonnage dans les différentes oliveraies étudiées est mentionné dans le tableau 18 et illustré par la figure 19.

Tableau 18 -Richesses totales en espèces de fourmis capturées dans les oliveraies.

Sites	Méthode d'échantillonnage	Nombre d'espèces	% Espèces
Oliveraie 1	Pots Barber	27	93,1
	Récolte manuelle	13	44,8
	Pièges appâts	4	13,8
	Total (S)	**29**	/
Oliveraie 2	Pots Barber	18	60,0
	Récolte manuelle	27	90,0
	Pièges appâts	14	46,7

	Total (S)	**30**	/
Oliveraie 3	Pots Barber	15	50,0
	Récolte manuelle	29	96,7
	Pièges appâts	16	53,3
	Total (S)	**30**	/
Oliveraie 4	Pots Barber	22	91,7
	Récolte manuelle	12	50,0
	Pièges appâts	3	12,5
	Total (S)	**24**	/

NB : Oliveraie 1 = Igraouéne, **Oliveraie 2 =** Souk El Tenine, **Oliveraie 3 =** Sidi Ali Moussa, **Oliveraie 4 =** Tamḍiqt.

L'analyse du tableau 18 montre que les oliveraies de Souk El Tenine et Sidi Ali Moussa ont enregistré la richesse totale la plus élevée (S = 30 espèces). Elles sont suivies par l'oliveraie d'Igraouéne (S = 29 espèces). L'oliveraie de Tamḍiqt renferme la richesse la plus basse dans les relevés avec 24 espèces.

Pour les oliveraies 1 et 4, ce sont les pots Barber qui ont permis la capture du plus grand nombre d'espèces soit (93.1% et 91.7% respectivement), suivis par les captures manuelles 44.8% et 50% du nombre totale d'espèces pour les deux sites respectivement) (fig.18). Cependant, dans les deux autres oliveraies (2 et 3), ce sont les captures manuelles qui ont permis les plus grandes récoltes d'espèces (90% pour oliveraie 2 et 96.7% pour l'oliveraie 3), alors que les pots Barber dans ces deux site n'ont permis que la récolte de 60 et 50% de la richesse respectivement (fig.18)..

Enfin, l'apport des pièges alimentaires en espèces de fourmis est réduit par rapport aux deux autres méthodes, soit 13.8% pour l'oliveraie 1et 12.5% pour l'oliveraie 4.Par contre, les oliveraies 2 et 3 ont enregistrée des pourcentages de capture élevés soient 46.7 et 53.3% respectivement. Certains pièges appâts n'ont pas donné de résultats, cela peut être dû aux conditions climatiques défavorables (températures basses ou élevées) lors de la mise en place de l'appât ou bien au type d'aliment choisi (graines de fenouilles).

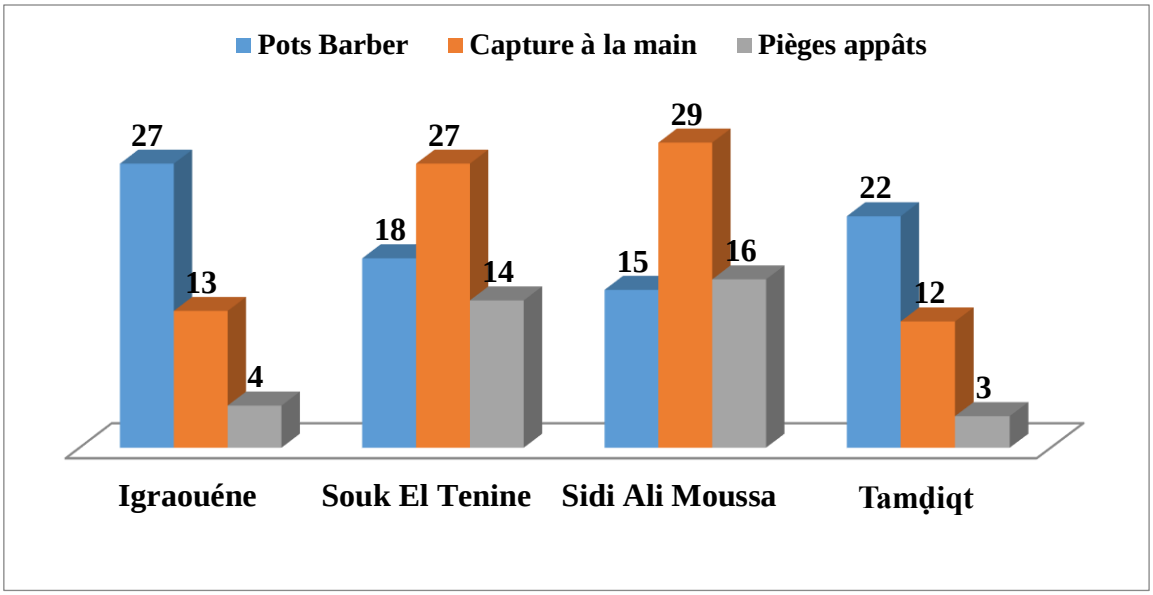


Figure 18. Contribution en richesse spécifique par les différentes méthodes de capture utilisées.

3.2.1.2. Occurrences et statuts des espèces

Le tableau 19 regroupe les occurrences (présence-absence) des espèces de fourmis dans chaque oliveraie (toutes méthodes confondues). Le statut de chaque espèce a été établit en accord avec CAGNIANT (1973) en prenant en considération le couvert végétal du milieu ainsi que le rapport avec l'influence humaine.

Tableau 19 -Occurrences et qualification des espèces de fourmis capturées dans chaque oliveraie**.**

Sous-familles		**Sites**				**Statut**
	Espèce	O.1	O.2	O.3	O.4	
Dorylinae	*Dorylus fulvus*	-	-	+	-	Milieux ouverts
Dolichoderinae	*Bothriomyrmex atlantis*	-	-	+	-	Anthropique
	Tapinoma magnum	+	+	+	+	Anthropique
	Tapinoma minor	-	+	+	-	Anthropique
	Tapinoma simrothi	-	+	+	+	Anthropique
Formicinae	*Camponotus alii*	+	-	-	-	Eu-forestière
	Camponotus barbaricus xanthomelas	-	+	+	-	Sub- forestière

	Camponotus cruentatus	+	-	-	-	Meso-forestière
	Camponotus dichrous	-	+	-	-	Sub- forestière
	Camponotus lateralis purius	-	+	-	-	Eu- forestière
	Camponotus micans	+	-	-	-	Sub- forestière
	Camponotus ruber	-	+	+	+	Meso- forestière
	Camponotus spissinodis	+	+	-	-	Meso-forestière
	Camponotus thoracicus	-	+	+	+	Xérophile
	Cataglyphis viaticus	+	+	+	+	Meso-forestière
	Lasius barbarus	-	-	+	-	Meso- forestière
	Lasius brunneus	-	+	+	-	Meso- forestière
	Lepisiota frauenfeldi atlantis	-	-	-	+	Anthropique
	Plagiolepis barbara	+	+	+	+	Meso- forestière
	Plagiolepis maura	+	+	+	+	Meso- forestière
Myrmicinae	*Aphaenogaster crocea*	+	-	-	-	Eu- forestière
	Aphaenogaster depilis	+	+	+	+	Meso- forestière
	Aphaenogaster mauritanica	+	-	-	-	Meso- forestière
	Aphaenogaster sardoa ujhelyii	+	+	+	+	Meso- forestière
	Aphaenogaster testaceopilosa s.str.	+	+	+	+	Meso- forestière
	Aphaenogaster testaceopilosa cabylica	-	+	+	-	Meso- forestière
	Aphaenogaster canescens	+	-	-	-	Meso- forestière
	Crematogaster auberti levithorax	+	-	+	+	Meso- forestière
	Crematogaster laestrygon normandi	+	-	-	+	Anthropique
	Crematogaster scutellaris algirica	+	+	+	+	Eu- forestière
	Crematogaster scutellaris alii	-	+	-	+	Eu- forestière

Crematogaster sordidula	+	+	-	-	Milieux ouverts
Messor barbarus	+	+	+	+	Milieux ouverts
Messor capitatus	+	+	+	+	Meso- forestière
Messor grandinidus	+	-	-	-	Meso- forestière
Messor lobicornis	-	-	+	-	Meso- forestière
Messor picturatus	-	+	+	+	Meso- forestière
Messor medioruber	+	-	-	-	Anthropique
Messor semoni	+	-	-	-	Meso- forestière
Messor striativentris	-	-	+	+	Milieux ouverts
Messor striatulus	-	-	-	+	Milieux ouverts
Monomorium andrei	-	-	-	+	Anthropique
Monomorium monomorium	+	-	-	-	Anthropique
Monomorium salomonis	+	+	+	+	Milieux ouverts
Pheidole pallidula	+	+	+	+	Anthropique
Solenopsis longiceps	+	-	-	-	Meso-forestière
Strongylognathus afer	-	-	+	-	Anthropique
Temnothorax algiricus	-	+	+	-	Eu- forestière
Temnothorax annibalis	-	-	-	+	Meso- forestière
Temnothorax recedens	-	+	-	-	Eu- forestière
Temnothorax spinosus	-	+	-	-	Eu- forestière
Tetramorium atlante	+	+	+	-	Anthropique
Tetramorium biskrense	+	+	+	-	Eu- forestière
(*S*)Total=53 espèces	**29**	**30**	**30**	**24**	

NB : O.1 = Igraouéne (620 m), **O.2** = Souk El Tenine (600 m), **O.3** = Sidi Ali Moussa (520 m), **O.4** = Tamḍiqt (220).

L'analyse du tableau 19 montre que sur 53 espèces échantillonnées, 12 sont communes dans toutes les oliveraies qui sont *Tapinoma magnum, Cataglyphis viaticus, Plagiolepis barbara, Plagiolepis maura, Aphaenogaster depilis, Aphaenogaster sardoa ujhelyii, Aphaenogaster testaceopilosa s.str., Crematogaster scutellaris algirica, Messor barbarus, Messor capitatus, Monomorium salomonis* et *Pheidole pallidula*. Onze espèces sont mentionnées uniquement dans l'oliveraie 1 (Igraouéne) à savoir *Camponotus alii* (Eu-forestière), *Camponotus cruentatus* (Meso-forestière), *Camponotus micans* (Sub-forestière), *Aphaenogaster crocea* (Eu-forestière), *Aphaenogaster mauritanica* (Meso-forestière), *Aphaenogaster canescens* (Meso-forestière), *Messor grandinidus* (Meso-forestière), *Messor medioruber* (Anthropique), *Messor semoni* (Meso-forestière), *Monomorium monomorium* (Anthropique), et *Solenopsis longiceps.* Quatre espèces sont présentent uniquement dans l'oliveraie 2 (Souk El Tenine) notamment *Camponotus dichrous, Camponotus lateralis purius, Temnothorax recedens* et *Temnothorax spinosus.* Six taxons sont enregistrées dans l'oliveraie 3 (Sidi Ali Moussa) ; et il s'agit de *Dorylus fulvus, Bothriomyrmex inquilinus, Lasius barbarus, Messor lobicornis, Messor striativentris* et *Strongylognathus afer.* Enfin, 4 espèces sont trouvées uniquement dans l'oliveraie 4 (Tamḍiqt) à savoir *Lepisiota frauenfeldi atlantis* (Anthropique), *Messor striatulus* (Milieux ouverts), *Monomorium andrei* (Anthropique) et *Temnothorax annibalis* (Meso-forestière).

3.2.1.3. Abondances relatives des fourmis

Les abondances relatives des espèces collectées sont calculées pour chaque oliveraie prospectée. Les résultats obtenus sont mentionnés dans les tableaux 20, 21, 22 et 23.

Tableau 20 -Abondances relatives des fourmis capturées dans l'oliveraie 1 d'Igraouéne.

	Méthodes d'échantillonnage	**PB**		**CM**		**PA**	
Sous-familles	**Espèce**	**ni**	**AR %**	**ni**	**AR %**	**ni**	**AR %**
Dolichoderinae (7.3%)	*Tapinoma magnum*	8	2,7	0	0,0	25	44,6
Formicinae (32.4%)	*Camponotus alii*	27	9,0	5	5,3	0	0,0
	Camponotus cruentatus	28	9,3	0	0,0	0	0,0
	Camponotus micans	7	2,3	4	4,3	0	0,0

	Camponotus spissinodis	1	0,3	0	0,0	0	0,0
	Cataglyphis viaticus	49	16,3	21	22,3	0	0,0
	Plagiolepis barbara	1	0,3	0	0,0	0	0,0
	Plagiolepis maura	3	1,0	0	0,0	0	0,0
Myrmicinae	*Aphaenogaster crocea*	1	0,3	0	0,0	0	0,0
(60.2%)	*Aphaenogaster depilis*	20	6,7	7	7,4	0	0,0
	Aphaenogaster mauritanica	6	2,0	14	14,9	0	0,0
	Aphaenogaster sardoa ujhelyii	1	0,3	0	0,0	0	0,0
	Aphaenogaster testaceopilosa	30	10,0	16	17,0	8	14,3
	Aphaenogaster canescens	0	0,0	1	1,1	0	0,0
	Crematogaster auberti levithorax	2	0,7	0	0,0	0	0,0
	Crematogaster laestrygon normandi	6	2,0	0	0,0	0	0,0
	Crematogaster scutellaris algirica	4	1,3	0	0,0	15	26,8
	Crematogaster sordidula	1	0,3	0	0,0	0	0,0
	Messor barbarus	4	1,3	1	1,1	0	0,0
	Messor capitatus	33	11,0	0	0,0	0	0,0
	Messor grandinidus	1	0,3	0	0,0	0	0,0
	Messor medioruber	5	1,7	1	1,1	8	14,3
	Messor semoni	17	5,7	0	0,0	0	0,0
	Monomorium monomorium	1	0,3	1	1,1	0	0,0
	Monomorium salomonis	3	1,0	0	0,0	0	0,0
	Pheidole pallidula	18	6,0	21	22,3	0	0,0
	Solenopsis longiceps	0	0,0	1	1,1	0	0,0
	Tetramorium atlante	6	2,0	0	0,0	0	0,0

	Tetramorium biskrense	17	5,7	1	1,1	0	0,0
Effectif et richesse	**Total = 450 individus**	**300**	100	**94**	100	**56**	100
	Richesse = 29 espèces	**27**		**13**		**4**	

Les trois méthodes d'échantillonnages utilisées dans le verger 1 (Igraouéne) ont permis la collecte de 450 individus de fourmis réparties sur 29 espèces appartenant à 11 genres. Un taux de 60,2% de cet effectif revient à la sous famille des Myrmicinae suivie par la sous famille des Formicinae avec 32,4% et enfin la sous famille des Dolichoderinae avec seulement 7,3%. Les pots Barber ont permis la capture de 27 espèces, la collecte manuelle 13 espèces dont deux (*Aphaenogaster canescens* et *Solenopsis longiceps*) sont absentes dans les relevés des pots Barber. Les pièges appâts sont classés en dernière position par la collecte de 4 espèces qui ont été déjà obtenues par les deux premières méthodes.

Cataglyphis viaticus (16,3%) est l'espèce la plus abondante dans les pots Barber, suivie par *Messor capitatus* (11,0%), *Aphaenogaster testaceopilosa* (10.0%), *Camponotus cruentatus* (9,3%) et *Camponotus alii* (9,0%). Les autres espèces ont présenté des abondances relatives variant entre 0,3 et 6,7%. Quatre espèces sont abondantes dans les captures manuelles à savoir *Cataglyphis viaticus* et *Pheidole pallidula* avec 22,3%, suivies par *Aphaenogaster testaceopilosa* (17,0%) et *Aphaenogaster mauritanica* (14,9%). *Tapinoma magnum* (44,6%) domine largement les appâts alimentaires à base de thon, suivie par *Crematogaster scutellaris algirica* (26,8%).

Tableau 21 -Abondance relative des fourmis capturées dans l'oliveraie 2 de Souk El Tenine.

	Méthodes d'échantillonnage	**PB**		**CM**		**PA**	
Sous famille	**Espèces**	**ni**	**AR%**	**ni**	**AR%**	**ni**	**AR%**
Dolichoderinae (30,4%)	*Tapinoma magnum*	70	25,4	132	15,9	74	14,3
	Tapinoma minor	0	0,0	0	0,0	5	1,0
	Tapinoma simrothi	23	8,3	29	3,5	160	30,9
Formicinae (15,7%)	*Camponotus barbaricus xanthomelas*	0	0,0	1	0,1	0	0,0

	Camponotus dichrous	6	2,2	1	0,1	0	0,0
	Camponotus lateralis purius	0	0,0	1	0,1	0	0,0
	Camponotus ruber	15	5,4	21	2,5	0	0,0
	Camponotus spissinodis	2	0,7	0	0,0	0	0,0
	Camponotus thoracicus	8	2,9	21	2,5	2	0,4
	Cataglyphis viaticus	39	14,1	68	8,2	1	0,2
	Plagiolepis barbara	1	0,4	41	4,9	0	0,0
	Plagiolepis maura	0	0,0	16	1,9	2	0,4
	Lasius brunneus	0	0,0	8	1,0	0	0,0
Myrmicinae (53,9%)	*Aphaenogaster depilis*	6	2,2	19	2,3	1	0,2
	Aphaenogaster sardoa ujhelyii	0	0,0	1	0,1	0	0,0
	Aphaenogaster testaceopilosa	42	15,2	108	13,0	45	8,7
	Aphaenogaster testaceopilosa cabylica	4	1,4	4	0,5	0	0,0
	Crematogaster scutellaris algirica	12	4,3	116	14,0	1	0,2
	Crematogaster scutellaris alii	0	0,0	5	0,6	0	0,0
	Crematogaster sordidula	0	0,0	1	0,1	0	0,0
	Messor barbarus	22	8,0	72	8,7	12	2,3
	Messor capitatus	1	0,4	3	0,4	0	0,0
	Messor picturatus	3	1,1	0	0,0	0	0,0
	Monomorium salomonis	1	0,4	48	5,8	73	14,1
	Pheidole pallidula	0	0,0	15	1,8	0	0,0
	Temnothorax algiricus	0	0,0	3	0,4	0	0,0
	Temnothorax recedens	0	0,0	2	0,2	1	0,2

	Temnothorax spinosus	0	0,0	1	0,1	0	0,0
	Tetramorium atlante	6	2,2	55	6,6	50	9,7
	Tetramorium biskrense	15	5,4	37	4,5	90	17,4
Effectif et richesse	**Total = 1622 individus**	**276**	100	**829**	100	**517**	100
	Richesse = 30 espèces	**18**		**27**		**14**	

Trois sous familles de fourmis ont été capturées dans l'oliveraie 2 de Souk El Tenine. Ces trois sous familles sont issues de 1622 individus, 12 genres et représentées par 30 espèces. Les Myrmicinae dominent en effectif avec 53,9%, suivies par les Dolichoderinae (30,4%) et enfin les Formicinae avec 15,7%. Les pots Barber ont capturé un total de 276 fourmis réparties sur 18 espèces. Quant à la collecte manuelle, elle a permis d'obtenir le plus grand nombre d'individus (soit N=829). Cet effectif est réparti sur une richesse de 27 espèces. De ce fait, la méthode de collecte manuelle a contribué avec 11 espèces de plus par rapport aux pots Barber. Les pièges appâts ont apporté une seule espèce de plus par rapport aux deux méthodes précédentes. Il s'agit de *Tapinoma minor* prise dans les pièges à miel.

Tapinoma magnum (25,4%) est l'espèce la plus abondante dans les pots Barber, suivie par *Aphaenogaster testaceopilosa* (15,2%) et *Cataglyphis viaticus* (14,1%). *Tapinoma magnum* (15,9%) abonde également dans les collectes manuelles, suivie par *Crematogaster scutellaris algirica* (14,0%) et *Aphaenogaster testaceopilosa* (13,0%). Les pièges alimentaires sont dominés par *Tapinoma simrothi* (30,9%), *Tetramorium biskrense* (17,4%), *Tapinoma magnum* (14,3%) et *Monomorium salomonis* (14,1%).

Tableau 22 -Abondance relative des fourmis capturées dans l'oliveraie 3 de Sidi Ali Moussa.

	Méthodes d'échantillonnage	**PB**		**CM**		**PA**	
Sous-Familles	**Espèces**	**ni**	**AR%**	**ni**	**AR%**	**ni**	**AR%**
Dorylinae (0,1%)	*Dorylus fulvus*	0	0,0	1	0,1	0	0,0
Dolichoderinae (17,9%)	*Bothriomyrmex atlantis*	0	0,0	16	1,6	0	0,0
	Tapinoma magnum	6	2,4	110	10,8	39	16,7
	Tapinoma minor	0	0,0	4	0,4	0	0,0
	Tapinoma simrothi	32	12,6	42	4,1	22	9,4
Formicinae (18,2%)	*Camponotus barbaricus xanthomelas*	5	2,0	1	0,1	1	0,4
	Camponotus ruber	0	0,0	0	0,0	1	0,4
	Camponotus thoracicus	8	3,1	55	5,4	0	0,0
	Cataglyphis viaticus	1	0,4	41	4,0	7	3,0
	Lasius barbarus	0	0,0	1	0,1	0	0,0
	Lasius brunneus	0	0,0	2	0,2	0	0,0
	Plagiolepis maura	0	0,0	85	8,3	18	7,7
	Plagiolepis barbara	1	0,4	25	2,4	23	9,8
Myrmicinae (63,8%)	*Aphaenogaster depilis*	0	0,0	30	2,9	21	9,0
	Aphaenogaster sardoa ujhelyii	18	7,1	76	7,4	0	0,0
	Aphaenogaster testaceopilosa	60	23,6	84	8,2	39	16,7
	Aphaenogaster testaceopilosa cabylica	0	0,0	3	0,3	0	0,0
	Crematogaster auberti levithorax	1	0,4	43	4,2	8	3,4
	Crematogaster scutellaris algirica	2	0,8	140	13,7	7	3,0
	Messor barbarus	6	2,4	70	6,8	15	6,4

	Messor capitatus	6	2,4	3	0,3	1	0,4
	Messor lobicornis	0	0,0	4	0,4	0	0,0
	Messor picturatus	0	0,0	31	3,0	0	0,0
	Messor striativentris	0	0,0	2	0,2	0	0,0
	Monomorium salomonis	102	40,2	87	8,5	20	8,5
	Pheidole pallidula	0	0,0	10	1,0	3	1,3
	Strongylognatus afer	0	0,0	3	0,3	0	0,0
	Temnothorax algiricus	0	0,0	1	0,1	0	0,0
	Tetramorium atlante	4	1,6	25	2,4	9	3,8
	Tetramorium biskrense	2	0,8	27	2,6	0	0,0
Effectif et richesse	**Total = 1510 individus**	**254**	100	**1022**	100	**234**	100
	Richesse = 30 espèces	**15**		**29**		**16**	

L'analyse du tableau 22 montre que les trois méthodes d'échantillonnage utilisées dans le verger 3 de Sidi Ali Moussa ont permis la récolte de 30 espèces dont 15 sont collectées par les pots Barber, 29 par la capture manuelle et 16 espèces par les pièges appâts. Cette richesse est répartie sur 4 sous familles (Dorylinae, Dolichoderinae, Formicinae et Myrmicinae) et 15 genres. La sous famille des Myrmicinae domine en effectif et en nombre d'espèces. Elle représente 63,8% de l'ensemble de fourmis récoltées, suivie par les sous familles des Formicinae et des Dolichoderinae avec des valeurs très proches (18,2% et 17,9% respectivement). Les Dorylinae (0,1%) sont représentés par une seule espèce *Dorylus fulvus*. *Monomorium salomonis* (13,8%), *Aphaenogaster testaceopilosa* (12,1%), *Tapinoma magnum* (10,3%) et *Crematogaster scutellaris algirica* (9,9%) dominent dans cette oliveraie (toutes les méthodes d'échantillonnage confondues).

La méthode des captures manuelles a contribué avec 14 espèces de plus par rapport aux pots Barber. Les pièges appâts, quant à eux, ont permis la capture de *Camponotus ruber*, espèce prise seulement par cette méthode.

Tableau 23 -Abondance relative des fourmis capturées dans l'oliveraie 4 de Tamḍiqt.

	Méthodes d'échantillonnage	**PB**		**CM**		**PA**	
Sous-Familles	**Espèces**	**ni**	**AR%**	**ni**	**AR%**	**ni**	**AR%**
Dolichoderinae	*Tapinoma magnum*	10	3,4	6	3,8	0	0,0
(5,0%)	*Tapinoma simrothi*	6	2,0	11	7,1	0	0,0
Formicinae	*Camponotus thoracicus*	4	1,4	0	0,0	0	0,0
(18,2%)	*Camponotus ruber*	1	0,3	1	0,6	0	0,0
	Cataglyphis viaticus	37	12,6	4	2,6	0	0,0
	Lepisiota frauenfeldi atlantis	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Plagiolepis barbara	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Plagiolepis maura	9	3,1	61	39,1	0	0,0
Myrmicinae	*Aphaenogaster depilis*	71	24,1	0	0,0	0	0,0
(76,8%)	*Aphaenogaster sardoa ujhelyii*	1	0,3	0	0,0	0	0,0
	Aphaenogaster testaceopilosa	13	4,4	2	1,3	0	0,0
	Crematogaster auberti levithorax	1	0,3	0	0,0	37	18,0
	Crematogaster laestrygon normandi	21	7,1	2	1,3	158	76,7
	Crematogaster scutellaris algirica	12	4,1	23	14,7	0	0,0
	Crematogaster scutellaris alii	1	0,3	0	0,0	0	0,0
	Messor barbarus	76	25,9	23	14,7	11	5,3
	Messor capitatus	5	1,7	0	0,0	0	0,0
	Messor picturatus	12	4,1	0	0,0	0	0,0
	Messor striativentris	1	0,3	0	0,0	0	0,0
	Messor striatulus	1	0,3	0	0,0	0	0,0
	Monomorium andrei	2	0,7	0	0,0	0	0,0

	Monomorium salomonis	4	1,4	21	13,5	0	0,0
	Pheidole pallidula	5	1,7	0	0,0	0	0,0
	Temnothorax annibalis	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Effectif et	**Total = 656**	**294**	100	**156**	100	**206**	100
richesse	**Richesse = 24 espèces**	**22**		**12**		**3**	

Un effectif de 656 fourmis a été collecté dans le verger 4 de Tamḍiqt (M'kira). Ce nombre d'individus a permis l'identification d'une richesse égale à 24 espèces de Formicidae appartenant à 11 genres et 3 sous familles. La sous famille des Myrmicinae est la plus abondante (AR = 76,8%) et la plus riche (S=16), suivie par celle des Formicinae (AR= 18,2% ; S = 6) et enfin celle des Dolichoderinae avec une abondance de 5% et une richesse de 2 espèces.

Des trois méthodes utilisées, les pots Barber sont les plus efficaces. Ils ont permis la collecte de 22 espèces dont *Messor barbarus* et *Aphaenogaster depilis* sont les plus abondantes (25,9% et 24,1%% respectivement) suivies par *Cataglyphis viaticus* (12,6%). Une richesse de 12 espèces est enregistrée avec les captures manuelles. La dominance est notée pour *Plagiolepis maura* (39,1%), *Messor barbarus* et *Crematogaster scutellaris algirica* (14,7% pour chacune). Les pièges appâts n'ont pris que 3 espèces à savoir *Crematogaster laestrygon normandi* (76,7%), *Crematogaster auberti levithorax* (18,0%) et *Messor barbarus* (5,3%).

Les collectes manuelles ont ajouté deux espèces de plus (*Lepisiota frauenfeldi atlantis* et *Plagiolepis barbara*) par rapport aux pots Barber.

3.1.2 Traitement des données par les indices de structure

Ces indices sont calculés pour les fourmis échantillonnées dans chaque oliveraie. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 24.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') varient entre 2.77 et 3.08 bits (tab.24). L'oliveraie 1 représente la diversité la plus élevée (H'= 3.08 bits) suivie par l'oliveraie 2 avec H'= 2.99 bits. L'oliveraie 3 se place en troisième rang (H'= 2.93 bits). La plus faible valeur de diversité est enregistrée pour l'oliveraie 4 (H'= 2.77 bits).

En ce qui concerne les valeurs de la diversité maximale, elles fluctuent de 3.18 à 3.40 bits. Les oliveraies 2 et 3 recèlent la diversité la plus élevée (H'max= 3.40 bits) parce

qu'elles renferment la même richesse spécifique (S= 30 espèces). Pour les valeurs de l'indice de diversité de Simpson calculé pour les oliveraies elles varient de 0.88 (Tamḍiqt) à 0.92 (oliveraie 1 et 2) (tab.24). Quant à l'équitabilité de Pielou, dans la présente étude, ses valeurs varient de 0.86 à 0.91.

Tableau 24 -Indices de diversité calculés pour les espèces de fourmis inventoriées dans les oliveraies de la Grande Kabylie.

Stations	H'(bits)	H'max	Equitabilité (E)	Simpson (1-D)
Igraouéne (Oliveraie 1)	3.08	3.37	0.91	0.92
Souk El Tenine (Oliveraie 2)	2.93	3.40	0.86	0.9
Sidi Ali Moussa (Oliveraie 3)	2.99	3.40	0.88	0.92
Tamḍiqt (Oliveraie 4)	2.77	3.18	0.87	0.88

3.3. Exploitations des résultats par les analyses statistiques

3.3.1. Comparaison des méthodes d'échantillonnage

L'efficacité de chaque méthode d'échantillonnage utilisée dans chaque oliveraie a été déterminée par l'analyse de la variance à un seul facteur. Les résultats obtenus sont mentionnés dans l'Annexe 3.

Selon les résultats exposés dans le tableau (Annexe 3), le test ANOVA à un seul facteur a révélé une différence hautement significative entre les trois méthodes utilisées pour les Oliveraies 1 et 4 ($F=30.25$, $P=1.27E^{-10}$ et $F=10.94$, $P=7.48E^{-05}$) respectivement. Alors que les Oliveraies 2 ($F=1.859$, $P= 0.162$) et Oliveraie 3 ($F=0.1861$, $P=0.8305$) ont enregistrées des différences non significatives entre les trois méthodes employées.

Le test de Tukey's nous montre que la différence est hautement significative entre les pots Barber et les pièges appâts ainsi qu'entre les pots Barber et la capture manuelle ($p=0.0001074$) pour l'oliveraie 1. Il en est de même pour l'oliveraie 4 pour laquelle la différence est hautement significative entre les pots Barber et la capture manuelle

(p=0.0009181) ainsi qu'entre les pots Barber et les pièges appâts (p=0.0002964). Par contre, pour les deux oliveraies 2 et 3, nous n'avons pas de différence significative entre les méthodes de chasse des fourmis (Annexe 4).

3.3.2. Estimation de la richesse

L'évaluation de l'effort d'échantillonnage est obtenue par le calcul des estimateurs non paramétriques de diversité (Sobs, Chao 1, Jacknife 1 et ICE) en utilisant le logiciel EstimateS Version 9.1.0 (Colwell, 2013) (Tableau 25). Ces estimateurs permettent de calculer le nombre d'espèces cumulées observées et attendues dans le site d'étude. Les courbes des richesses estimées sont accompagnées par celles des espèces singletons (vues une seule fois) et/ou des espèces doubletons (vues deux fois).

Tableau 25 -Estimation de la richesse totale des fourmis des différentes oliveraies.

Paramètres / Oliveraies	S obs	ICE	Chao 1	Jack 1	Singletons	Doubletons
O.1 (Igraouéne)	29	35.84	37.93	37.76	9	3
O.2 (Souk El Tenine)	30	35,44	32,99	35,9	6	6
O.3 (Sidi Ali Moussa)	30	36,48	50,15	38,84	9	2
O.4 (Tamḍiqt)	24	28.76	28.16	30.83	7	4

Le tableau 25 montre que dans l'oliveraie d'Igraouéne, les estimateurs ICE, Chao 1 et Jack1 prévoient une richesse spécifique élevée (qui varie entre 35,84 et 37,93) par rapport à la richesse observée (Sobs = 29). Cela signifie, au regard des 29 espèces rencontrées, qu'il resterait en moyenne 8 espèces de fourmis à découvrir dans le site. Par contre, les estimateurs calculés pour l'oliveraie de Souk El Tenine, ont des valeurs variant entre 32,99 et 35,9, cela est proche de la richesse observée soit 30 espèces. Cependant, l'oliveraie de Sidi Ali Moussa montre une richesse observée très faible par rapport à celle estimée par le Jackknife1 qui est de 50,15. Ceci signifie que, selon cet estimateur, il reste 20 espèces à découvrir dans cette oliveraie. Par contre, selon les deux autres estimateurs (Chao1=36,48 et ICE=38,84), il reste 6 et 9 espèces de plus. Enfin, dans l'oliveraie de Tamḍiqt, nous avons une richesse observée de 24 espèces alors que celles estimées par les estimateurs ICE, Chao 1 et Jack1 varient entre 28,16 et 30,83 ; elle est proche de celle observée.

La valeur des espèces vues une seule fois (Singletons), varie de 6 à 9 et celle des espèces vues deux fois (Doubletons) de 2 à 6.

Pour chaque oliveraie des courbes des estimateurs de la richesse ont été réalisées (figures, 19, 20, 21 et 22).

- **Oliveraie d'Igraouéne**

Une insuffisance dans l'effort d'échantillonnage est observée dans l'oliveraie 1 et confirmée par la croissance de la courbe d'accumulation des espèces (Sobs) et sa divergence avec celles des estimateurs choisis (Fig. 19). La qualité d'échantillonnage peut être qualifiée de mauvaise, vu que la courbe des singletons continue de croître alors que la courbe des doubletons décroit.

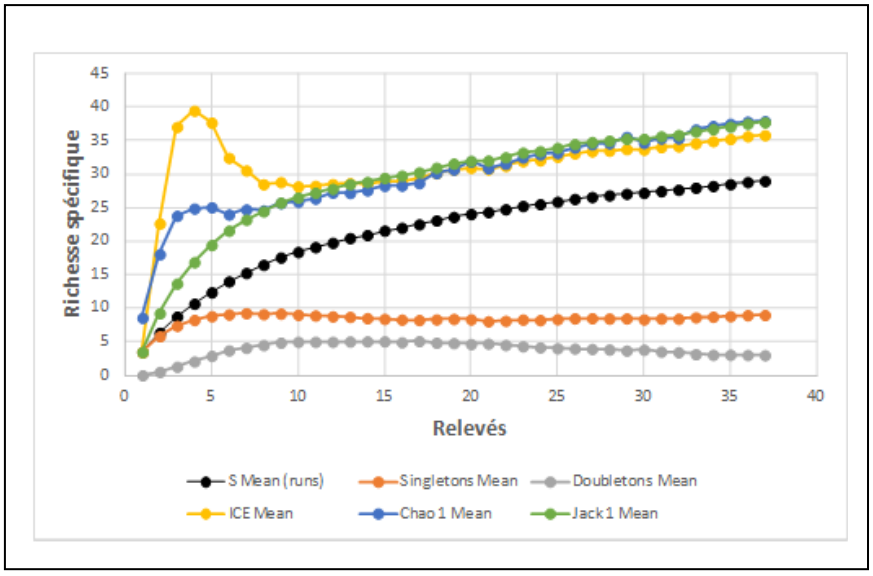


Figure 19. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes les méthodes d'échantillonnage confondues (oliveraie 1).

- **Oliveraie de Souk El Tenine**

L'effort d'échantillonnage été insuffisant dans l'oliveraie de Souk El Tenine mais la courbe des espèces (S obs) paraît se stabiliser au bout de 61 relevés (Fig. 20). Elle converge avec le Chao 1 (32.99). Les courbes des singletons diminue à partir du relevé 40 alors que celles des doubletons continue d'augmentée (Fig.20).

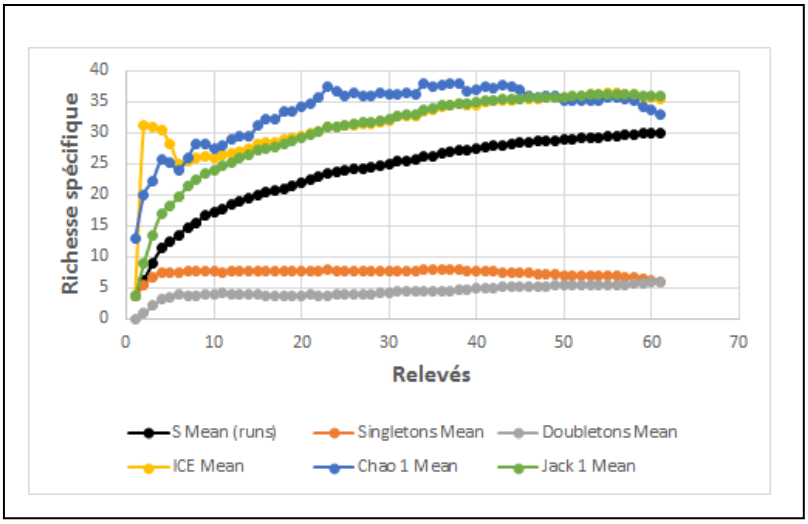


Figure 20. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes les méthodes d'échantillonnage confondues (oliveraie 2).

- **Oliveraie de Sidi Ali Moussa**

L'effort d'échantillonnage effectué dans l'Oliveraie 3 semble être insuffisant. Cela est confirmé par la surestimation des estimateurs surtout le Chao1 dont la courbe diverge avec celle des espèces (Sobs) (Fig. 21). La courbe des uniques se stabilise à partir du 30ème relevé alors que celles des duplicats tend vers zéro. Ce qui traduit une qualité d'échantillonnage satisfaisante (Fig. 21).

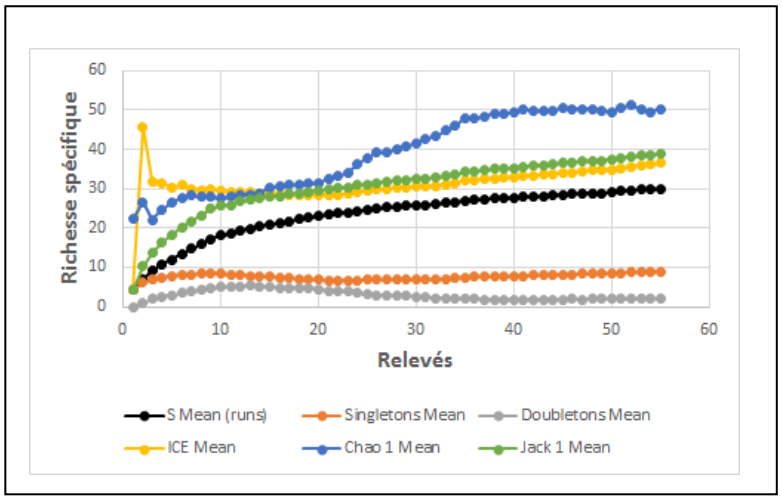


Figure 21. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes les méthodes d'échantillonnage confondues (oliveraie 3).

- **Oliveraie de Tamḍiqt**

L'effort d'échantillonnage semble avoir été insuffisant. La courbe des espèces (S obs) n'a pas atteint l'asymptote au bout de 41 relevés (Fig. 22). Elle diverge avec les courbes des estimateurs de la richesse (ICE, Chao 1 et Jack1). La richesse observée obtenu par les différentes méthodes d'échantillonnage est de (S obs = 24 espèces). Il est possible de dire que la qualité d'échantillonnage dans ce site est mauvaise car la courbe des singletons se stabilise à partir du relevé 35 alors que celle des doubletons décroît à partir du même relevé (Fig.22).

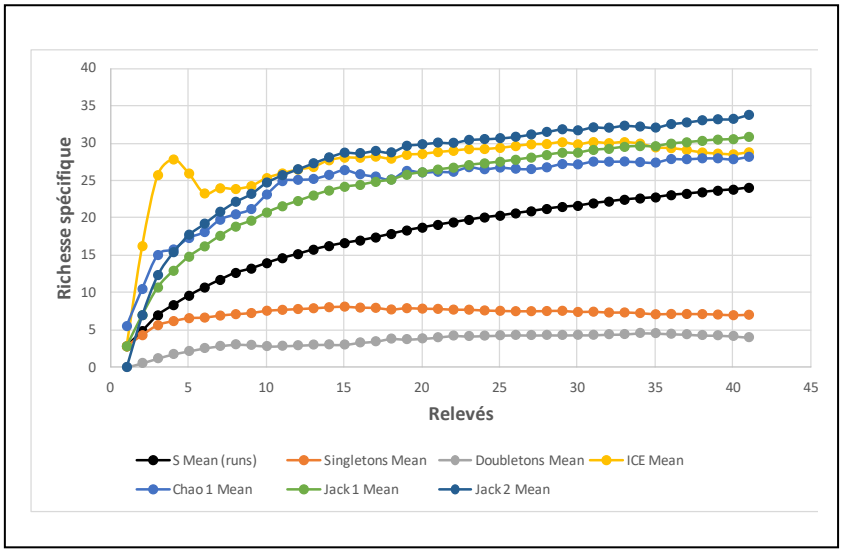


Figure 22. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes les méthodes d'échantillonnage confondues (oliveraie 4).

3.3.3. Indice de similarité de BRAY-CURTIS calculé pour les espèces de fourmis

La similarité des peuplements de fourmis des oliveraies de la Grande Kabylie a été vérifiée avec l'analyse de similarité ANOSIM. Les données utilisées sont celles obtenus par les trois méthodes d'échantillonnage : pots Barber, collectes manuelles et pièges appâts.

Les différences entre les myrmécofaunes des oliveraies sont confirmés par l'analyse ANOSIM (R= 0,267, P < 0,0107*) (Annexe 1). Ainsi, les groupements ressortis de cette analyse sont similaires à 27 %. Les sites qui se trouvent dans le même groupement sont des sites avec une similitude en composition de la faune myrmécologique (Fig. 23).

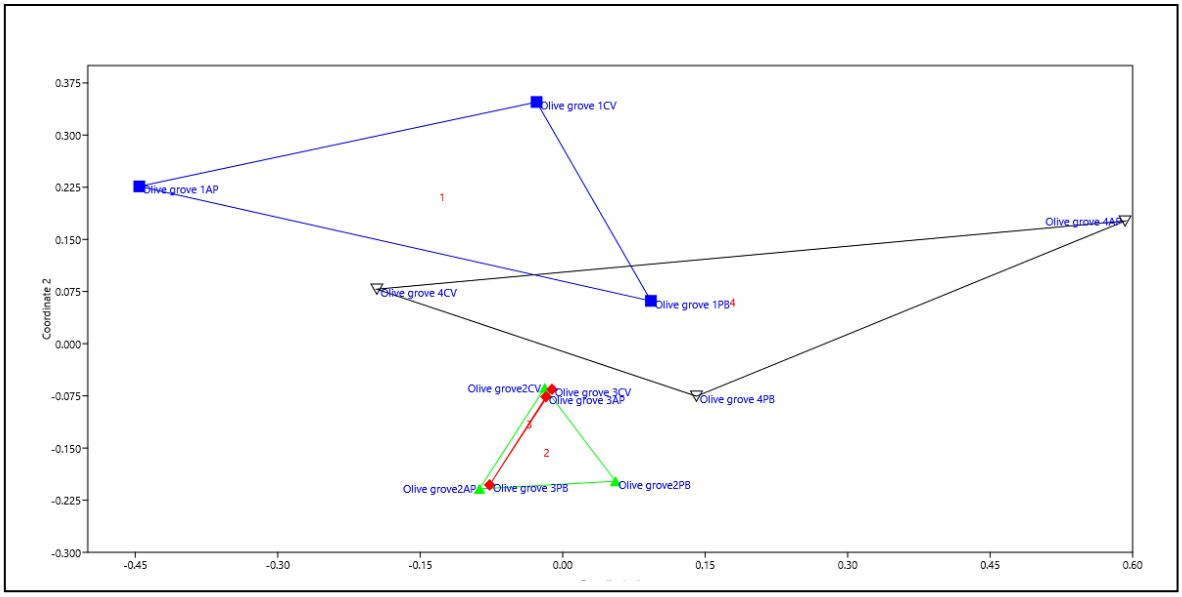


Figure 23. nMDStest réalisé pour les oliveraies de la Grande Kabylie (toutes méthodes – Données occurrences).

La projection de la matrice d'ordination (nMDS) a été réalisée en 2D. Les points dans la projection correspondent aux méthodes d'échantillonnage. L'axe X peut s'assimiler à un gradient d'altitude et l'axe Y aux variantes climatiques. Il est a visualisé que l'oliveraie 2 et 3 ne montre pas de dissimilitude. Elles se joignent parfaitement dans le même groupement. Alors que l'oliveraie 1 est loin des autres oliveraies, mais elle se croise avec l'oliveraie 4 dans un point (pots Barber).

L'analyse SIMPER montre une dissimilarité moyenne de 72,88% entre les oliveraies. Les espèces responsables de la discrimination entre les oliveraies sont identifiées à l'aide des résultats de l'analyse SIMPER (Annexe 2) et elles sont d'ordre décroissant.

3.4. Discussion des résultats

3.4.1. Inventaire des Formicidae dans les oliveraies de la Grande Kabylie

Quatre sous famille de fourmis sont recensées dans les vergers étudiés à savoir : les Dorylinae, les Dolichoderinae, les Formicinae et les Myrmicinae. Ces dernières regroupent un total de 53 espèces et 17 genres. Ces quatre sous-familles se présentent avec des proportions différentes. Néanmoins, la sous-famille des Myrmicinae est la plus importante dans les relevés de chaque station à part. Elle représente 61,66% des effectifs capturés dans toutes les oliveraies. Les Formicinae et les Dolichoderinae sont proches en termes de prépondérance avec respectivement 18,74% et 19,58%. Les Dorylinae (0,02%) sont très peux présentes dans

les relevés. Il faut noter également que l'oliveraie de Souk El Tenine est le seul verger qui présente une abondance relative de la sous-famille des Dolichoderinae (30,4%) dépassant largement celle des Formicinae (15,7%). Cela revient au faite que le site est très urbanisé.

La sous-famille des Myrmicinae représente une richesse élevée renfermant 33 espèces et 9 genres suivie des Formicinae (15 espèces et 5 genres), Dolichoderinae (4 espèces et 2 genres) et enfin, les Dorylinae (1 espèce et 1 genres).

Ces résultats seront intéressants si on les compare avec ceux de OUDJIANE (2004), qui a travaillé sur la biosystématique des fourmis selon l'altitude dans la région de Tigzirt (wilaya de Tizi-Ouzou). L'auteur a recensé 20 espèces dans la station de Tassalast à 3 m d'altitude, 12 espèces dans la station de Boukellal à 559 m d'altitude et 16 espèces à 885m à Fréha. Par ailleurs, et dans la même wilaya, DJIOUA (2011), a mené son étude dans deux stations agricoles à Oued Aissi et a pu récolter 10 espèces de fourmis appartenant à 8 genres.

De même pour DEHINA (2009), qui a enregistré une richesse totale de 11 espèces dans deux stations de l'Algérois. Ainsi, dans la station agricole de Ain-Taya la richesse est répartie sur 10 genres et 4 sous familles, dont 5 espèces de Myrmicinae, 4 espèces de Formicinae, une seule espèce de Dolichoderinae et une seule de Ponerinae. Par contre, au niveau du parc national agronomique d'El Harrach, la richesse est de 11 espèces (5 Myrmicinae, 5 Formicinae et une espèce de Dolichoderinae). Cependant, dans ce même milieu, SOUTTOU (2002), a recensé une richesse de 9 espèces, avec 6 Myrmicinae, 2 Formicinae et une espèce de Dolichoderinae.

Dans une étude plus large sur les fourmis dans différentes localités au Nord de l'Algérie et dans la steppe, BARECH (2014) a recensé dans deux de ses localités qui sont agricoles (Ecole nationale supérieure agronomique (Alger) et verger d'abricotiers de Nouara à M'sila) une richesse de 15 et 19 espèces respectivement. A l'ENSA d'El Harrach, les 15 espèces recensées sont réparties en 12 genres et 3 sous famille (Myrmicinae, Formicinae et Dolichoderinae). Par contre, dans le verger d'abricotier à M'sila, la richesse en espèce (S=19) est répartie en 11 genres et 3 sous familles (Myrmicinae, Formicinae et Dolichoderinae). L'espèce la plus intéressante dans les relevés effectués par DEHINA (2009) et DJIOUA (2011) est *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), espèce exotique absente dans nos relevés.

LABBACI et *al*. (2015), ont également, noté une richesse de 13 espèces appartenant à 9 genres dans deux vergers (poirier et olivier) à Bouira. Il s'agit de 6 espèces de Myrmicinae, 6 espèces de Formicinae et une espèce de Dolichoderinae.

Après comparaison avec ces études antérieures effectuées sur les Formicidae dans les milieux agricoles, nous pouvons considérer que la richesse de 53 espèces obtenue dans le présent travail au niveau des agro-écosystèmes d'olivier à Tizi-Ouzou est importante.

3.4.2. Efficacité des méthodes d'échantillonnage

Les fourmis forment une famille d'insectes très diversifiée, très abondante en terme d'individus et colonisent presque la majorité des écosystèmes terrestres (PASSERA et ARON, 2005). Malgré leur abondance et la facilité de leur collecte dans la plupart des écosystèmes, plusieurs caractéristiques liées à la biologie des fourmis et à la structure de l'habitat (densité de la végétation) jouent un rôle d'inhibiteur contre l'échantillonnage de ce taxon (GROC, 2006).

Plusieurs méthodes peuvent être employées pour la collecte des fourmis notamment les pots Barber, l'extracteur de Winkler, les pièges appâts, le battage, le fauchage de la végétation et la collecte manuelle (DELABIE et *al*., 1994 ; MAJER, 1997 ; WANG et *al*., 2001 ; GROC, 2006 ; BARECH, 2014 ; RAMAGE et RAVARY, 2015). Selon GROC (2006), chaque méthode d'échantillonnage a ses particularités, ses avantages et ses inconvénients et diffèrent l'une de l'autre par rapport au coûts de réalisation ainsi que l'efficacité de capture (GOTTELLI et *al*., 2011, BARECH, 2014). A fin, d'échantillonner le maximum d'espèces, nous avons combiné trois méthodes les plus pratiques et les moins coûteuses à savoir les pots Barber, la collecte manuelle et les pièges appâts.

L'efficacité de la méthode des pots Barber est notée dans les oliveraies 1 et 4 (avec des taux de capture estimés à 93,1% et 91,6 % respectivement). Les deux vergers présentent une clairière, ce qui fait que ces deux systèmes sont semi-ouverts. Les pots Barber sont plus productifs dans les habitats ouverts et semi-ouverts (GREENSLADE, 1964 ; MAJER, 1997 ; GROC, 2006 ; BARECH, 2014). Ils peuvent également échantillonner plusieurs sites simultanément (GREENSLADE, 1973 ; BESTELMEYER et *al*., 2000).

Par ailleurs, l'efficacité de la méthode des captures manuelles dans les oliveraies 2 et 3 est due à la structure de l'habitat qui est considéré comme fermé à cause de la présence d'arbres à feuillus tels que *Quercus ilex*, *Morus alba*, *Alnus glutinosa*, *Ficus carica* et *Fraxinus angustifolia* dans les deux vergers. Ces essences rendent le sol plus riche en litière comme celui trouvé dans les forêts. En effet, ces résultats corroborent ceux de ROMERO et JAFFE (1989), AGOSTI et ALONSO (2000), LOPES et VASCONCELOS (2008), BARECH (2014), BARECH et *al*. (2016) qui considèrent que la collecte manuelle peut être la méthode la plus efficace pour la prise des fourmis cryptiques dans les milieux forestiers fermés et denses.

DELABIE et *al*., (1994) a défini d'autres paramètres supplémentaire tels que la durée de la collecte ou le nombre de réplicas à prendre en compte pour avoir le maximum de richesse en fourmis. Les pots Barber posés pendant 7 jours ont permis la capture de 48% d'espèces (40 espèces) de plus que ceux posés pendant seulement 24 heures (27 espèces) (RAMAGE et RAVARY, 2015). Cependant, GROC (2006), confirme que chaque méthode d'échantillonnage peut être efficace sur une espèce plutôt que sur une autre (relation entre la taille des individus récoltés et le nombre d'espèces obtenues pour chaque méthode). Le même auteur ajoute que les extracteurs de litière, comme la méthode Winkler, ont plutôt tendance à récolter des espèces vivant dans la litière et le sol, souvent de petites tailles, cryptiques et peu mobiles, inversement aux pots Barber qui permettent la capture des espèces de grandes tailles qui prospectent les milieux (MARSH, 1984 ; OLSON, 1991). Cela a été confirmé auparavant par DELABIE et *al*. (1994) ainsi que AGOSTI et ALONSO (2000), qui révèlent que l'extracteur Winkler est la méthode la plus efficace pour les fourmis de la litière. Malheureusement nous n'avons pas pu l'appliqué à cause du manque de matériels.

La méthode la moins efficace dans notre travail est celle des pièges appâts qui ont contribué par deux espèces de plus à savoir *Tapinoma minor* dans l'oliveraie de Souk El Tenine et *Camponotus ruber* dans l'oliveraie de Sidi Ali Moussa. Les appâts ont un rôle sélectif sur les guildes fourrageuses. Les bienfaits de la méthode sont le reflet du mode de vie des espèces (GROC, 2006). Certaines fourmis ont une préférence pour l'appât protéique tel que *Crematogaster laestrygon normandi* qui domine dans l'oliveraie 4 et d'autres préfèrent les appâts sucrés tel que *Tapinoma minor* qui a été prise uniquement par cette méthode dans l'oliveraie 2.

Les espèces collectées par les pièges appâts reflètent également un aspect compétitif pour le type d'aliment offert. En effet, BERMAN et *al*. (2013b) ont utilisés uniquement des appâts pour étudier l'impact des fourmis allochtones sur les communautés de fourmis indigènes en Nouvelle-Calédonie. Selon RAMAGE et RAVARY (2015), la combinaison de plusieurs appâts dans un même piège permettra de capturer des espèces à régime alimentaire très varié, tel que les *Aphaenogaster*. Les résultats obtenus par les pièges alimentaires dans le présent travail sont peu représentatifs de la diversité réelle des sites prospectés, mais peuvent être utiles pour l'évaluation des groupes fonctionnels de fourmis (ANDERSEN, 1997).

A la lumière de ces résultats, la combinaison de ces trois méthodes d'échantillonnage a permis la capture de plus d'espèces par rapport à l'utilisation d'une seule méthode. Plusieurs auteurs notamment recommandent la combinaison de plusieurs méthodes afin de dresser un inventaire plus représentatifs de la faune myrmécologique d'un site donné (ANDERSEN et

MAJER, 1991; BURBRIDGE et *al*., 1992 ; FOWLER, 1995 ; FISHER, 1996,1998,1999a,b ; ANDERSEN, 1997b ; KING et *al*., 1998 ; AGOSTI et ALONSO, 2000 ; ARMBRECHT et ULLOA-CHACON, 2003 ; GRAHAM et *al*., 2004 ; MAJER et *al*., 1984, 2013 ; WANG et *al*., 2001).

3.4.3. Diversité du peuplement

La diversité observée dans le site d'étude est moyennement élevée. Elle correspond à un peuplement composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité. Des résultats semblables ont été notés par HENINE-MAOUCHE et *al.* (2020) dans les trois stations forestières du Parc National de Taza (Algérie) notamment celle du chêne liège *Quercus suber*, du chêne algérien *Q. canariensis* et du chêne afares *Q. afares*. Ces auteurs enregistrent des valeurs pour l'indice de diversité de Shannon variant de 2.19 à 2.86 bits. Ils signalent une distribution équilibrée pour les espèces trouvées dans les deux premières stations (E = 0.64).

Ces résultats corroborent ceux obtenus par BARECH (2014), qui a enregistré la valeur la plus élevée dans un verger agricole Nouara (H'=2,27bits), alors que dans la forêt artificielle d'El Haourane l'indice de shannon est de 1.96 bits. Ce qui traduit, que la diversité en fourmis est plus élevée dans les milieux ouverts et semi-ouverts que dans les milieux à densité végétales plus intense (BARECH, 2014).

Il est de même pour les valeurs de l'indice de diversité de Simpson qui varient de 0.88 à 0.92 (tab.25). Ces valeurs tendent toutes vers 1 et traduisent une diversité maximale dans les vergers étudiés.

Ces résultats ne concordent pas ceux de BARECH (2014), QUI a enregistré des valeurs d'équitabilité variant de 0,51(année 2009) à 0,52 (année 2010) dans un verger d'abricotiers à Nouara et 0,51(année 2010) à l'Ecole supérieure agronomique d'El Harrach. Ce qui traduit un déséquilibre entre les effectifs des espèces échantillonnées.

3.4.4. Comparaison des quatre milieux échantillonnés

La comparaison de la myrmécofaune des 4 oliveraies échantillonnées nous a permis de déterminer 4 principaux facteurs qui affectent la distribution et la composition en espèces dans ces habitats notamment le climat, le couvert végétal, l'altitude et l'action anthropique.

Selon Cagniant (1973), les grandes lignes de distribution des espèces sont fixées en premier lieux par des contingences macro-climatiques. En Grande Kabylie, on parle de climat méditerranéen à variantes chaud et sec en été et froid et doux en hiver. Les températures et les précipitations sont les caractéristiques essentielles servant à différencier les climats (BOUDY, 1952). Ces même paramètres servent à déterminer les structures de végétation (QUEZEL,

1976) et/ou et des communautés d'êtres vivants, en général, dans la biosphère (RAMADE, 1994).

Bien que beaucoup d'espèces soient échantillonnées dans les quatre oliveraies, certaines n'ont été prises que dans une localité uniquement et pas dans les autres. En effet, sur 53 espèces échantillonnées, 12 sont communes dans toutes les oliveraies à savoir *Tapinoma magnum, Cataglyphis viaticus, Plagiolepis barbara, Plagiolepis maura, Aphaenogaster depilis, Aphaenogaster sardoa ujhelyii, Aphaenogaster testaceopilosa s.str., Crematogaster scutellaris algirica, Messor barbarus, Messor capitatus, Monomorium salomonis* et *Pheidole pallidula.* La majorité de ces espèces sont qualifiées selon CAGNIANT (1973) d'anthropiques, des milieux découverts et de meso-forestières. Elles s'installent dès qu'il y'a des actions reliés à l'homme (milieux agricoles, déboisement et pâturage). Elles sont également des espèces à caractère très élastique.

Tapinoma magnum est une espèce du bassin méditerranéen et d'Asie centrale, elle est observée dans toute l'Algérie non désertique mais surtout en montagne (CAGNIANT, 1973). Elle s'adapte très bien aux étages frais et froids (CAGNIANT, 1973 ; LENOIR, 2019).

Cataglyphis viaticus est une espèce des milieux ouverts thermophile, nécessite un territoire vaste pour la chasse (CAGNIANT, 1973). C'est une espèce utile car selon CAGNIANT (1973) et HOLLDOBLER & WILSON (1996), elle se nourrit d'insectes et d'autres arthropodes morts.

Plagiolepis barbara est une espèce indicatrice de dégradation des milieux, très ubiquiste (CAGNIANT, 1968). Elle est également banale et rencontrée dans toutes les stations d'étude de ce relevé comme dans les relevés de CAGNIANT dans les années 60. Selon cet auteur, le déboisement et le pâturage éclaircissant la végétation lui permettent de s'installer rapidement.

Plagiolepis maura espèce meso-forestière, moins fréquente que *P. barbara* et plus xérophile (CAGNIANT, 1973).

Aphaenogaster depilis est une meso-forestière montagnarde qui fréquente les clairières, les pelouses et les pâturages en Grande Kabylie (CAGNIANT, 1973). Les forêts qui lui sont les plus favorables sont les forêts de Cèdre au Babor et aux Aurès, ainsi que les plaines humides (CAGNIANT, 1973).

Aphaenogaster testaceopilosa espèce xérothemophile, fréquente les milieux ouverts ensoleillés et les zones urbaines (LEBAS et *al*., 2016). Fourmis largement indifférente au couvert végétal, trouvée dans les biotopes forestiers et sub-forestiers (CAGNIANT, 1973).

Aphaenogaster sardoa espèce de forêts de chênes liège (CAGNIANT, 1968a ; LEBAS et *al*., 2016), se trouve surtout en Numidie et Kabylie. C'est une meso-forestière qui fréquente les clairières de forêts, les maquis, les chemins en sous-bois sans soleil (LEBAS et *al*., 2016).

Crematogaster scutellaris algirica, selon LEBAS et *al*. (2016), fréquente divers types de milieux, pourvu qu'il y ait du bois. Elle est répartie dans toute l'Afrique du Nord, commune en forêt mais aussi sur les arbres cultivés (CAGNIANT, 2006).

Messor barbarus espèces de milieux ouverts très chauds (pistes, chemins, friches etc…) et urbanisés (LEBAS et *al*., 2016), est commune en Algérie sur tout le littoral et dans les plaines intérieures, surtout près des cultures (CAGNIANT, 1973).

Messor capitatus est une espèce des biotopes ouverts en zone forestière (forêts claires, maquis, broussailles, pâturage et chemins) (CAGNIANT, 1973).

Monomorium salomonis se présente comme une fourmi nettement hélio-xérophile, abondante dans tous les biotopes chauds, secs et ensoleillés. Elle est très banale dans les hautes plaines et favorisée en zone forestière par la dégradation du couvert végétal (CAGNIANT, 1973).

Selon Bernard (1956), *Pheidole pallidula* est une espèce banale qui pullule dans toute la région méditerranéenne, sauf dans les forêts très ombragées.

Selon CAGNIANT (1970), *Plagiolepis, Monomorium* et *Tapinoma* sont des genres qui pullulent dans les cultures ou faciès dégradés.

Il faut noter également que onze espèces ne sont signalées que dans l'oliveraie 1 (Igraouéne). Il s'agit de *Camponotus alii* (Eu-forestière), *Camponotus cruentatus* (meso-forestière), *Camponotus micans* (Sub-forestière), *Aphaenogaster crocea* (Eu-forestière), *Aphaenogaster mauritanica* (Meso-forestière), *Aphaenogaster canescens* (Meso-forestière), *Messor grandinidus* (Meso-forestière), *Messor medioruber* (Anthropique), *Messor semoni* Meso-forestière), *Monomorium monomorium* (Anthropique), et *Solenopsis longiceps* dont le statut est encore douteux (CAGNIANT, com.pers.)

En effet, la plupart de ces espèces sont reliées à la végétation forestière. Selon LARIBI (com.per., 2019), la végétation basse échantillonnée dans cette oliveraie (1), est une sous-association au chêne vert rasé avant l'installation du verger d'oliviers. Cela peut se confirmer par le type du sol qui est brun forestier à substrat gréseux (voir chapitre I). *Aphaenogaster crocea* est un bon témoin de la végétation et du sol de cette station, car selon CAGNIANT (1969), c'est une espèce commune dans toutes les forêts de l'Algérois, du Constantinois et des Aurès sous couverts de chêne. Sa présence indique également le climat méditerranéen à étage humide frais (CAGNIANT, 1973). *Messor semoni* est une espèce de montagne atlantique

(Grande Kabylie) et des étages humides ou sub-humides froids (CAGNIANT, 1973). L'altitude est l'un des paramètres qui peut jouer un rôle dans la distribution des fourmis en montagne (BERNADOU, 2006a).

Quatre espèces sont présentes uniquement dans l'oliveraie 2 (Souk El Tenine). Il s'agit de *Camponotus dichrous, Camponotus lateralis purius, Temnothorax recedens* et *Temnothorax spinosus.* Il est a noté que l'herbier de cette oliveraie indique que c'est un site rocheux et humide avec la présence de chêne vert (LARIBI, com.p., 2019). Les ¾ de ces espèces sont Eu-forestières. *Camponotus lateralis purius,* est une fourmi de forêts diverses des étages sub-humides et humides sous Chênes verts et de Cèdre, nidifie sous les pierres (CAGNIANT, 1973). *Temnothorax recedens* est commune en Chênaies vertes (CAGNIANT, 1968). Elle est semi-terricole et les vieux Chênes verts constituent un habitat très favorable. L'étage bioclimatique optimal est surtout sub-humide chaud et doux (CAGNIANT, 1973).

Temnothorax spinosus est présente dans toutes les Chênaies vertes qui ne sont pas complètement dégradées (CAGNIANT, 1970a). Elle caractérise le chêne vert montagnard au Djurdjura et présente une aire de répartition très large qui s'étale de l'étage humide doux jusqu'au semi-aride (CAGNIANT, 1973).

Camponotus dichrous, trouvée sous une grosse pierre bien exposée au soleil à côté d'un nid d'*Aphaenogaster testaceopilosa* dans l'oliveraie de Souk el Tenine. Selon CAGNIANT (1973), les stations de cette espèce sont toujours sur calcaire.

Six taxons sont inféodés à l'oliveraie 3 (Sidi Ali Moussa) ; ce sont *Dorylus fulvus, Bothriomyrmex atlantis, Lasius barbarus, Messor lobicornis, Messor striativentris* et *Strongylognathus afer.* L'action anthropique est selon LARIBI (Com.p., 2019), très accentuée dans cette oliveraie car la végétation identifiée dans ce site témoigne du passage régulier de troupeaux (surpâturage).

Bothriomyrmex atlantis est, selon CAGNIANT (1973), inféodée aux rocailles, pâturages, broussailles et pénètre en zone forestière (Pins et Chênes divers). En ce qui concerne *Dorylus fulvus,* sa vie endogée la rend indifférente au couvert végétal. On la rencontre dans des biotopes variés (jardins, prairies, forêts claires, etc.) (CAGNIANT, 1973).

Lasius barbarus est une espèce qui dépend de la présence d'arbres, elle est présente même en zone urbaine pourvu qu'il y ait d'arbres (forêts, lisière de forêts, milieux ouverts avec arbres isolés) (LEBAS et *al*., 2016).

Strongylognathus afer, présente en compagnie de *Tetramorium semilaeve atlante,* est une espèce qui s'installe dès qu'il y a dégradation du milieu (CAGNIANT, 1973).

Messor lobicornis, pénètre en forêt de Chênes et sous les Aulnaie (présence d'Aulne dans cette station). Elle pullule dans les pelouses et les pâturages pseudo-alpins (CAGNIANT, 1973).

Messor striativentris, espèce des milieux ouverts xérophile, se développe dans l'étage semi aride. Il est également connu du sub-humide chaud et sec (CAGNIANT, 1973). Les ouvrières moissonnent les graines d'Hélianthèmes, de Romarin et des calices d'Erica.

Enfin, 4 espèces sont trouvées uniquement dans l'oliveraie 4 (Tamḍiqt) à savoir : *Lepisiota frauenfeldi atlantis* (Anthropique), *Messor striatulus* (Milieux ouverts), *Monomorium andrei* (Anthropique) et *Temnothorax annibalis* (Meso-forestière).L'oliveraie 4 est un milieu très ouvert avec la présence d'une culture céréalière. L'agriculteur laboure ce site chaque année, de ce fait, c'est un milieu très perturbé, la végétation herbacée couvre environ 50% uniquement du sol. C'est pour cela qu'on trouve des fourmis des milieux ouverts xérophiles et dégradés tel *Messor striatulus* et *Lepisiota frauenfeldi atlantis*.

3.4.5. Notes taxonomiques

- ***Camponotus lateralis purius* Santschi, 1929 :**

Cette sous-espèce est réhabilitée suivant sa première signalisation en 1929 par SANTSCHI à Alger. Elle se distingue de *C. lateralis* type de Provence par la coloration rouge clair du corps et des appendices et le gastre brun noir. Récemment, Seifert (2019) dans une révision taxonomique des *Camponotus* du groupe *lateralis* d'Europe, d'Asie Mineure et du Caucase considère que la sous espèce *Camponotus lateralis purius* n'est qu'un synonyme de *Camponotus lateralis*. Deux ouvrières (syntypes de l'Algérie-Alger : CASENT09111698, CASENT0911699) seulement qui sont déposées dans le Muséum d'Histoire Naturelle de Bâle – Suisse (NHMB) ont été examinées. Selon Henri CAGNIANT *C. lateralis* est variable au Maghreb, en particulier au Maroc. Comme pour toutes les espèces arboricoles, cet habitat les expose davantage aux variations de l'environnement au cours de leur développement que celles vivant en terre. En conséquence, les facteurs épigénétiques sont plus sensibilisés. Nous retenons la ssp. *purius* comme une entité géographique, désignant les populations du Maghreb. Il en est de même pour les différents trinômes cités ici.

- ***Aphaenogaster sardoa ujhelyii* Szabó, 1910 :**

Selon BOLTON (2020), cette sous-espèce de Tunisie est érigée en bonne espèce par SZABO (1910). Il est vrai qu'il y a de petites différences entre le *sardoa* typique et celui d'Afrique du Nord. Selon SZABO (1910), *A. ujhelyii* se rapproche le plus de *A. sardoa* MAYR, 1853 mais sa taille est plus faible, sa sculpture plus fine, le thorax plus grêle, et la partie antérieure du mésonotum plus élevée que le pronotum ce qui n'est pas le cas chez *A. sardoa*. Pour Henri Cagniant, ces arguments ne sont pas suffisants pour l'ériger en bonne espèce en accord avec SANTSCHI (1933) qui la considère comme variété. De ce fait, nous considérons cette fourmi comme une sous-espèce d'*Aphaenogaster sardoa*.

- ***Solenopsis longiceps* Forel, 1907 :**

Espèce décrite pour la première fois par Forel en 1907 à Kairouan (Tunisie). Selon BOLTON (2021), elle est érigée en espèce par Emery (1909). Une reine (syntypes de: Kairouan-Tunisie CASENT0908865) est déposée dans le Muséum d'Histoire Naturelle de Genève – Suisse (NHMG). Selon SANTSCHI (1934), cette fourmi peut ne pas être que la femelle de *Solenopsis orbula terniensis* Forel. Pour notre part, le seul échantillon que nous avons récolté est également une seule reine dans l'oliveraie 1 d'Igraouéne à 620 m d'altitude dans le sud-est de la wilaya de Tizi-Ouzou (36.555641N, 4.419894E). Le statut de *Solenopsis longiceps* reste douteux car on ne connait que la reine. Il faudrait rechercher les ouvrières avec leur reine afin de décider si *S. longiceps* est peut être une bonne espèce de Tunisie du nord et Kabylie ou une simple sous espèce de *Solenopsis orbula* (CAGNIANT, com.pers.).

- ***Tapinoma minor* Bernard, 1945 :**

Elle est décrite pour la première fois par Bernard en 1945 au Maroc (Mamora : font de Daïa près d'Aïn Assou, à 45 km de la mer sur sol argileux humide et au Sud-Algérien (Tadmait : sud des hauts plateaux de Géryville (El-Bayadh), récolté en juin 1942). Un seul spécimen est déposé dans le Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris-France) (CASENT0913749).

L'auteur note que *T. minor* diffère de *Tapinoma erraticum* par l'echancrure du clepéus triangulaire, la tête longue et la taille plus faible. L'espèce n'a jamais été retrouvée jusqu'à qu'aux mois d'Avril, Mai et Juin 2018 dans le verger d'olivier de Souk El Tenine (36.592480N, 4.009119 E). Cinq ouvrières ont été prises sur un piège alimentaire à base de miel.

CONCLUSION

Cette étude est une contribution pour enrichir les données relatives à la diversité, la distribution et la bioécologie des fourmis dans quelques milieux de la Grande Kabylie (Tizi-Ouzou). L'échantillonnage des Formicidae a été réalisé par le biais de trois méthodes de capture (pots Barber, collecte manuelle et pièges alimentaire) durant la période allant d'Avril à juin 2018. Cinq stations appartenant à différentes altitudes ont été prospectées en l'occurrence la Forêt de Yakouren (720 m), l'oliveraie d'Igraouéne (620 m), l'oliveraie de Souk El Tenine (600 m), l'oliveraie de Sidi Ali Moussa (520 m) et l'oliveraie de Tamḍiqt (220 m). La richesse totale collectée est de 57 espèces de fourmis, regroupées en 17 genres et 4 sous-familles (Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae et Dorylinae). Les Myrmicinae sont les plus répandues dans les relevées (61.40%) suivies par les Formicinae (29.82%), les Dolichoderinae (7.02%) et en dernière position les Dorylinae (1.75%). Les Dolichoderinae sont représentées par quatre espèces qui sont *Bothriomyrmex atlantis*, *Tapinoma magnum*, *Tapinoma minor* et *Tapinoma simrothi*. En ce qui concerne *Tapinoma minor*, nous la décrivons pour la deuxième fois en Algérie. Sa première signalisation était en 1943 par Bernard (1945), dans Géryville, connue actuellement sous le nom d'El Bayadh (commune de la wilaya d'El Bayadh).

Dans la forêt de Yakouren (massif forestier de Béni-Ghobri), l'inventaire nous a permis de recenser 27 espèces de fourmis représentant 14 genres et 3 sous familles. Deux de ces espèces ont bénéficié d'une révision taxonomique récente, il s'agit de *Camponotus lateralis purius* et *Aphaenogaster sardoa ujhelyii*. Dans l'oliveraie d'Igraouéne, nous avons enregistré une richesse totale de 29 espèces réparties en 11 genres et 3 sous familles. La richesse retrouvée dans l'oliveraie de Souk El Tenine est de 30 espèces représentant 12 genres et 3 sous familles. Cependant, la même richesse a été récoltée dans l'oliveraie de Sidi Ali Moussa répartie sur 15 genres et 4 sous familles (Dorylinae, Dolichoderinae, Formicinae et Myrmicinae). La sous famille Dorylinae est représentée par une seule espèce *Dorylus fulvus*. La plus basse richesse est notée dans l'oliveraie de Tamḍiqt, qui est égale à 24 espèces répartie sur 11 genres et 3 sous familles.

La région d'étude appartienne au massif montagneux du Djurdjura qui représente une hétérogénéité paysagère très élevée. Le macroclimat régnant dans la région d'étude est la variante qui influence le plus la distribution des peuplements de fourmis. La composition en espèce de fourmis dans les sites échantillonnés, plus particulièrement des oliveraies, montre clairement qu'il y est une dissimilitude au sein de ces peuplements (72,88%). Cela a été démontré par l'analyse ANOSIM avec la matrice de similarité de BRAY et CURTIS en utilisant les données de présence/absence des espèces trouvées par les trois méthodes de récolte. La projection nMDS en 2D de cette matrice fait ressortir 3 groupes homogènes.

La situation géographique des stations d'étude (altitude, pente, relief, latitude) associée au climat (température et précipitation) a créé des couvertures végétales caractérisant chaque site par un microclimat favorable à l'installation et la diversité des communautés de fourmis. Ainsi, l'espèce la plus abondante dans les relevés effectués dans la forêt de Yakouren est *Camponotus alii* qualifiée d'eu-forestière. *Cataglyphis viaticus* est la plus fréquente dans l'oliveraie d'Igraouéne. Quant à l'oliveraie de Souk El Tenine, elle est dominée par l'espèce urbaine *Tapinoma magnum*, qui est constante et qui partage cette classe avec *Aphaenogaster testaceopilosa s. str*.. L'oliveraie de Sidi Ali Moussa est dominée par le xérophile *Monomorium salomonis*, quant à *Plagiolepis barbara* est la plus présente en termes d'occurrences fréquente dans le relevé. L'anthropique *Crematogaster laestrygon normandi* est très abondante dans le verger de Tamḍiqt, alors que la moissonneuse *Messor barbarus* est la plus fréquente dans les pièges.

Les valeurs de l'indice de structure de Shannon-Weaver, calculé pour les différentes stations échantillonnées, varie de 2,77 bits (oliveraie Tamḍiqt) à 3,08 bits (oliveraie d'Igraouéne). Ces résultats montrent clairement que la diversité augmente avec l'altitude jusqu'à un seuil limite puis redescend. Elle est plus élevée dans les milieux semi-découverts (oliveraies) que dans le milieu ombragé (forêt), à l'exception de l'oliveraie de Tamḍiqt qui bénéficie chaque année d'un l'labour (perturbation des nids de fourmis). Par contre, les espèces inféodées à ces écosystèmes montrent un équilibre de répartition territoriale, car l'indice d'équitabilité de Piélou tend vers 1 et varie de 0,86 à 0,91 selon les stations.

L'effort d'échantillonnage effectué semble être insuffisant dans tous les sites prospectés. La courbe d'accumulation d'espèces Sobs a été comparée à trois estimateurs de la richesse (ICE, Chao1 et Jack1). L'efficacité des trois méthodes d'échantillonnage a été démontrée par l'analyse de la variance ANOVA à un seul facteur. Les résultats obtenus dans cette analyse montre qu'il n'ya pas de différence entre les trois méthodes utilisées dans les deux vergers de Souk El Tenine et Sidi Ali Moussa, alors que dans les trois autres sites à savoir la forêt de Yakouren, les vergers d'Igraouéne et de Tamḍiqt, la différence entre les méthodes de captures est hautement significative. Cette différence a été enregistrée entre les captures manuelles et les pots Barber. La capture manuelle est jugée efficace pour les milieux fermés alors que les pots Barber sont plus efficaces dans les milieux ouverts. Quant au meilleur rendement, il ressort de la combinaison des différentes méthodes.

A travers les résultats obtenus dans cette étude, les espèces de fourmis récoltées reflètent idéalement l'état des sites auxquels elles sont inféodées. Nous dénombrons de ce fait, les indicatrices de milieux forestiers tels les *Temnothorax* et les *Camponotus*, les indicateurs des milieux anthropiques urbanisés et pâturés tels que les *Tapinoma,* les *Bothriomyrmex*, les *Lepisiota*et les *Pheidole,* les indicateurs de milieux cultivés ouverts tel les *Messor*. Nous distinguons également les espèces montagnardes tels *Aphaenogaster canescens, Messor semoni* et *Messor capitatus*, les espèces des milieux chauds et découverts tels *Monomorium salomonis* et *Crematogaster laestrygon normandi*, les espèces indifférentes au couverts végétales tels *Aphaenogaster testaceopilosa* et *Temnothorax annibalis* et les espèces parasites tels *Monomorium andrei* et *Strongylognathus afer*.

Il serait nécessaire, pour une meilleure connaissance de la myrmécofaune locale et régionale, d'élargir la zone d'étude ainsi que le nombre de stations afin de connaitre la répartition des espèces de Formicidae. Il serait intéressant de réaliser des échantillonnages plus réguliers dans d'autres types de milieux, utiliser d'autres méthodes plus adaptées et propres aux peuplements de fourmis tels que le comptage des nids et la méthode Winkle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1- Addar A et Dahmani-Megrerouche M. 2013. Apport de la cartographie des habitats forestiers dans l'évaluation d'indicateurs de biodiversité: cas du massif du Djurdjura. Taghit (Bechar): USTHB-FBS. pp. 286–292.

2- Agence Nationale des Ressources Hydrique (A.N.R.H., Blida) ,2010-2015 : Rapports de données pluviométriques, hydrogéologie, la géomorphologie et la piézométrie du bassin versant de Sébaou, les résultats des analyses physico-chimiques des eaux souterraine et superficielle, 20p.

3- Agosti D. et Alonso L. E., 2000. The ALL Protocol : A standard protocol for the collection of ground dwelling ants. *In* : Agosti D., Majer J., Alonso E., Schultz T. (eds), Ants : Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. *Smithsonian Institution Press, Washington D.C.*, pp. 204-206.

4- Alonso L.E., 2000. Ants as indicators of diversity. *In* : Agosti D., Majer J., Alonso E., Schultz T. (eds), Ants : Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. *Smithsonian Institution Press, Washington D.C.*, pp. 80-88.

5- Ahmim M., 2019. LES MAMMIFERES SAUVAGES D'ALGERIE : Répartition et Biologie de la Conservation. Les Editions du Net, Ville ??? , 295p.

6- Alessandro P., Borroni B., Brambati S.M., Agosti C., Broli M. and Alonso R., Paola Scifo, Giuseppe Bellelli, Antonella Alberici, et Roberto Gasparotti. 2006. Diffusion tensor imaging and voxel based morphometry study in early progressive supranuclear palsy . *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 77 (4): 457-63.

7- Allalou Y., 1986. Contribution à l'étude préliminaire de quelques propriétés des sols forestiers de la Kabylie du Djurdjura. Mem D.E.S: Bio.veg. Inst, Bio. Tizi-Ouzou, 46p.

8- Altieri M., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 19-31.

9- Amara H., 2018. Importance de la myrmécofaune associée à un agroécosystème de grenadier dans le bassin du Hodna. Mémoire Master 2, Protection des végétaux, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila, 92p.

10- Amrouche-Larabi L., Denys C., Boukhemza M., Bensidhoum M., Hamani A., Nicolas V., Larbi K., Mamou R., 2015. Inventaire des petits vertébrés terrestres de quelques localités du Nord Algérien. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat* : n° 8, 85–95.

11- Andersen A.N., Morrison S. & Belbin L., 1996. *The Role of Ants in Minesite Restoration in the Kakadu Region of Australia's Northern Territory, with Particular Reference to Their Use as Bio-indicators*. Final Report to the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist, Australia. 101 pp.

12- Andersen A.N., 1997. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography* 24(4): 433-460.

13- Andersen A.N., 1991. Sampling communities of ground-foraging ants: pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savanna. *Australian Journal of Ecology* 16 (3): 273-79.

14- Andersen A. N. et Majer J. D. 1991. The structure and biogeography of rainforest ant communities in the Kimberely region of north-western Australia. *In* McKenzie, N. L., Johnston, R. B. et Kendrick, P. J. (eds). *Kimberley Rainforests of Australia*. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, Sydney. pp. 333-346.

15- Andersen A.N., Hoffman B.D., Müller W.J. et Griffiths A.D., 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology* 39 (1): 8-17.

16- 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: 291-298.

17- Andersen A.N., Fisher A., Hoffmann B.D., Read J.L., Richards R. 2004. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. *Austral Ecology* 29: 87–92.

18- André E., 1883. Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie. T.2, Ed. Beaune, Edmond André, côte-d'Or, 919 + 48 p.

19- Armbrecht I. & Ulloa-Chacón P. 2003. The Little Fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a Diversity Indicator of Ants in Tropical Dry Forest Fragments of Colombia. *Environmental Entomology*, 32(3): 542-547.

20- Babin-Fenske J. & Anand M. (2010). Soil insect communities and the restoration of an industrially-perturbed landscape: assessing success and surrogacy. Restoration Ecology 18:73-84.

21- Bagnouls F., Gaussen H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*, 88 : p. 193-240.

22- Baloup, S. (2009). Diversité de la myrmécofaune dans une parcelle monospécifique d'hévéas. Master's thesis, Université des Antilles et de la Guyane, Cayenne - Guyane française, 34 p.

23- Barech G., Khaldi M., Doumandji S. et Espadaler X., 2011. One more country in the worldwide spread of the wooly ant: *Tetramoriumlanuginosum*in Algeria (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 14: 97-98.

24- Barech G., 2014. Contribution à la connaissance des fourmis du Nord de l'Algérie et de la steppe. Thèse Doctorat. Ecole Nationale d'Agronomie, El Harrach, Alger, 247p.

25- Barech G., Rebbas K., Khaldi M., Doumandji S. et Espadaler X., 2015. Redécouverte de la Fourmi d'Argentine *Linepithema humile* (Hymenoptera : Formicidae) en Algérie : Un fléau qui peut menacer la biodiversité. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 56: 269-272.

26- 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. *AfricanEntomology* 24(1): 143-152.

27- Barech G., Khaldi M., Espadaler X. et Cagniant H., 2017. Le genre *Monomorium* (Hymenoptera, Formicidae) au Maghreb (Afrique du Nord) : Clé d'identification, avec la redescription de la fourmi *Monomorium major* Bernard, 1953 et nouvelles citations pour l'Algérie. *Boletín de la Sociedad EntomológicaAragonesa (S.E.A.)* 61: 151-157.

28- Barech G., Khaldi M., Boujelal F-Z. et Espadaler X. 2018. Diversité et structure de la myrmécofaune aux abords du barrage El Ksob en Algérie : nouvelle citation pour *Aphaenogaster rupestris* Forel, 1909 (Hymenoptera : Formicidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 62 : 253-258.

29- 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.

30- Basualdo, Carola V., 2017. Choosing the best non-parametric richness estimator for benthic macroinvertebrates databases. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 70 (1-2).

31- Benton T.G., Vickery J.A. et Wilson J.D., 2003. Farmland Biodiversity: Is Habitat Heterogeneity the Key? » *Trends in Ecology & Evolution*, 18 (4): 182-88.

32- Berman M., Andersen A.N., Hély C. et Gaucherel C. 2013b. Overview of the Distribution, Habitat Association and Impact of Exotic Ants on Native Ant Communities in New Caledonia. *PLOS One*, 8(6): e67245.

33- Bernadou A, Latil G, Fourcassié V, Espadaler X., 2006. Etude des communautés de fourmis d'une vallée andorrane. *UIEIS SF*, Colloque Annuel, Avignon, 24 – 27 Avril 2006, communication affichée, 4p.

34- Bernadou A., Fourcassié V. et Espadaler X., 2013. A preliminary checklist of the ants (Hymenoptera, Formicidae) of Andorra. *Zookeys*, 277: 13–23. Erreur incomplète

35- Bernard F., 1944. Notes sur l'écologie des fourmis en forêt de Mamora (Maroc). *Bull. Sic. hist. natu. Afr. Nord*., (35): 125-140.

36- Bernard F., 1953. *Mission scientifique au Tassili des Ajjer*. *I. Recherches zoologiques et médicales*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, ''Institut Rech. Sahar. Univ. Alger'', 302 p.

37- Bernard F., 1955. Fourmis moissonneuses nouvelles ou peu connues des montagnes d'Algérie et révision des *Messor* du groupe *structor* (Latr.). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* 45:354-365.

38- Bernard F., 1956. Remarques sur le peuplement des Baléares en fourmis. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* 47:254-266.

39- Bernard F., 1961. Biotopes habituels des Fourmis sahariennes de plaine d'après l'abondance de leurs nids en 60 stations très diverses. *Bulletin de la Société d'HistoireNaturelle de l'Afrique du Nord* 52: 21-40.

40- Bernard F. 1968. Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen. 3. Les Fourmis (HymenopteraFormicidae) d'Europe Occidentale et Septentrionale. *Masson, Paris, France,* 411p.

41- Bernard F. et Cagniant H., 1963 ("1962"). Capture au Hoggar de trois *Acantholepis* nouveaux pour ce massif avec observations sur leurs modes de vie (Hym. Formicidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France,* 67:161-164.

42- Bestelmeyer B.T., Agosti D., Alonso L.E., Brandão C.R.F., Brown W.L., Delabie J.H.C. and Silvestre R., 2000. Field Techniques for the Study of Ground-Dwelling

Ants: An Overview, Description and Evaluation. *In*: Agosti D., Majer J., Alonso E. and Schultz T. (Eds.). Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. *Smithsonian Institution Press. Washington D.C.*, 122-144.

43- Bigot L. et Bodot P. 1973. Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera*. *Vie et milieu*, fasc. 2, sér. C 23: 229-249.

44- Blondel, J., 1975. L'analyse des peuplements d'oiseaux élément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages selon fréquentiels progressifs (E.F.P). *Rev. Ecol*. (Terre et vie), 29(4) : 533-589p.

45- Bolton B. 2020. An online catalog of the ants of the world. Available from https://antcat.org. (accessed [10/08/2020]).

46- Bonnet, J., et A. Corcelle. 1922. La culture de l'Olivier dans le Midi de la France et dans l'Afrique du Nord. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée* 2 (16): 792-803.

47- Borowiec L., 2014. Catalogue of ants of Europe, the Mediterranean Basin and adjacent regions (Hymenoptera: Formicidae). *Genus* 25 (1/2): 1-340.

48- Boudedja K., Abdelhakim T., 2013. Émergence et résurgence de représentations territoriales face à des mutations socio-économiques dans un territoire rural forestier en Algérie. *Autrepart* (66) : 21-42.

49- Boudy P., 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris, La maison rustique, xi + 505p.

50- Bouillin J-P., Durand-Delga M. et Olivier P., 1986. Betic-Rifian and Tyrrhenian Arcs: Distinctive features, genesis and development stages, in: F.C.Wezel (Ed.), The Origin of Arcs, Dev. *Geotecton-ics*, 21: p. 281–304.

51- Braet Y., 2004. L'entomologie : un outil d'évaluation et de suivi des sites dans la perspective d'une gestion durable de la biodiversité. L'exemple des fourmis des

litières du Parc National de Chaco (Argentine). Certificat en Gestion de l'Environnement. 124p.

52- Bray, J.R., et Curtis J.T., 1957. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin ». *Ecological Monographs* 27 (4): 326-49.

53- Burbridge A.H., Leicester K., Mcdavitt S. and Majer J.D., 1992. Ants as indicators of disturbance at Yanchep National Park, Western Australia. *J. of the Royal Society of Western Australia*, 75: 89-95.

54- Cagniant H., 1962. Étude de quelques fourmis marocaines. Statistique provisoire des Formicidae du Maroc. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* 53: 83-118.

55- Cagniant H., 1968. Liste préliminaire de fourmis forestières d'Algérie, résultats obtenus de 1963 à 1966. *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse* 104 (1-2) : 138-146.

56- Cagniant H., 1970. Deuxième liste de fourmis d'Algérie, récoltées principalement en forêt (1er partie). *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*105 : 405-430.

57- Cagniant H., 1972. Note sur les peuplements de Fourmis en forêt d'Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*108 :386-390.

58- Cagniant H., 1973. Les peuplements de fourmis des forêts algériennes. Écologie, biocénotique, essai biologique. *Thèse Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse*, France, 464 p.

59- Cagniant H., 1996a. Les *Aphaenogaster* du Maroc (Hymenoptera : Formicidae) : clé et catalogue des espèces. *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)* 32 : 67-85.

60- Cagniant H., 1996b. Les *Camponotus* du Maroc (Hymenoptera:Formicidae): clé et catalogue des espèces. *Ann. Soc. Entomol.* Fr. (N.S.) 32: 87-100.

61- Cagniant H., 2005. Les *Crematogaster* du Maroc. Clé de détermination et commentaires. *Orsis* 20: 7-12.

62- Cagniant H., 2006. Liste actualisée des fourmis du Maroc (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecologische Nachrichten* 8: 193-200.

63- Cagniant H. et Espadaler X. 1997a. Les *Leptothorax*, *Epimyrma* et *Chalepoxenus* du Maroc (Hymenoptera : Formicidae). Clé et catalogue des espèces. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* (N.S.) 33 : 259-284.

64- Cagniant H. et Espadaler X. 1997b. Le genre *Messor* au Maroc (Hymenoptera:Formicidae). *Ann. Soc. Entomol. Fr.* (N.S.) 33: 419-434.

65- Campiolo S. et Delabie J. HC., 2000. Caractérisation de la myrmécofaune de la litière de la forêt atlantique du sud de Bahia-Brésil ». *Insectes Soc* 13: 65-70.

66- Carvalho K.S. & Vasconcelos H.L., 1999. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. *Biological Conservation*, 91: 151-157.

67- Chaabane A., 1993. Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagement. Thèse Doctorat ès Sc. Universit Aix Marseille, 205 p.

68- Chao A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of statistics*, 11: 265-270.

69- Chao A. 2005. A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data . *Ecology Letters* 8: 148-59.

70- Chazdon R.L., Colwell R.K., Densllow J.S. and Guariguata M.R., 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of northeast Costa Rica *in* Dallmeier F. and Comiskey J.A. (Eds), Forest biodiversity research, monitoring and medeling. *The Unesco and Parthenon Publishing Group*, pp. 285-309.

71- Clarke K.R. and Green R.H., 1988. Statistical design and analysis for a'biological effects' study ». *Marine Ecology-Progress Series*, 46: 213-226.

72- Colwell R.K. and Coddington J.A., 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 345 (1311): 101-18.

73- Colwell R.K., Mao C-X. and Chang J., 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85 (10): 2717-27.

74- Colwell R.K., Chao A., Gotelli N.J., Lin S-Y, Mao C-X., Chazdon R.L and Longino J.T., 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages ». *Journal of Plant Ecology*, 5 (1): 3-21.

75- Colwell R.K., 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0 User's Guide and application. Available at: http://viceroy.colorado.edu/estimates/. conservation. *Australian Journal of Entomology*, 35: 97-106.

76- Cordonnier M., Bellec A., Escarguel G. and Kaufmann B., 2020. Effects of Urbanization–Climate Interactions on Range Expansion in the Invasive European Pavement Ant. *Basic and Applied Ecology* 44 (mai): 46-54.

77- Daget J., 1976. Les modèles mathématiques en écologie, Masson, Paris, 172 p.

78- Dajoz R., 1971. *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434p.

79- Dajoz R. 1998. Les insectes et la forêt. *Ed. Technique et Documentation*, Paris., 594p.

80- Dartigues, D., 1992. L'activité de la fourmi *Tapinoma simrothi* Krausse dans les orangeraies de Kabylie : Réaction à la glu arboricole PELTON 2'. *Fruits*, 47(4) : p. 479-483.

81- Delabie J.H.C., Casimiro A.B., Do Nascimento I.C., Do Souza A.L.B., Furst M., Da Encarnação A.M.V., Smith M.R.B. et Cazorla I.M., 1994. Stratification de la communauté de fourmis (Hymenoptera: Formicidae) dans une cacaoyère brésilienne et conséquences pour le contrôle naturel des ravageurs du cacaoyer. *Proceedings of the 11th International Cocoa Research Conference*, 823-831.

82- Delabie J. H. C, Fisher B.L., Majer J.D., et Wright I. W., 2000. Sampling effort and choice of methods. *in* Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. *Smithsonian Institution Press. Washington D.C.*, 145-154.

83- Diame L., 2015. Relations entre le fonctionnent des agroécosystèmes à base de fruitiers et les fourmis (Hymenoptera: Formicidae). Impacts Sur Le Milieu et Le Développement Des Mouches Des Fruits (Diptera: Tephritidae) ». Thèse Doctorat, Université Cheikh Anta Diop, 162p.

84- Djioua O., 2011. Inventaire des formicidae dans quelques milieux forestiers et agricole de la wilaya de Tizi-ouzou.Memoire Magister Dep. Bio.Univ. Tizi-ouzou.114p.

85- Djioua O. et Sadoudi Ali-Ahmed D., 2014. Les peuplements de fourmis (Heminoptera Formicidae) dans quelques milieux forestiers et agricoles de la Kabylie. Xe Conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier 22 et 23 octobre 2014.

86- Djioua O. et Sadoudi-Ali Ahmed D., 2015. The stands of ants (Hymenotera, Formicidae) in some forest and agricultural areas of Kabylia. *International Journal of Zoological Research*, 5: 15-26.

87- Domzig A., 2006. Déformation active et récente, et structuration tectono- ´ sedimentaire de la marge sous-marine algérienne. Thèse Doct.. Université UBO, Brest, France, 332p.

88- 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*) prés d'Alger. *Ann. Institut nati. agro., El Harrach, vol.* 12, (n° spéc.) : 101-118.

89- Dreux P., 1980. Précis d'écologie. Presse université France, Duvigneaud, Paris, 231p.

90- Durand J.H., 1951. Sur quelques sols de la forêt d'Akfadou et des environs de Yakouren. *Annales Agr.*, 2 : p. 110-126.

91- Durand J.H., 1954. Carte des sols de l'Algérie. 1ère éd, Alger. Inspection Générale de l'Agriculture, 1 carte en 8 coupures, en couleurs + Notice, 11 p.

92- Durand-Delga M., 1969. Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. *Publ. Serv. géol. Algérie*, 39 : p. 89–131.

93- Durrett R. and Levin S., 1996. Spatial models for species-area curves. *Journal of Theoretical Biology* 179 (2): 119-27.

94- Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Géol.* Bot. *Zool. Fac. sci.* Univ. Montpellier, Bot., 7 : 1 - 43.

95- Emery C., 1909. Beiträge zur Monographie der Formiciden des paläarktischen Faunengebietes. (Hym.) Teil VI. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1909:19-37.

96- Faurie C., Ferra C., Medori P., Deveaux J., Hemptinne J.L. 2003. *Ecologie: Approche scientifique et pratique*. 5ème édition,Tec et Doc, Paris, 408p.

97- Letourneux A. et Hanoteau A., 1893. La Kabylie et les coutumes kabyles, Première partie : la Kabylie, description physique. 2e éd., Rééditée en 2003 par Bouchen éd., 170p.

98- Fisher, B.L., 1996. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar. *Fieldiana Zoology (n.s.)*, 85: 93-108.

99- Fisher, B.L., 1998. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud and on the Western Masoala Peninsula, Madagascar. *Fieldiana Zoology (n.s.)*, 90: 39-67.

100- Fisher B.L., 1999a. Improving Inventory Efficiency : A Case Study of Leaf-Litter Ant Diversity in Madagascar. *Ecological Applications*, 9(2) : 714-731.

101- Fisher B.L., 1999b. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar. *Fieldiana Zoology (n.s.)*, 94: 129-147.

102- Flandrin J., 1948. Contribution à l'étude stratigraphique du Nummulitique algérien. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 2e S., n° 19, 340p.

103- Flandrin J., 1952. La chaîne de Djurdjura. XIXème Congrés Géologique International, Alger. Monographies régionales. 1ère Série : Algérie, 19 : p. 1-49.

104- Forel A., 1890a. Un parasite de la *Myrmecia forficata* Fabr. *Ann. Soc. Entomol. Belg.*, 34 : 8-10.

105- Forel A., 1890b. Fourmis de Tunisie et d'Algérie orientale. *Bull. Soc. Entomol. Belg.*, 34 : 61-77.

106- Forel A., 1894. Les Formicidae de la Province d'Oran (Algérie). *Bull.* Soc. *vaudoise sci. nat.*, 30 : 1-45.

107- Forel A., 1907. Fourmis nouvelles ou intéressantes. *Bull. Soc. vaudoise sci. nat*. 47 : 331-400.

108- Fowler, H. G. 1995. Biodiversity estimates: Ant communities and the rare ant species (Hymenoptera: Formicidae) in a fauna of a subtropical island. *Revis de Matemática e Estatística, São Paulo*, 13: 29-38.

109- Gaspar G., 1972. Les fourmis de la famenne : une étude écologique. *Rev. ècol .biol. Sol, T. IX*, 1 : p. 99-125.

110- Gélard J-P., 1979. Géologie du Nord-Est de la grande Kabylie. Thèse Doct. ès Sciences. Univ. de Dijon, France, 335p + planches et 1 carte au 1/25.000 h.t.

111- Géry, B., Feinberg, H., Lorenz, C., Magné, J., 1981. Définition d'une série type de "l'Oligo-Miocène kabyle" anté-nappes dans le Djebel Aïssa-Mimoun (Grande Kabylie, Algérie). *C. R. Acad. Sci. Paris, 292* : p. 1529-1532.

112- Gotelli N.J. and Colwell R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness ». *Ecology letters* 4 (4): 379-91.

113- Gotelli N.J., Ellison A.M., Dunn R.R. and Sanders N.J., 2011. Counting ants (Hymenoptera: Formicidae): biodiversity sampling and statistical analysis for myrmecologists. *Myrmecological News* 15 : 13-19.

114- Gotelli N.J. and Chao A., 2013. Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data. Encyclopedia of biodiversity. *Elsevier* 5: 195-211.

115- Graham J.H., Hughie H.H., Jones S., Wrinn K., Krzysik A.J., Duda J.J., Freeman D.C., Emlen J.M., ZAK J.C., Kovacic D.A., Chamberlin-Graham C. and Balbach H., 2004. Habitat disturbance and the diversity and abundance of ants (Formicidae) in the Southeastern Fall-Line Sandhills. *Journal of Insect Science*, 4(30): 1-15.

116- Grall J. et Hily Ch., 2003. Traitement des données stationnelles (faune). *IUEM (UBO)/LEMAR FT-10–01. doc*, 1-10.

117- Grall J. et Coïc N., 2006. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. *Rebent*, 7-86.

118- Gray J.S. McIntyre A.D. et Stirn J., 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. *FAO Document technique sur les pêches, N° 324*, 53.

119- Greenslade P.J.M. 1964. Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *Journal of Animal Ecology*, 33: 301-10.

120- Greenslade P.J.M. 1973. Sampling ants with pitfall traps: digging-in effects. *Insectes Sociaux*, 20: 343-353.

121- Grégoire F., Girard L. et Beaulieu J-L., 2014. Analyses de similarité appliquées sur les abondances de larves de poissons récoltées dans le sud du golfe du Saint-Laurent entre 1983 et 2012. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2014/080. v + 16 p. - Recherche Google ».

122- Groc S., 2006. Diversité de la myrmécofaune des Causses aveyronnais – Comparaison de différentes méthodes d'échantillonnage. Mémoire de DESUPS. Université Paul Sabatier, 39p.

123- Guttas A., 2012. Caractérisation de deux taillis de chêne Liège (*Quercus suber* L) de la forêt dominale de Béni-Ghobri. Mémoire de magister. E.N.S.A., El Harrach. Alger, 65p.

124- Haddar L., Doumandji S., Pujade-Villar J., 2016. Les Cynipini et les Synergini dans les massifs de l'Akfadou et Beni-Ghobri (Algérie), présences de quelques espèces sur des hôtes atypiques (Hym.,Cynipidae). *Boln. Asoc. esp. Ent.*40 (3-4): 479-493.

125- Hamdine W.H., Thévenot M., Sellami M., De Smet K., 1993. Régime alimentaire de la genette (*Genetta genetta* Linné, 1758) dans le Parc national du Djurdjura, Algérie. *Mammalia*, 57: 9–18.

126- Hamecha L., 2015. Inventaire de l'entomofaune inféodé à une parcelle d'oignon (*Allium cepa* L.) dans deux régions de la Kabylie (Illoula-Oumalou et Ain-Zaouïa).Mém. Master, Université Mouloud Mammeri, 57p.

127- HammerØ., Harper D.A.T., Ryan P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1-9, available at: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

128- Henine-Maouche A., Tahraoui A. and Moulai R., 2020. Ants' diversity (Hymenoptera-Formicidae) in the Algeria's humid forests, case of the Guerrouche forest massif (Taza National Park). *Sociobiology,* 67(2):153-162.

129- Hölldobler B. and Wilson E.O., 1990. *The ants.* Harvard University Press, Cambridge, MA, 732p.

130- Hölldobler B. et Wilson E,O., 1996. Voyage chez les fourmis. Editions du seuil., 247p.

131- Leal I.R., Filgueiras B.K.C., Gomes J.P., Iannuzzi L. and Andersen A.N., 2012. Effects of habitat fragmentation on ant richness and functional composition in Brazilian Atlantic forest. *Biodiversity and Conservation*, 21:1687-1701.

132- Jennings N. and Pocock M.J.O., 2009. Relation ships between sensitivity to agricultural intensification and ecological traits of insectivorous mammals and arthropods. *Conservation Biology*, 23: 1195-1203.

133- Kaspari M. and Majer J.D. 2000. Using ants to monitor environmental change. In *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity,* Smithsonian Institution Press, Washington, DC , p 89-98.

134- Kasseney B.D., N'tie T.B., Nuto Y., Wouter D., Yeo K. and Glitho I.A., 2019. Diversity of Ants and Termites of the Botanical Garden of the University of Lomé, Togo. *Insects* 10 (7): 218.

135- King J.R., Andersen A.N. and Cutter A.D., 1998. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. *Biodiversity and Conservation* 7: 1627-1638.

136- Labbaci A., Daoudi-Hacini S. et Marniche F., 2015. Bio-écologie de quelques espèces de Formicidae dans la zone semi-aride de Bouira. *Dép. zool. Agri. Forest. Ecol. Nat. Sup. Agro. El Harrach (Alger).* 2em seminaire international : Biodiversite faunistique en zones arides et semi-aride. 29 et 30 Novembre 2015.

137- Labbaci A., Marniche F., Daoudi–Hacini S., Boulay R. and Milla A., 2019**.** Species diversity of myrmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) on the southern slope of Djurdjura National Park (Northern Algeria).*Arxius de Miscel·làniaZoològica* 17: 219-229.

138- Laribi M., 2016. Les mares temporaires du nord-est de la Grande Kabylie : Diversité phytocenotique, floristique et conservation. Thèse Doct. Bio. Option : Ecologie végétale. UMMTO, 308p.

139- Larson M.G., 2008. Analysis of variance. *Circulation* 117 (1): 115-21.

140- Lebas C., Galkowski C., Blatrix R. et Wegnez P., 2016. Fourmis d'Europe occidentale. *Delachaux & Niestle*, 415p.

141- Lenoir A., 2019. Une nouvelle fourmi invasive : *Tapinoma magnum.*http://www.dictionnaireamoureuxdesfourmis.fr/F/Fourmis%20invasives/Tmagnum/Tapinoma-magnum.htm.

142- Letendre M. et Pilon J-G., 1973. « La faune myrmécologique de différents peuplements forestiers caractérisant la zone des basses Laurentides, Québec (Hymenoptera: Formicidae). » *Naturaliste Canadien (Québec)*, 100: 195-235.

143- Longino J.T. and Colwell R.K. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecol. Applications* 7: 1263-1277.

144- Longino J.T., 2000. What to do with the data. *In*: Agosti D., Majer J., Alonso E., Schultz, T. (Eds.), Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. *Smithsonian Institution Press. Washington D.C.*, 186-203.

145- Longino J.T., Coddington J. and Colwell R. K., 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83(3): 689-702.

146- Longino J.T. and Colwell R.K., 2011. « Density Compensation, Species Composition, and Richness of Ants on a Neotropical Elevational Gradient ». *Ecosphere* 2 (3): art 29. doi:10.1890/ES10-00200.1.

147- Lopes C.T. and Vasconcelos H.L., 2008. Evaluation of three methods for sampling ground-dwelling ants in the Brazilian Cerrado. *Neotropical Entomology*, 37 (4): 399-405.

148- Magurran A.E., 2004. Measuring biological diversity. *Blackwell Publishing*, Oxford, 256p.

149- Majer J.D., 1983. Ants: Bio-lndicators of minesite rehabilitation, Land-Use, and Land Conservation. *Environmental Management*, 7(4): 375-383.

150- Majer JD., 1997. The use of pitfall traps for sampling ants- a critique. Mem. Mus. Victoria, 56: 323 – 329.

151- Majer JD., Orabi G. and Bisevac L., 2007. Ants (Hymenoptera: Formicidae) pass the bioindicator scorcard. *Myrmecological News*, 10: 69-76.

152- Majer J. D., Day J. E., Kabay E.D. and Perriman W. S., 1984. Recolonization by ants *in* bauxite mines rehabilitated by a number of different methods. *Journal of Applied Ecology*, 21: 355-375.

153- Majer J.D., Heterick B., Gohr T., Hughes E., Mounsher L. and Grigg A., 2013. Is thirty-seven years sufficient for full return of the ant biota following restoration? *Ecological Processes*, 2: 1-12.

154- Mamou R., 2017. Eléments de bio écologie du lézard des murailles *Podarcis vaucheri* (Boulenger, 1905) dans le secteur de Tala Guilef (Parc National du Djurdjura): Ecologie trophique, Biologie de la reproduction et stratégies de thermorégulation. Thèse Doctorat, Universite Mouloud Mammeri, 208p.

155- Marcon E., 2015. Mesures de la biodiversité ». Master. Kourou, France. cel-01205813v5, 284p.

156- Marsh A.C., 1984. The efficacy of pitfall traps for determining the structure of a desert ant community. *Journal of the Entomological Society of South Africa*, 47: 115-120.

157- Martelli M.G., Ward M.M. and Fraser A.M., 2004. Ant diversity sampling on the southern cumberland plateau: a comparison of litter sifting and pitfall trapping. *Southeastern Naturalist*, 3(1):113-126.

158- Matson P.A., Parton W.J., Power A.G. and Swift M.J., 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277: 504-509.

159- Médail F. and Quézel P., 1997. Hot-Spots Analysis for Conservation of Plant Biodiversity in the Mediterranean Basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84(1) : 112-127.

160- Meddour M., 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie. Thèse Doct. Agr. Option : Foresterie. U.M.M.TO, 398 p.

161- Meddour-Sahar O., 2008. Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie : Approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wialya de Tizi-Ouzou. *Thèse Magister, INA, El Harrach*, Alger, 275 p.

162- Merabet S., 2014. Inventaire des arthropodes dans trois stations au niveau de la forêt de Darna (Djurdjura) .Mém. Majister, Université Mouloud Mammeri, 122 p.

163- Messaoudene M., 1989. Étude dendroécologique et productivité de *Q. canariensis* Willd et de *Q. afares* Pomel dans les massifs de l'Akfadou et de Béni-Ghobri en Algérie. Thèse de doctorat en sciences. Université Aix-Marseille III, 124 p.

164- Messaoudène M., Laribi M. et Derridj A., 2007. Étude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie), *Bois et forêts des tropiques*, 291 : 75-81.

165- Moulai R., Maouche A. et Madouri K., 2006. Données sur le régime alimentaire de Cataglyphis bicolor (Hymenoptera Formicidae) dans la région de Bejaia (Algérie). *L'Entomologiste*, 62: 37-44.

166- Myers N., 1988. Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. *The Environmentalist*, 8: 187–208.

167- New T.R., 1996. Taxonomic focus and quality control in insect surveys for biodiversity conservation. *Australian Journal of Entomology*, 35: 97-106.

168- Olson D.M., 1991. A comparison of the efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera, Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica. *Biotropica*, 23 (2): 166-172.

169- Ottonetti L., Tucci L. and Santini G., 2006. Recolonization patterns of ants in a rehabilitated lignite mine in central Italy: potential for the use of Mediterranean ants as indicators of restoration processes. *Restoration Ecology*, 14: 60-66.

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

171- Peck S.L., Mcquaid B. and Campbell C.L., 1998. Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. *Environmental Entomology*, 27: 1102- 1110.

172- Peillon P., 1978. Problèmes d'habitats en basse Kabylie. In CNRS Ed. « Recherche sur l'Algérie ». Mémoires et documents, N.S, 17 : p. 165-291.

173- Poutiers R., 1925. Les Insectes de l'Olivier. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 5 (44): 257-265.

174- Quézel P., 1956. Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N*. n. s. 1 : p. 1-57. Alger.

175- Quézel P., 1976. Les forêts du pourtour méditerranéen *in* Forêts et maquis médit. : Ecologie, conservation et aménagement. Unesco. *Note tech. du M.A.B.*, n°2 : p. 9-33.

176- Quézel P., 1985. Defintion of the Mediterranean region and the origin of its flora. *In* : Gomez-Campo C. [éd.], *Plant Conservation the mediterranean area*. Dr. W. Junk Publ., Doetrecht, pp. 9-24.

177- Quézel P. & Santa S., 196- Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S., 2 vol : 1170p.

178- Ramade F., 1984. Eléments d'Écologie Fondamentale. ED. Mc Grw-hill, paris, 397p.

179- Ramade F., 1994. Eléments d'Écologie Fondamentale (2e éd). Ediscience International, 579p.

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

181- Romero H. and Jaffe K., 1989. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in Savannas. *Biotropica*, 21(4): 348-352.

182- Salamani M., 1990. Contribution à l'étude de la végétation actuelle et passé [Holocène] du massif de l'Akfadou [Grande Kabylie]. Thèse de Magister. U.S.T.H.B., Alger, 157p.

183- Santschi F., 1915. Nouvelles fourmis d'Algérie, Tunisie et Syrie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, 6 : 54-63.*

184- Santschi F., 1929a ("1928"). Sur quelques nouvelles fourmis du Brésil (Hym. Form.). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1928:414-416.

185- Santschi F., 1929b. Étude sur les *Cataglyphis*. *Revue Suisse de Zoologie,* 36:25-70.

186- Santschi F., 1929c. Fourmis du Maroc, d'Algérie et de Tunisie. *Bulletin et Annales de la Société Entomologique de Belgique,* 69:138-165.

187- Santschi F., 1933. Étude sur le sous-genre *Aphaenogaster* Mayr. *Revue Suisse de Zoologie,* 40:389-408.

188- Santschi F., 1934. Fourmis du Sahara central. *Mém. Soc. hist. natu. Afr. Nord, T.* 4: 165-177.

189- Schomaker M.E., Zarnoch S.J., Bechtold W. A., Latelle D.J., Burkman W.G. and Cox S.M., 2007. Crown-condition classification: a guide to data collection and analysis. Gen. Tech. Rep. SRS-102. Asheville, NC: U.S. *Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station*.

190- Seifert B., 1992. A taxonomic revision of the Palaearctic members of the ant subgenus Lasius s. str. (Hymenoptera, Formicidae). *Abhandlungen und Berichte des naturkun de museums Görlitz,* 66: 1-67.

191- Seifert B., 2019. A taxonomic revision of the members of the *Camponotus lateralis* species group (Hymenoptera: Formicidae) from Europe, Asia Minor and Caucasia.*Soil Organisms,* 91:7–32.

192- Seltzer P., 1946. Le climat de l'Algérie. Institut Météo et physique de Globe. Université d'Alger, 219p.

193- Souttou K., 2002. Reproduction et régime alimentaire du Faucon crecerelle, stations de l'Algérois. Thèse de magister Inst. nati. agro., El Harrach, 137p.

194- Stewart P., 1969. Quotient pluviothermique et dégradation biophèrique : Quelque réflexions. *Bull Inst Nat Agro.* El Harrach, p. 24- 25.

195- Szabó J., 1910. Formicides nouveaux ou peu connus des collections du Musée National Hongrois. Dummy reference. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, (8) : 364-369.

196- Tabta N. et Takka M., 2013.- Influence des facteurs du milieu sur la production de figues de quelques zones de la région de Bejaïa. Mémoire master II. Université de Bejaïa. Pp 44.

197- Taheri A., Reyes-Lopez J.L. et Bennas N., 2014. Contribution à l'étude de la faune myrmécologique du Parc National de Talassemtane (Nord du Maroc) : biodiversité, biogéographie et especes indicatrices. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (54) : 225–236.

198- Thiebaut J., 1951. Étude géologique des terrains métamorphiques de Grande Kabylie. *Bull. serv. Carte Géol.*, Algérie, 5e série, 6 : 175p.

199- Triplet P. 2020. *Dictionnaire Encyclopédique de la Diversité Biologique et de la Conservation de la Nature*. 6th edition. ISBN: 978-2-9552171-5-3.Online at: https://medwet.org/fr/2020/02/dictionnaire-diversite-biologique-2020/

200- Vayssières J-F., Offenberg J., Sinzogan A., Adandonon A., Wargui R., Anato F., Houngbo H.Y. citer le reste de co-auteurs, 2016. The Use of Weaver Ants in the Management of Fruit Flies in Africa . *In* Ekesi S., Mohamed S. and De Meyer M.: *Fruit Fly Research and Development in Africa - Towards a Sustainable Management Strategy to Improve Horticulture, Chapter 16*, 389-434.

201- Vela E. et Benhouhou S., 2007. Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Comptes Rendus Biologie*, 330: 589-605.

202- Wang C., Strazanac J. and Butler L., 2001. A Comparison of pitfall traps with bait traps for studying leaf litter antcommunities. *Journal of EconomicEntomology*, 94(3):761-765.

Autres références :

1- A.S.W.T-O : « Annuaire-statistique-de-la-Wilaya-de-Tizi-Ouzou-.Année-2018.pdf ».

2- Antweb : https://www.antweb.org/

3- MATET/CENEAP, 2008. Etude relative à la délimitation et à la caractérisation des zones de montagne et des massifs montagneux. Massif montagneux du Djurdjura. Phase n°2. Analyse prospective de l'état des lieux du massif, 173 p.

4- Site d'identification des fourmis de France : http://cle.fourmis.free.fr/-

5- Statsoft, INC. 2012. STATISTICA (data analysis software system), version 8. Available at: www.statsoft.com.

6- The Ants of Africa : http://antsofafrica.org/

ARTICLE PUBLIE

Revue suisse de Zoologie (March 2021) 128(1) : 61-72 ISSN 0035-418

Diversité des fourmis (Hymenoptera, Formicidae) dans la forêt de Yakouren (Algérie) : Estimation de la richesse, biogéographie et taxonomie

Lydia Abdi-Hamecha[1], Ghania Barech[2*], Mourad Khaldi[2], Djamila Ali-Ahmed Sadoudi[1], Saadia Salem[2], Imane Zazgad[2] & Henri Cagniant[3]

[1] *Laboratoire PSEMRVC, Faculté de Biologie et des Sciences Agronomiques, Département de Biologie animale et végétale, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou 15000, Algérie*
[2] *Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences, Université Mohamed Boudiaf de M'sila 28000, Algérie*
[3] *Professeur retraité (myrmécologue) de l'université de Toulouse, France*
* *Auteur correspondant : barechghania@gmail.com*

Résumé : Nous avons échantillonné des fourmis dans la forêt de Yakouren en combinant trois méthodes : pots barber, chasse à vue et appâts alimentaires. Vingt-sept (27) taxons ont été répertoriés appartenant aux sous-familles suivantes : Myrmicinae, Formicinae et Dolichoderinae. *Camponotus alii*, *Pheidole pallidula* et *Crematogaster auberti levithorax* sont les espèces les plus abondantes. Le calcul de différents estimateurs de richesse (Chao 1, Jackknife 1 et ICE) montrent qu'il y a toujours une possibilité de rencontrer de nouvelles espèces en augmentant l'effort d'échantillonnage. La composition des peuplements de fourmis dans le massif de Yakouren révèle une faible dégradation du milieu par rapport à des relevés réalisés dans les années 1960. Le milieu souffre des actions anthropiques, dont des incendies, que subit la région depuis plusieurs décennies. Les statuts taxonomiques de *Camponotus lateralis purius* et d'*Aphaenogaster sardoa ujhelyii* sont discutés.

Mots-clés : Formicidae - échantillonnage - estimateurs - richesse - Yakouren.

Abstract : Diversity of ants (Hymenoptera, Formicidae) in Yakouren forest (Algeria) : species richness, biogeography and taxonomy.- We sampled the ants in the Yakouren forest by combining three methods : Pitfall traps, hand sampling and bait traps. Twenty-seven (27) taxa were collected from the subfamilies Myrmicinae, Formicinae and Dolichoderinae. *Camponotus alii*, *Pheidole pallidula* and *Crematogaster auberti* are the most abundant species respectively. Different estimators of richness (Chao 1, Jackknife 1 and ICE) show that it would be possible to obtain new species by increasing the sampling effort. The composition of the ant populations in the mountains of Yakouren reveals a low environmental degradation compared to surveys conducted in the 1960s. The environment suffers from anthropogenic actions, including fires, the latter for several decades. The taxonomical status of *Camponotus lateralis purius* and *Aphaenogaster sardoa ujhelyii* are discussed.

Keywords : Formicidae - sampling - estimators - richness - Yakouren.

INTRODUCTION

Dans le bassin méditerranéen, le secteur Kabylie-Numidie-Kroumirie est considéré comme un point chaud de biodiversité (*Hotspot*) (Véla & Benhouhou, 2007). Le massif forestier de Yakouren constitue un écosystème forestier important faisant partie à la région de la Kabylie qui figure parmi les aires dont le taux d'endémisme des plantes avoisine 10 % (Médail & Quézel, 1997). Avec les massifs de l'Akfadou, Yakouren représente 18 % de la surface totale de ce type d'écosystème forestier en Algérie (Messaoudène *et al*., 2007 ; Boudedja & Abdelhakim, 2013). Selon Véla & Benhouhou (2007), les forêts de la petite Kabylie figurent parmi les secteurs qui hébergent les endémiques les plus rares. Malheureusement, ces forêts ont connu ces dernières années des perturbations dues à plusieurs facteurs humains qui menacent cet endémisme. Selon le Bureau national des études forestières (BEF), la forêt de Beni Ghobri, à l'instar des autres forêts

Manuscript accepted 17.11.2020
DOI : 10.35929/RSZ.0035

de la Kabylie, est soumise à des pratiques néfastes (élevage extensif, arrachage des espèces végétales ligneuses et herbacées, défrichement, labour illicite et incendies). Ces pratiques se sont accentuées ces dernières années et ont abouti à un processus de dégradation en chaîne du domaine forestier (érosion, déséquilibre au niveau de l'environnement) (Boudedja & Abdelhakim, 2013). Le pourcentage de surface brûlée dans la forêt de Beni Ghobri durant la période 1986-2005 atteint 86,42 % de la surface forestière totale (Meddour-Sahar, 2008). Le feu fait partie du fonctionnement des écosystèmes, toutefois, l'augmentation de leur fréquence a des impacts considérables sur la végétation, la faune, la microfaune, les sols, la déforestation, le climat et la perte de biodiversité (Triplet, 2020). Les communautés de fourmis constituent de véritables indicateurs de la biodiversité et de la santé des écosystèmes (Majer, 1983 ; Andersen *et al*., 2004). Les relations étroites qu'entretiennent les fourmis avec leur environnement les rendent sensibles aux variations et aux perturbations de ce dernier (Majer, 1983 ; Alonso, 2000). De ce fait, l'analyse des communautés de fourmis constitue un moyen très efficace pour apprécier le degré de perturbation des habitats, d'évaluer les changements environnementaux globaux et d'estimer les niveaux de biodiversité (Ramage & Ravary, 2015). Ce groupe d'insectes présente une grande diversité d'espèces, facile à collecter et possède une grande abondance. Il est considéré comme candidat idéal en tant que groupe bio-indicateur (Majer, 1983 ; Hölldobler & Wilson, 1990).

Les premières investigations myrmécologiques dans les forêts algériennes reviennent à Cagniant (1968, 1970, 1973) qui a exploré plusieurs stations forestières et subforestières dont la forêt de Yakouren faisait partie. Le présent travail a pour objectifs : i) de déterminer le niveau de biodiversité myrmécologique au sein de ce type d'habitat, ii) d'évaluer la dégradation du milieu depuis les années 1960 par comparaison avec des observations antérieures et par ce biais, confirmer l'intérêt bioécologique des fourmis.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Site d'étude

La présente étude a été menée au sein du massif forestier de Yakouren (centre nord de l'Algérie ; wilaya de Tizi-Ouzou) dénommé également massif forestier de Béni Ghobri. D'une superficie de 6939 ha (Boudedja & Abdelhakim, 2013), Yakouren se présente généralement sous forme de futaie dense à sous-bois peu développé et composée de chênes mixtes : chêne afarès *Quercus afares* Pomel, chêne zéen *Q. canariensis* Wild, chêne-liège *Q. suber* L. et chêne faginé *Q. faginea* Lam. (Boudedja & Abdelhakim, 2013 ; Haddar *et al*., 2016). L'aire d'étude choisie (WGS (84) 36.7556, 4.41384) a une superficie d'environ 4134 m^2 et présente un relief peu accidenté (5 % de pente), comprise entre 700 et 860 m d'altitude (Fig. 1). La pluviométrie annuelle est de

Fig. 1. Situation géographique du massif de Yakouren (Shorthouse, 2010).

l'ordre de 750 à 1200 mm. La flore de l'aire d'étude est composée de plusieurs espèces réparties sur 20 familles botaniques (Tab. 1), dont le chêne zéen *Q. canariensis* et le chêne faginé *Q. faginea* sont les plus abondants. Le couvert végétal global de la strate herbacée est estimé visuellement à 70 %. Quant à la couverture de la canopée, son taux est estimé de 60 % à 70 % selon le gradient proposé par Schomaker *et al*. (2007).

Echantillonnage de la myrmécofaune

L'échantillonnage des fourmis a été réalisé en combinant trois méthodes : les pots Barber, les pièges appâts et la collecte manuelle.

Un total de trente pots Barber a été installé durant les mois de juillet, août et octobre 2018 à raison de 10 pièges pour chaque mois. Ils sont disposés en deux lignes distantes de 15 m et comportant 5 pièges à intervalle de 15 m. Ces derniers sont des demi-bouteilles en matière plastique transparent (Ø : 8 cm, profondeur : 10 cm), remplies aux ¾ par de l'eau additionnée de quelques gouttes de détergent et d'alcool à 70° pour la conservation des spécimens. Chaque piège est enterré assez profondément de telle sorte que le bord supérieur soit au même niveau que la surface du sol. Les pots sont récupérés après deux jours et leur contenu est transporté au laboratoire afin de l'identifier.

Concernant le piège-appât, un total de 30 pièges contenant quatre types d'appâts (thon, biscuit, miel, graines de fenouil) ont été placés séparément sur du papier aluminium autour de chaque pot Barber à une distance de 5 m dans les quatre directions cardinales (Fig. 2). Ces pièges sont laissés en place durant deux heures. Quant à l'échantillonnage à la main, une durée d'une heure a

Tableau 1. Liste des espèces végétales et des champignons inventoriés dans la forêt de Yakouren.

Planta	**Familles**	**Espèces**
	Liliaceae	*Ruscus aculeatus* L. *Asparagus acutifolius* L.
	Aspleniaceae	*Asplenium adiantum-nigrum* L. *Asplenium trichomanes* L.
	Fagaceae	*Quercus faginea* Lam. *Quercus canariensis* Willd.
	Smilacaceae	*Smilax aspera* L.
	Oleaceae	*Phillyrea media* L.
	Rubiaceae	*Galium rotundifolium* L.
	Fabaceae	*Cytisus triflorus* Lam.
	Rosaceae	*Rubus ulmifolius* Schott
	Cyperaceae	*Carex* sp.
	Asphodelaceae	*Asphodelus microcarpus* Sarl.
	Asteraceae	*Reichardia picroides* (L.) Roth.
	Poaceae	*Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv.
	Euphorbiaceae	*Euphorbia* sp.
	Adoxaceae	*Viburnum tinus* L.
	Primulaceae	*Cyclamen africanum* Boissier & Reuter
	Polypodiaceae	*Polypodium vulgare* L.
	Araceae	*Arisarum vulgare* O. Targ. Tozz.
Fungi	**Familles**	**Espèces**
	Amanitaceae	*Amanita pantherina* (D.C. ex. Fr.) Quél.
	Russulaceae	*Lactarius* sp.
		Russula sp.
	Agaricaceae	*Lycoperdon* sp.
	Tricholomataceae	*Tricholoma ustaloides* Romagn.

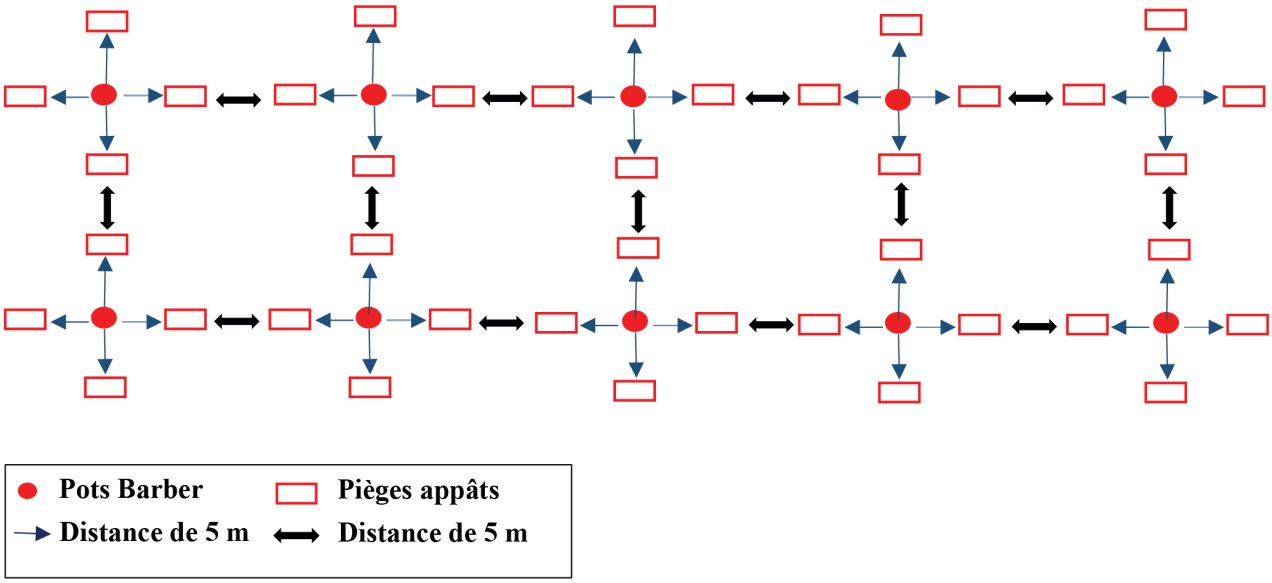


Fig. 2. Plan d'échantillonnage des fourmis dans la forêt de Yakouren.

été fixée pour la prospection et la chasse des spécimens de fourmis sous les pierres, dans les branches mortes, sous les écorces ainsi que les troncs des arbres et dans les glands tombés.

Pour tous les pièges utilisés, les spécimens récoltés sont conservés dans de l'alcool éthylique à 70°. L'identification est réalisée en utilisant les clés de Cagniant (1996a, b, 2005), Cagniant & Espadaler (1997a, b) et Barech *et al*. (2017). Des spécimens de références sont déposés dans les collections entomologiques du Département des Sciences Agronomiques de l'Université de M'sila et celui du Laboratoire PSEMRVC, Département de Biologie Animale et Végétale à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

Analyse des données

Etant donné que les fourmis sont des insectes sociaux, nous avons utilisé l'occurrence (données de présence/absence) au lieu du nombre absolu d'individus en accord avec Wang *et al*. (2001), Longino *et al*. (2002), Martelli *et al*. (2004), Gotelli *et al*. (2011) et Kasseney *et al*. (2019). Nous avons regroupé les données d'incidences des fourmis obtenues par l'utilisation des trois méthodes de piégeage afin d'estimer la richesse en fourmis dans la forêt de Yakouren. Il faut noter que suite à de fortes pluies pendant le mois d'octobre 2018, le contenu des 10 pots installés dans la forêt a débordé ; par conséquent, nous avons éliminé les résultats nuls de ces relevés afin de faciliter l'exploitation statistique. L'évaluation de l'effort de capture est obtenue par le calcul des estimateurs non paramétriques de diversité (Chao 1, Jacknife 1 et ICE) en utilisant le logiciel EstimateS Version 9.1.0 (Colwell, 2013). Ces estimateurs permettent de calculer le nombre d'espèces cumulées observées et attendues dans le site d'étude avec une randomisation de 100.

Majer (1983) et Longino (2000) suggèrent certains paramètres (indices écologiques) pour les fourmis qui peuvent être utilisés comme bio-indicateurs. Parmi ces indices, nous avons utilisé la richesse spécifique (S), l'abondance relative (AR), l'indice de diversité de Shannon (H), l'indice de diversité de Simpson (1–D) et l'indice d'Equitabilité de Pielou (J). Concernant l'indice de diversité de Shannon, ses valeurs varient de 0, dans le cas où la communauté n'est composée que d'une seule espèce, à 4,5 ou 5 bits/individu pour les communautés les plus diversifiées (Faurie *et al*., 2003). Quant à l'indice de diversité de Simpson, il varie de 0 à 1. Une valeur proche de 1 indique une diversité élevée.

Ces paramètres ont été analysés avec le logiciel PAST (PAleontological STatistics) Version 3.25 (Hammer *et al*., 2001).

Pour la fréquence d'occurrence, nous distinguerons des groupes d'espèces en fonction de leurs valeurs telles que données par Bigot & Bodot (1973) :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués dans une même communauté, ($F \geq 50$ %)
- Les espèces accessoires présentes dans 25 à 49 % des prélèvements, ($25 \leq F < 49$ %)
- Les espèces accidentelles dont la fréquence est inférieure à 25 %, ($10 \leq F < 24$ %)
- Les espèces très accidentelles que nous qualifierons de sporadiques dont F est inférieur à 10 %.

Afin de déterminer l'efficacité (l'apport) de capture de chaque méthode d'échantillonnage utilisée dans la forêt de Yakouren, nous avons opté pour l'analyse de la

variance à un seul facteur après vérification de la normalité des données (Test de Shapiro-Wilk) avec le logiciel Statistica Version 8 (Statsoft Inc., 2012). Par ailleurs, un test HSD Tukey de structuration de moyennes a été réalisé pour une comparaison des moyennes par paire afin de voir s'il y a une différence entre méthodes de chasse des fourmis en utilisant le logiciel Past V.3.25 (Hammer *et al*., 2001).

RÉSULTATS

Composition des peuplements myrmécologiques

Richesse spécifique

L'échantillonnage mené dans la forêt de Yakouren nous a permis de récolter 2041 spécimens de 27 espèces de fourmis représentant 14 genres et 3 sous-familles (Tab. 2). Les Myrmicines (16 espèces) et les Formicines (10 espèces) sont les plus abondantes avec respectivement 59,3 % et 37 %. Les Dolichoderines contribuent avec une seule espèce, soit un taux de 3,7 %. Les genres *Aphaenogaster* et *Temnothorax* sont les mieux représentés avec quatre espèces pour chacun. La distribution biogéographique des fourmis rencontrées dans la forêt de Yakouren fait apparaître 19 espèces maghrébines, 3 espèces holoméditerranéennes, 2 ibéro-maghrébines, 2 paléarctiques et une espèce endémique algérienne.

Fréquence d'occurrence

Les résultats de la fréquence d'occurrence révèlent que *Pheidole pallidula* (20 occurrences) et *Camponotus alii* (17 occurrences) sont les plus fréquemment rencontrées (espèces constantes) dans les pièges (toutes méthodes confondues), présentant des fréquences d'occurrence égales à 58,8 % et 50,0 % respectivement (Tab. 3). *Crematogaster scutellaris algirica* (16 occurrences) qui est une espèce arboricole accessoire est présente dans 47,1 % des relevés. *Cataglyphis viaticus*, *Plagiolepis maura* et *Tetramorium biskrense* se montrent accidentelles, ce sont des espèces de lieux découverts, de même pour *Aphaenogaster mauritanica*, *Crematogaster auberti*, *C. laestrygon normandi* et *Solenopsis occipitalis*. Le reste des espèces appartient à la catégorie sporadique ou très accidentelle avec des fréquences variant entre 2,9 et 8,8 %.

Diversité du peuplement

L'indice de diversité de Shannon calculé pour les fourmis de la forêt de Yakouren est égal à 2,82 bits, celui de Simpson est de 0,92 et l'indice d'équitabilité de Pielou est égal à 0,86 (Tab. 4).

Comparaison des méthodes d'échantillonnage

La présence de fourmis dans les relevés effectués diffère selon le type de piège utilisé. Le test ANOVA à un seul facteur (One way ANOVA) a révélé une différence hautement significative entre les trois méthodes utilisées (F=7,554, P=0,001003). Le test de Tukey's nous montre que la différence est hautement significative entre les pièges appâts et les pots Barber (p=0,001484) ainsi qu'avec les pots Barber et la récolte manuelle (p=0,01028). Ces deux dernières techniques ont permis la capture du plus grand nombre d'espèces (22 et 18 respectivement). La capture à la main a apporté 8 espèces de plus par rapport aux pots Barber. Les pièges appâts, quant à eux, n'ont permis que la récolte de 5 espèces qui ont déjà été capturées manuellement ou par les pots. On notera que *A. canescens, A. crocea,* et *C. auberti levithorax* ont été piégées sur un aliment protéique (le thon), alors que *P. maura* et *P. pallidula* l'ont été sur un aliment sucré.

Estimation de la richesse

Les indices de Chao 1, Jackknife 1 et l'ICE prévoient des richesses spécifiques supérieures à la richesse observée (Sobs = 27) obtenue par les différentes méthodes d'échantillonnage (Tab. 5) soient (ICE = 34,63 ± 0,02, Chao 1 = 40,39 ± 12,36, Jack 1 = 35,74 ± 4,89). Cela signifie, au regard des 27 espèces rencontrées, qu'il resterait en moyenne 8 à 9 espèces de fourmis à découvrir dans le site par rapport à l'ICE et au Jackknife 1, et 14 espèces par rapport à Chao 1. Le taux de complétude de l'inventaire calculé sur la base de la moyenne de ces trois estimateurs est de 73 %, ce qui suggère qu'environ trois quart des espèces ont été inventoriées. L'insuffisance de l'effort d'échantillonnage effectué dans la forêt est confirmée par la croissance de la courbe d'accumulation des espèces (Sobs) et sa divergence avec celles des estimateurs choisis (Fig. 3).

Notes taxonomiques

***Camponotus lateralis purius* Santschi, 1929**

Cette sous-espèce est réhabilitée suivant sa première signalisation en 1929 par Santschi à Alger. Elle se distingue de *C. lateralis* type de Provence par la coloration rouge clair du corps et des appendices et le gastre brun noir. Récemment, Seifert (2019) dans une révision taxonomique des *Camponotus* du groupe *lateralis* d'Europe, d'Asie Mineure et du Caucase considère que la sous-espèce *Camponotus lateralis purius* n'est qu'un synonyme de *Camponotus lateralis*. Seules deux ouvrières (syntypes de l'Algérie-Alger : CASENT09111698, CASENT0911699), déposées dans le Muséum d'Histoire Naturelle de Bâle – Suisse (NHMB), ont été examinées. Selon l'un de nous (HC) *C. lateralis* est variable au Maghreb, en particulier au Maroc. Comme pour toutes les espèces arboricoles, cet habitat les expose davantage aux variations de l'environnement au cours de leur développement que celles vivant sous terre. En conséquence, les facteurs épigénétiques sont plus sensibilisés. Nous retenons la ssp. *purius* comme une entité géographique, désignant les populations du Maghreb. Il en est de même pour les différents trinômes cités ici.

***Aphaenogaster sardoa ujhelyii* Szabó, 1910**
Selon Bolton (2020), cette sous-espèce de Tunisie est érigée en bonne espèce par Szabó (1910). Il est vrai qu'il y a de petites différences entre le *sardoa* typique et celui d'Afrique du Nord. Selon Szabó (1910), *A. ujhelyii* se rapproche le plus de *A. sardoa* Mayr, 1853, mais sa taille est plus faible, sa sculpture plus fine, le thorax plus grêle, et la partie antérieure du mésonotum plus élevée que le pronotum, ce qui n'est pas le cas chez *A. sardoa*. Pour l'un de nous (HC), ces arguments ne sont pas suffisants pour l'ériger en bonne espèce en accord avec Santschi (1933) qui la considère comme variété. De ce fait, nous considérons cette fourmi comme une sous-espèce de *A. sardoa*.

Tableau 2. Inventaire, abondances et occurrences des fourmis récoltées par les différentes méthodes d'échantillonnage. Pour la distribution, nous l'exposons au niveau de l'espèce.

Sous-familles	Espèces et sous-espèces	P B		C M		P A		D
Dolichoderinae (3,7 %)	*Tapinoma magnum* Mayr, 1861	(0)	0	(7)	1	(0)	0	H
Formicinae (37,0 %)	*Camponotus alii* Forel, 1890	(643)	16	(11)	1	(0)	0	M
	Camponotus lateralis purius Santschi, 1929	(2)	2	(1)	1	(0)	0	M
	Camponotus ruber Emery, 1925	(4)	2	(0)	0	(0)	0	M
	Colobopsis truncatus (Spinola, 1808)	(1)	1	(0)	0	(0)	0	P
	Lepisiota frauenfeldi atlantis Santschi, 1917	(0)	0	(1)	1	(0)	0	M
	Cataglyphis viaticus (Fabricius, 1787)	(49)	7	(1)	1	(0)	0	M
	Lasius grandis Forel, 1909	(0)	0	(68)	1	(0)	0	H
	Lasius barbarus Santschi, 1931	(0)	0	(27)	1	(0)	0	M
	Plagiolepis maura Santschi, 1920	(20)	5	(2)	1	(1)	1	M
	Plagiolepis barbara Santschi, 1911	(4)	2	(42)	1	(0)	0	M
Myrmicinae (59,3 %)	*Aphaenogaster canescens* Emery, 1895	(0)	0	(18)	1	(25)	2	E
	Aphaenogaster crocea André, 1881	(0)	0	(3)	1	(3)	2	I
	Aphaenogaster mauritanica Dalla Torre, 1893	(18)	3	(1)	1	(0)	0	M
	Aphaenogaster sardoa ujhelyii Szabó 1910	(3)	1	(0)	0	(0)	0	M
	Crematogaster auberti levithorax Forel, 1902	(176)	2	(33)	2	(2)	1	M
	Crematogaster laestrygon normandi Santschi, 1921	(32)	3	(16)	1	(0)	0	M
	Crematogaster scutellaris algirica (Lucas, 1849)	(117)	14	(40)	2	(0)	0	M
	Messor medioruber Santschi, 1910	(0)	0	(23)	2	(0)	0	M
	Pheidole pallidula (Nylander, 1849)	(215)	13	(8)	1	(144)	6	P
	Solenopsis occipitalis Santschi, 1911	(5)	3	(290)	1	(0)	0	M
	Temnothorax atlantis (Santschi, 1911)	(4)	3	(0)	0	(0)	0	I
	Temnothorax spinosus (Forel, 1909)	(0)	0	(47)	1	(0)	0	M
	Temnothorax recedens (Nylander, 1856)	(0)	0	(4)	1	(0)	0	H
	Temnothorax algiricus Forel, 1894	(0)	0	(1)	1	(0)	0	M
	Tetramorium biskrense Forel, 1904	(13)	7	(0)	0	(0)	0	M
	Tetramorium atlante Cagniant, 1970	(1)	1	(0)	1	(0)	0	M
Total		**(1307)**	**85**	**(644)**	**25**	**(175)**	**12**	
Richesse	**27**		**18**		**22**		**5**	

PB : Pot Barber, CM : Capture à main ; PA : Piège appât, D : Distribution biogéographique, H : Holoméditerranéenne, M : Maghrébine, P : Paléarctique, E : Endémique algérienne, I : Ibéro-maghrébine. * Les valeurs des abondances sont mises entre parenthèses

Tableau 3. Fréquences d'occurrences calculées pour les fourmis capturées par les différentes méthodes de chasse (Pots Barber, Capture manuelle et Pièges appâts)

Espèces et sous-espèces	**Pi**	**FO %**	**Catégories**	**Statut**
Tapinoma magnum Mayr, 1861	1	2,9	Sporadique	Anthropique
Camponotus alii Forel, 1890	17	50,0	Constante	Eu-forestière
Camponotus lateralis purius Santschi, 1929	3	8,8	Sporadique	Eu-forestière
Camponotus ruber Emery, 1925	2	5,9	Sporadique	Méso-forestière
Colobopsis truncatus (Spinola, 1808)	1	2,9	Sporadique	Eu-forestière
Lepisiota frauenfeldi atlantis Santschi, 1917	1	2,9	Sporadique	Anthropique
Cataglyphis viaticus (Fabricius, 1787)	8	23,5	Accidentelle	Anthropique
Lasius grandis Forel, 1909	1	2,9	Sporadique	Xérophile
Lasius barbarus Santschi, 1931	1	2,9	Sporadique	Méso-forestière
Plagiolepis maura Santschi, 1920	7	20,6	Accidentelle	Méso-forestière
Plagiolepis barbara Santschi, 1911	3	8,8	Sporadique	Méso-forestière
Aphaenogaster canescens Emery, 1895	3	8,8	Sporadique	Méso-forestière
Aphaenogaster crocea André, 1881	3	8,8	Sporadique	Eu-forestière
Aphaenogaster mauritanica Dalla Torre, 1893	4	11,8	Accidentelle	Méso-forestière
Aphaenogaster sardoa ujhelyii Szabó 1910	1	2,9	Sporadique	Méso-forestière
Crematogaster auberti levithorax Forel, 1902	5	14,7	Accidentelle	Méso-forestière
Crematogaster laestrygon normandi Santschi, 1921	4	11,8	Accidentelle	Anthropique
Crematogaster scutellaris algirica (Lucas, 1849)	16	47,1	Accessoire	Eu-forestière
Messor medioruber Santschi, 1910	2	5,9	Sporadique	Anthropique
Pheidole pallidula (Nylander, 1849)	20	58,8	Constante	Anthropique
Solenopsis occipitalis Santschi, 1911	4	11,8	Accidentelle	Milieux découverts
Temnothorax atlantis (Santschi, 1911)	3	8,8	Sporadique	Eu-forestière
Temnothorax spinosus (Forel, 1909)	1	2,9	Sporadique	Eu-forestière
Temnothorax recedens (Nylander, 1856)	1	2,9	Sporadique	Eu-forestière
Temnothorax algiricus Forel, 1894	1	2,9	Sporadique	Eu-forestière
Tetramorium biskrense Forel, 1904	7	20,6	Accidentelle	Anthropique
Tetramorium atlante Cagniant, 1970	2	5,9	Sporadique	Anthropique
	122			

FO : Fréquence d'occurrence ; **Pi :** Nombre d'apparition de l'espèce i dans toute méthode confondue

Tableau 4. Indices écologiques appliqués sur la communauté des fourmis.

Indices	Valeurs
Simpson (1-D)	0,9163
Shannon (H)	2,823
Equitabilité	0,8566

Tableau 5. Estimation de la richesse totale des fourmis.

Estimateurs	Valeurs	Complétude	Complétude moyenne
Richesse observée (S Mean)	27		
ICE	34,63	78 %	73 %
Chao 1	40,39	67 %	
Jacknife 1	35,74	76 %	

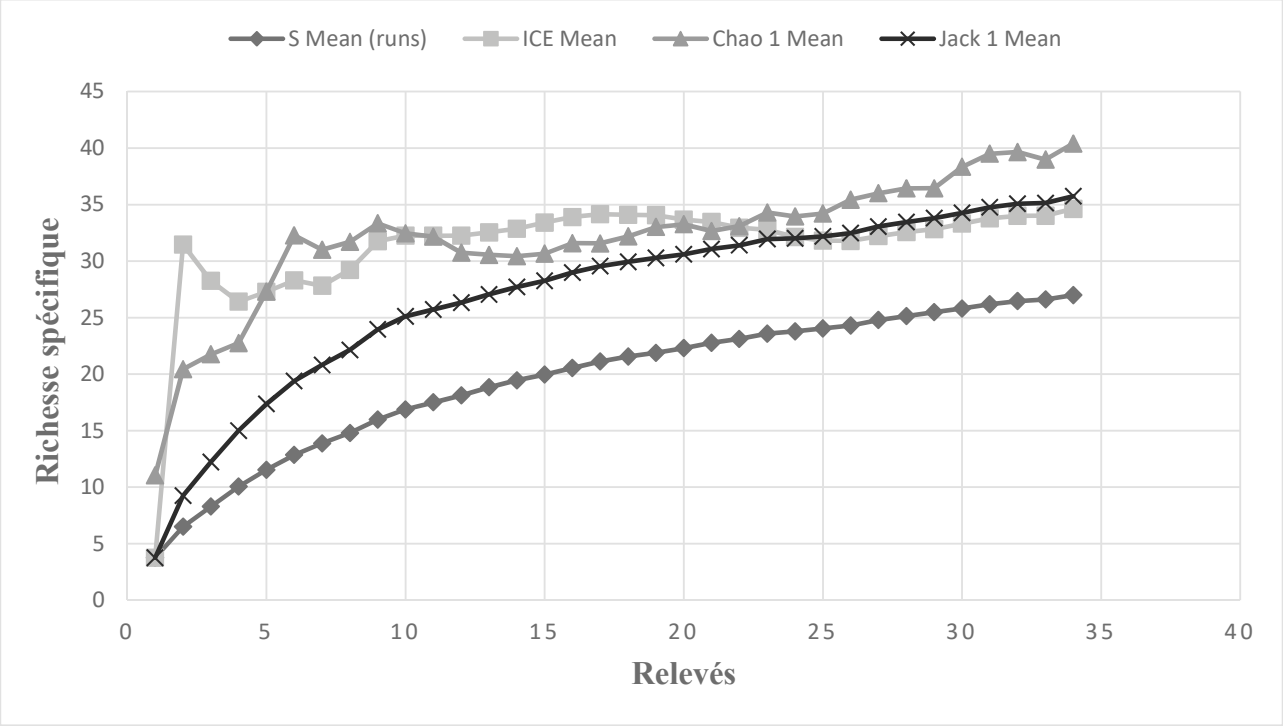


Fig. 3. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes méthodes d'échantillonnage confondues.

DISCUSSION

La présente étude a permis le recensement de 27 espèces avec une prédominance des Myrmicines suivies par les Formicines. Les Myrmicinae sont les plus abondantes non seulement en nombre d'espèces (16 espèces), mais aussi en occurrences (77). Le même constat a été noté par Taheri *et al*. (2014) dans le Parc National de Talassemtane au Maroc, Labbaci *et al*. (2019) dans le Parc National de Djurdjura en Kabylie et Henine-Maouche *et al*. (2020) dans le massif forestier de Guerrouche (Parc National de Taza) au nord de l'Algérie. La majorité des espèces (63 %) trouvées dans la forêt de Yakouren peuvent être qualifiées d'eu-forestières (*C. alii*, *C. lateralis*, *C. truncatus*, *T. atlantis*, *C. scutellaris algirica*, *A. crocea*, *T. recedens, T. algericus, T. spinosus*) et de méso-forestières (*A. canescens, A. mauritanica, A. sardoa ujhelyii, S. occipitalis, C. ruber, C. auberti levithorax*, *L. barbarus, P. maura*, *P. barbara*). Les formes méso-forestières et de lieux découverts s'installent dès que la forêt devient plus claire. Les espèces *A. sardoa ujhelyii*, *A. testaceopilosa canescens, S. occipitalis*, *C. truncatus*, *T. algiricus étant distinguées* comme caractéristiques du biotope. Cinquante ans plus tôt, Cagniant (1973) a pu recenser entre 13 et 24 espèces lors de prélèvements réalisés dans des emplacements comparables (chênaie mixte à 850 m d'altitude). Les relevés de cet auteur consistent en l'utilisation de la méthode des carrés qui se base sur les comptages de nids sur des surfaces standards de 10 x 10 m (au total 32 espèces)

L'utilisation de la méthode de collecte manuelle pour l'échantillonnage des fourmis a permis la capture de 81 % des espèces inventoriées dans la forêt de Yakouren.

La méthode des pots Barber a contribué avec 67 % alors que la chasse par les pièges appâts n'a pu apporter que 19 % de la richesse. La collecte manuelle fournit le plus grand nombre d'espèces lors d'un relevé (Barech *et al*., 2011, 2015, 2016, 2018) et augmente l'efficacité de l'échantillonnage, ainsi que le montre Groc (2006). Les espèces apportées par la chasse à vue (8 espèces) montrent que la combinaison de plusieurs méthodes offre plus de chance de rencontrer de nouvelles espèces. Selon le type d'habitat des fourmis, chaque méthode d'échantillonnage apporte des espèces particulières (Longino & Colwell, 1997).

Les différentes espèces recueillies par les pièges-appâts reflètent un aspect compétitif et préférentiel par rapport aux types d'aliments offerts. Les fourmis prises aux appâts sont généralement peu représentatives de la diversité réelle du site (Lebas *et al*., 2016), mais peuvent être utiles pour l'évaluation des groupes fonctionnels de fourmis (Andersen, 1997). Les appâts sont complémentaires des autres méthodes pour apprécier la biodiversité d'une station (Lebas *et al*., 2016).

Les pots Barber, les pièges appâts et la chasse à vue ont permis de capturer 73 % de la myrmécofaune présente dans la forêt. En comparant avec les résultats de Cagniant (1973), les espèces absentes dans notre étude, à savoir : *Proceratium algericum, Ponera coarctata, Stenamma africanum, Messor lobicornis, Crematogaster sordidula, Temnothorax annibalis, T. monjauzei, Myrmecina atlantis* avec en bordure *Bothriomyrmex atlantis,* et dans les parties plus clairsemées *Camponotus cruentatus et C. spissinodis,* justifient la croissance de la courbe d'accumulation des espèces observées et la divergence de celle-ci avec celles des estimateurs. La courbe d'accumulation n'atteint pas l'asymptote pour la totalité des relevés, ce qui témoigne d'un effort d'échantillonnage incomplet. Des relevés supplémentaires sont donc recommandés afin de rencontrer de nouvelles espèces.

Olson (1991) a constaté que le piégeage par les pots Barber est moins approprié pour l'échantillonnage des fourmis de litière en milieu forestier par rapport à la technique du Winkler qui apporte systématiquement plus de genres, d'espèces et d'ouvrières. Malheureusement, nous n'avons pas pu utiliser cette méthode qui faisait partie de notre protocole d'échantillonnage, car le site n'était pas assez sécurisé. Les sorties sur le terrain nécessitaient l'accompagnement de gardes forestiers dont la disponibilité n'était pas évidente. Ceci nous a amenés à minimiser le nombre de sorties et par conséquent le nombre de relevés. De plus, notre laboratoire ne disposait pas d'un piège Winkler approprié lors de l'élaboration de cette étude. D'un autre côté, les pots Barber sous-estiment la proportion des petites espèces. Ceci est observé dans la présente étude, où la plupart des espèces des genres *Temnothorax* et *Lasius* sont exclusivement collectées à la main. Bestelmeyer *et al*. (2000) notent que la technique du Winkler est commode pour les forêts. Par ailleurs Agosti & Alonso (2000) recommandent de combiner différentes méthodes de piégeage pour la capture des fourmis dans les milieux forestiers afin de dresser un inventaire le plus exhaustif possible.

La diversité observée dans le site d'étude est moyennement élevée ; elle correspond à un peuplement composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité. Des résultats semblables ont été notés par Henine-Maouche *et al.* (2020) dans les trois stations forestières du Parc National de Taza (Algérie) notamment celle du chêne-liège *Quercus suber*, du chêne algérien *Q. canariensis* et du chêne afarès *Q. afares*. Ces auteurs enregistrent des valeurs pour l'indice de diversité de Shannon variant de 2,19 à 2,86 bits. Ils signalent une distribution équilibrée pour les espèces trouvées dans les deux premières stations (E = 0.64).

Il n'existe pas une grande différence dans la distribution des occurrences pour les 27 espèces recensées dans la forêt de Yakouren, sauf pour *Pheidole pallidula* (20 occurrences), *Camponotus alii* (17 occurrences) et *Crematogaster scutellaris algirica* (16 occurrences). Les occurrences élevées des deux dernières espèces sont justifiables, car ce sont des espèces eu-forestières. Par contre, celle de *Pheidole pallidula* est le résultat d'une action conjuguée de l'anthropisation du milieu et de celle des feux répétés qu'a connue cette forêt ces dernières années. Henine-Maouche *et al.* (2020) mentionnent la présence de cette espèce uniquement dans la station de chêne-liège *Quercus suber*.

Les fourmis constituent de bons indicateurs écologiques ; elles manifestent une sensibilité aux changements environnementaux (Cagniant, 1972 ; Ramage & Ravary, 2015). Nous avons dénombré dans la forêt de Yakouren huit espèces (30 %) indicatrices des actions anthropiques, à savoir *Tapinoma magnum*, *Lepisiota frauenfeldi atlantis*, *Cataglyphis viaticus*, *Crematogaster laestrygon normandi*, *Messor medioruber*, *Pheidole pallidula*, *Tetramorium biskrense* et *Tetramorium atlante*. Lorsque Cagniant (1973) a réalisé ses prélèvements entre 1963 et 1967, ces forêts étaient des zones militaires interdites aux publics. De ce fait, l'environnement s'est trouvé protégé durant plusieurs années contre les actions anthropiques, permettant ainsi une « remontée biologique » considérable. De même, il a été montré que la richesse spécifique des fourmis peut être fortement corrélée à celle de la flore, et donc par conséquent être un bon indicateur de l'état écologique d'un écosystème (Andersen *et al*., 1996).

En comparant les relevés, on constate une diminution relative des eu-forestières tandis que s'accroît l'abondance des anthropophiles. Ainsi *P. pallidula,* qui était « accidentelle » devient aujourd'hui « constante » ; *T. biskrense* et *M. medioruber* ne figuraient pas dans les relevés. Les *Plagiolepis* constituaient 18 à 25 % des nids, *P. maura* plus xérophile que *P. barbara* ne nidifiait pas en pleine forêt. L'absence des espèces de sol profond dans les relevés actuels (*P. algericum, P. coarctata, S. africanum, M. atlantis*) traduit probablement une érosion plus

active des sols ou une méthode d'échantillonnage inappropriée, car ces espèces ne fourragent pas en surface. En contrepartie, *C alii* est abondante et même peut-être plus dominante. Elle est considérée comme une espèce très adaptative. Cette fourmi recherche le nectar des fleurs de cistes en particulier, ce qui est observé dans la forêt de Yakouren où le ciste *Cytisus triflorus* Lam. domine le sous-bois. L'occurrence élevée de *P. pallidula* révèle sa capacité de pénétration dans les forêts à la suite de son introduction avec le pâturage et les activités humaines ; Bernard (1968) note que cette espèce pullule dans les forêts de chênes soumises à l'action anthropique. *C. auberti levithorax*, qui évite le couvert dense en forêt et trouve son optimum dans les suberaies assez claires, est « accidentel » (15 %) dans la forêt de Yakouren (il représentait moins de 3 % des nids dans les années 1960). Les *Temnothorax* se montrent sensibles aux perturbations de l'environnement et disparaissent lorsque sévissent le déboisement, l'érosion et le surpâturage (Cagniant & Espadaler, 1997a). Ils constituent donc des indicateurs écologiques et biocénotiques. Notre site d'échantillonnage abrite encore quatre espèces de *Temnothorax : T. atlantis, T. recedens, T. algiricus* et *T. spinosus*. Ce dernier est un bon indicateur de la santé d'une forêt de chênes ou de cèdres au Maghreb : il représente 16 à 28 % des nids dans les belles chênaies vertes à 1200 m d'altitude et jusqu'à 40 % des nids dans les cédraies à 1600 m autour d'Azrou au Maroc (Cagniant, 1973 ; Cagniant & Espadaler, 1997a ; Taheri *et al*., 2014). A Yakouren, *T. spinosus* représentait jusqu'à 12 % des nids dans les relevés des années 1960 et semble à présent devenu plus rare (FO = 3 %). Les diverses espèces de *Lasius* qui représentaient 4 à 7 % des nids auparavant paraissent également en déclin. Il faut donc constater que la relative dégradation du milieu a entraîné une baisse notable de la biodiversité. Un indice supplémentaire de dégradation du site est la présence de *Lepisiota frauenfeldi atlantis*. Cette fourmi est nouvelle pour le milieu ; c'est une thermophile qui envahit les lieux ensoleillés et que l'on trouve jusqu'au Sahara (Bernard, 1961).

La forêt de Yakouren a en effet connu ces dernières années des perturbations dues à plusieurs facteurs humains. Selon le Bureau national des études forestières (BEF), cette forêt est soumise à des pratiques néfastes (élevage extensif, arrachage des espèces végétales ligneuses et herbacées, défrichement, labour illicite et incendies). Ces pratiques se sont accentuées ces dernières années et ont abouti à un processus de dégradation en chaîne du domaine forestier (érosion, déséquilibre au niveau de l'environnement) (Boudedja & Abdelhakim, 2013). Le pourcentage de surface brûlée dans la forêt de Yakouren durant la période 1986-2005 atteint 86,42 % de la surface forestière totale (Meddour-Sahar, 2008). Le feu fait partie du fonctionnement des écosystèmes, toutefois, l'augmentation de leur fréquence a des impacts considérables sur la végétation, la faune, la microfaune, les sols, la déforestation, le climat et la perte de biodiversité (Triplet, 2020). D'après Dajoz (1998), les feux sont responsables de la fragmentation des forêts, ce qui isole les populations en empêchant leur dispersion et affecte l'abondance et la structure des populations d'insectes. Ce même auteur note que la construction de routes forestières, par exemple, représente souvent un obstacle infranchissable pour les insectes et crée de chaque côté une zone de lisière inhabitable pour certaines espèces en raison des modifications du microclimat. Les fourmis essaiment en volant parfois sur de longues distances, mais souvent des ailés viennent échouer au milieu des routes sans pouvoir les franchir.

La mise en place d'un marché traditionnel de poterie ces dernières années (depuis 1990), aux abords de la zone d'étude, semble avoir favorisé l'intrusion des fourmis anthropophiles comme *Tapinoma magnum* et *Pheidole pallidula*. Etant donné que la forêt est un conservatoire de biodiversité (Dajoz, 1998), la sur-fréquentation de celle-ci posera donc de délicats problèmes de gestion.

CONCLUSION

Malgré les perturbations environnementales (actions anthropiques, feux) que subissent les massifs de la Kabylie, les investigations myrmécologiques effectuées dans le cadre de notre étude dans la forêt de Yakouren témoignent d'une dégradation mineure du milieu par rapport aux travaux réalisés sur les fourmis depuis une cinquantaine d'années. Des recherches scientifiques sur ce groupe d'insectes bio-indicateurs au cœur de la forêt de Yakouren et d'autres massifs de la Kabylie devraient être poursuivies afin de mieux connaître les niveaux de biodiversité de ces *hotspots*. Une mise à jour taxonomique nous a permis de retenir de nouveaux statuts pour les taxons suivants :

- *Aphaenogaster sardoa ujhelyii* Szabó, 1910 **n. stat.**
- *Camponotus lateralis purius* Santschi, 1929 **n. stat.**
- *Crematogaster laestrygon normandi* Santschi, 1921 **n. stat.**
- *Crematogaster scutellaris algirica* (Lucas, 1849) **n. stat.**

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont reconnaissants aux évaluateurs de cette publication en l'occurrence le Dr D. Agosti et le Dr A. Freitag pour leurs critiques scientifiques substantielles. Nous remercions le Dr J.-M. Bellanger (CEFE, Montpellier-France) et le Dr K. Rebbas (Université de M'sila) pour leurs aides dans la détermination des champignons de la forêt de Yakouren. M. R. Alouani, responsable des Laboratoires des Sciences Agronomiques de M'sila, est aimablement remercié pour les moyens logistiques mis à la disposition des auteurs. Notre gratitude s'adresse au Dr M. Laribi (Université de Tizi Ouzou) pour l'identification des plantes de la station d'étude et au

Dr R. Blatrix (CEFE, Montpellier-France) pour l'accueil de l'un de nous (LA) en stage scientifique. Cette étude est supportée par le projet PRFU D04N01UN280120180002 (Université Mohamed Boudiaf de M'sila).

RÉFÉRENCES

Agosti D. & Alonso L. E. 2000. The ALL Protocol : A standard *protocol* for the collection of ground dwelling ants. *In* : Agosti D., Majer J., Alonso E., Schultz T. (eds), Ants : Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. *Smithsonian Institution Press, Washington D.C.*, pp. 204-206.

Alonso L.E. 2000. Ants as indicators of diversity. *In* : Agosti D., Majer J., Alonso E., Schultz T. (eds), Ants : Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. *Smithsonian Institution Press, Washington D.C.*, pp. 80-88.

Andersen A. 1997. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities : a comparison with Australia. *Journal of Biogeography* 24(4) : 433-460.

Andersen A. N., Morrison S., Belbin L. 1996. The Role of Ants in Minesite Restoration in the Kakadu Region of Australia's Northern Territory, with Particular Reference to Their Use as Bio-indicators. Final Report to the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist, Australia. 101 pp.

Andersen A.N., Fisher A., Hoffmann B.D., Read J.L., Richards R. 2004. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. *Austral Ecology* 29 : 87-92.

Barech G., Khaldi M., Doumandji S., Espadaler X. 2011. One more country in the worldwide spread of the wooly ant : *Tetramorium lanuginosum* in Algeria (Hymenoptera : Formicidae). *Myrmecological News* 14 : 97-98.

Barech G., Rebbas K., Khaldi M., Doumandji S., Espadaler X. 2015. Redécouverte de la Fourmi d'Argentine *Linepithema humile* (Hymenoptera : Formicidae) en Algérie : Un fléau qui peut menacer la biodiversité. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 56 : 269-272.

Barech G., Khaldi M., Ziane S., Zedam A., Doumandji S., Sharaf M., Espadaler X. 2016. A first checklist and diversity of ants (Hymenoptera : Formicidae) of the saline dry lake Chott El Hodna in Algeria, a Ramsar Conservation Wetland. *African Entomology* 24(1) : 143-152.

Barech G., Khaldi M., Espadaler X., Cagniant H. 2017. Le genre *Monomorium* (Hymenoptera, Formicidae) au Maghreb (Afrique du Nord) : Clé d'identification, avec la redescription de la fourmi *Monomorium major* Bernard, 1953 et nouvelles citations pour l'Algérie. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 61 : 151-157.

Barech G., Khaldi M., Boujelal F-Z., Espadaler X. 2018. Diversité et structure de la myrmécofaune aux abords du barrage El Ksob en Algérie : nouvelle citation pour *Aphaenogaster rupestris* Forel, 1909 (Hymenoptera : Formicidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 62 : 253-258.

Bernard F. 1961. Biotopes habituels des Fourmis sahariennes de plaine d'après l'abondance de leurs nids en 60 stations très diverses. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* 52 : 21-40.

Bernard F. 1968. Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen. 3. Les Fourmis (Hymenoptera Formicidae) d'Europe Occidentale et Septentrionale. *Masson, Paris*, *France*, 411 pp.

Bestelmeyer B.T., Agosti D., Alonso L.E., Brandão C.R.F., Brown W.L., Delabie J.H.C., Silvestre R. 2000. Field Techniques for the Study of Ground-Dwelling Ants : An Overview, Description and Evaluation. *In* : Agosti D., Majer J., Alonso E., Schultz T. (Eds), Ants : Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. *Smithsonian Institution Press. Washington D.C.*, pp. 122-144.

Bigot L., Bodot P. 1973. Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera*. *Vie et milieu*, fasc. 2, sér. C 23 : 229-249.

Bolton B. 2020. An online catalog of the ants of the world. Available from https ://antcat.org. (accessed [10/08/2020])

Boudedja K., Abdelhakim T. 2013. Emergence et résurgence de représentations territoriales face à des mutations socio-économiques dans un territoire rural forestier en Algérie. *Autrepart* (66) : 21-42.

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(1-2) : 138-146.

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.

Cagniant H. 1972. Note sur les peuplements de Fourmis en forêt d'Algérie. *Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse* 108 : 386-390.

Cagniant H. 1973. Les peuplements de fourmis des forêts algériennes. Ecologie, biocénotique, essai biologique. *Thèse Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse*, France, 464 pp.

Cagniant H. 1996a. Les *Aphaenogaster* du Maroc (Hymenoptera : Formicidae) : clé et catalogue des espèces. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 32 : 67-85.

Cagniant H. 1996b. Les *Camponotus* du Maroc (Hymenoptera : Formicidae) : clé et catalogue des espèces. *Annales de la Société entomologique de France* (N.S.) 32 : 87-100.

Cagniant H. 2005. Les *Crematogaster* du Maroc. Clé de détermination et commentaires. *Orsis* 20 : 7-12.

Cagniant H., Espadaler X. 1997a. Les *Leptothorax*, *Epimyrma* et *Chalepoxenus* du Maroc (Hymenoptera : Formicidae). Clé et catalogue des espèces. *Annales de la Société entomologique de France* (N.S.) 33 : 259-284.

Cagniant H., Espadaler X. 1997b. Le genre *Messor* au Maroc (Hymenoptera : Formicidae). *Annales de la Société entomologique de France* (N.S.) 33 : 419-434.

Colwell R.K. 2013. EstimateS : Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0 User's Guide and application. Available at : http ://viceroy.colorado.edu/estimates/.

Dajoz R. 1998. Les insectes et la forêt. *Ed. Technique et Documentation*, Paris, 594 pp.

Faurie C., Ferra C., Medori P., Deveaux J., Hemptinne J.L. 2003. Ecologie : Approche scientifique et pratique. 5ème édition, *Tec & Doc, Paris,* 408 pp.

Gotelli N.J., Ellison A.M., Dunn R.R., Sanders N.J. 2011. Counting ants (Hymenoptera : Formicidae) : biodiversity sampling and statistical analysis for myrmecologists. *Myrmecological News* 15 : 13-19.

Groc S. 2006. Diversité de la myrmécofaune des Causses aveyronnais – Comparaison de différentes méthodes d'échantillonnage. *Mémoire de DESUPS. Université Paul Sabatier*, 39 pp.

Haddar L., Doumandji S., Pujade-Villar J. 2016. Les Cynipini et les Synergini dans les massifs de l'Akfadou et Beni-Ghobri (Algérie), présences de quelques espèces sur des hôtes atypiques (Hym., Cynipidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 40(3-4) : 479-493.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST : Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1) : 1-9, available at : http ://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

Henine-Maouche A., Tahraoui A., Moulai R. 2020. Ants' diversity (Hymenoptera-Formicidae) in the Algeria's humid forests, case of the Guerrouche forest massif (Taza National Park). *Sociobiology* 67(2) : 153-162.

Hölldobler B., Wilson E.O. 1990. The ants. *Harvard University Press, Cambridge, MA,* 732 pp.

Kasseney B.D., N'tie T.B., Nuto Y., Wouter D., Yeo K., Glitho I.A. 2019. Diversity of Ants and Termites of the Botanical Garden of the University of Lomé, Togo. *Insects* 10(7) : 218.

Labbaci A., Marniche F., Daoudi-Hacini S., Boulay R., Milla A. 2019. Species diversity of myrmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) on the southern slope of Djurdjura National Park (Northern Algeria). *Arxius de Miscellània Zoològica* 17 : 219-229.

Lebas C., Galkowski C., Blatrix R., Wegnez P. 2016. Fourmis d'Europe occidentale. *Delachaux & Niestlé*, 415 pp.

Longino J.T. 2000. What to do with the data. *In* : Agosti D., Majer J., Alonso E., Schultz T. (eds), Ants : Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. *Smithsonian Institution Press, Washington D.C.*, pp. 186-203.

Longino J.T., Colwell R.K. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory : capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications* 7 : 1263-1277.

Longino J.T., Coddington J., Colwell R. K. 2002. The ant fauna of a tropical rain forest : estimating species richness three different ways. *Ecology* 83(3) : 689-702.

Majer J.D. 1983. Ants : Bio-lndicators of minesite rehabilitation, Land-Use, and Land Conservation. *Environmental Management* 7(4) : 375-383.

Martelli M.G., Ward M.M., Fraser A.M. 2004. Ant diversity sampling on the southern cumberland plateau : a comparison of litter sifting and pitfall trapping. *Southeastern Naturalist* 3(1) : 113-126.

Médail F., Quézel P. 1997. Hot-Spots Analysis for Conservation of Plant Biodiversity in the Mediterranean Basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84(1) : 112-127.

Meddour-Sahar O. 2008. Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie : Approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wialya de Tizi Ouzou. *Thèse Magister, INA, El Harrach*, Alger, 275 pp.

Messaoudène M., Laribi M., Derridj A. 2007. Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *Bois et forêts des tropiques* 291 : 75-81.

Olson D. M. 1991. A comparison of the efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera, Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica. *Biotropica* 23(2) : 166-172.

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

Santschi F. 1929. Fourmis du Maroc, d'Algérie et de Tunisie. *Bulletin et Annales de la Société Entomologique de Belgique* 69 : 138-165

Santschi F. 1933. Etude sur le sous-genre *Aphaenogaster* Mayr. *Revue suisse de Zoologie* 40 : 389-408.

Schomaker M. E., Zarnoch S. J., Bechtold W. A., Latelle D. J., Burkman W. G., Cox S. M. 2007. Crown-condition classification : a guide to data collection and analysis. Gen. Tech. Rep. SRS-102. Asheville, NC : U.S. *Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station*.

Seifert B. 2019. A taxonomic revision of the members of the *Camponotus lateralis* species group (Hymenoptera : Formicidae) from Europe, Asia Minor and Caucasia. *Soil Organisms* 91 : 7-32.

Shorthouse D. P. 2010. SimpleMappr, an online tool to produce publication-quality point maps. [Retrieved from https://www.simplemappr.net. Accessed November 16, 2020].

Statsoft, INC. 2012. STATISTICA (data analysis software system), version 8. Available at : www.statsoft.com.

Szabó J. 1910. Formicides nouveaux ou peu connus des collections du Musée National Hongrois. Dummy reference. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* (8) : 364-369.

Taheri A., Reyes-Lopez J.L., Bennas N. 2014. Contribution à l'étude de la faune myrmécologique du Parc National de Talassemtane (Nord du Maroc) : biodiversité, biogéographie et espèces indicatrices. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragon*esa (54) : 225-236.

Triplet P. 2020. Dictionnaire Encyclopédique de la Diversité Biologique et de la Conservation de la Nature. 6th edition. ISBN : 978-2-9552171-5-3. Online at : https ://medwet.org/fr/2020/02/dictionnaire-diversite-biologique-2020/

Véla E., Benhouhou S. 2007. Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Comptes Rendus Biologie* 330 : 589-605.

Wang C., Strazanac J., Butler L. 2001. A Comparison of pitfall traps with bait traps for studying leaf litter ant communities. *Journal of Economic Entomology* 94(3) : 761-765.

ANNEXES

Annexe 1 -test ANOSIM calculé pour les relevés effectué dans différentes oliveraies de la Grande Kabylie durant le mois d'Avril, Mai et Juin 2018.

ANOSIM Avec Indice de Bray Curtis	
Permutation N:	9999
Mean rank within:	26,29
Mean rank between:	35,1
R:	0,267
p (same):	0,0107

Stress = 0,1299 R2 Axe 1= 0,5353 Axe 2= 0,4549

Annexe 2 -Dissimilarité moyenne et pourcentage de contribution de chaque espèce échantillonnée à partir de l'analyse de similarité SIMPER.

Taxon	Av. dissim	Contrib. %	Cumulative %	Mean 1	Mean 2	Mean 3	Mean 4
Ats	7,292	10,01	10,01	2	10	11	2
Tma	4,751	6,519	16,52	1,67	10	3,67	1,33
Cvi	4,683	6,425	22,95	4	7,33	2,67	4
Msa	4,086	5,606	28,56	0,333	4,67	5,67	1,67
Tsi	3,885	5,331	33,89	0	5,33	5,67	1,67
Ade	3,855	5,289	39,18	3,33	3,33	3,33	4
Cln	3,625	4,974	44,15	0,667	0	0	5
Mba	3,529	4,842	48,99	1,33	4,33	3	5,33
Tat	2,97	4,075	53,07	1	5	3	0
Pba	2,522	3,461	56,53	0,333	1,33	4,33	0,333

Tbi	2,146	2,944	59,47	1,67	3,67	1,67	0
Pma	2,085	2,861	62,33	1	1,33	3	1
Csa	2,015	2,764	65,1	1,33	3,67	2,33	2
Cth	1,981	2,719	67,81	0	3	2,33	1
Mca	1,962	2,691	70,51	2,67	1	2,33	0,667
Ppa	1,687	2,315	72,82	2	0,667	2	0,667
Cal	1,489	2,043	74,86	3,67	0	0	0
Cal	1,459	2,001	76,86	0,667	0	2	1
Cru	1,394	1,913	78,78	0	2,67	0,333	0,667
Mme	1,177	1,614	80,39	2,33	0	0	0
Cbx	1,124	1,542	81,93	0	0,333	2,33	0
Asu	1,093	1,5	83,43	0,333	0,333	2	0,333
Ama	1,057	1,451	84,88	2,33	0	0	0
Ccr	0,9712	1,333	86,22	3	0	0	0
Atc	0,8975	1,231	87,45	0	1,67	0,667	0
Mpi	0,8446	1,159	88,61	0	0,333	1	1
Cmi	0,8414	1,154	89,76	1,67	0	0	0
Tmi	0,626	0,8589	90,62	0	1	0,333	0
Cdi	0,5079	0,6969	91,32	0	1,33	0	0
Lbr	0,4751	0,6519	91,97	0	0,667	0,333	0
Tal	0,4751	0,6519	92,62	0	0,667	0,333	0

Csl	0,4422	0,6068	93,23	0	0,667	0	0,333
Mse	0,4316	0,5922	93,82	1,33	0	0	0
Mmo	0,3668	0,5032	94,32	0,667	0	0	0
Tre	0,3376	0,4632	94,79	0	0,667	0	0
Mlo	0,3196	0,4385	95,23	0	0	0,667	0
Csp	0,3137	0,4304	95,66	0,333	0,667	0	0
Lfa	0,2794	0,3834	96,04	0	0	0	0,333
Aca	0,2588	0,3551	96,39	0,333	0	0	0
Slo	0,2588	0,3551	96,75	0,333	0	0	0
Msv	0,2579	0,3539	97,1	0	0	0,333	0,333
Cso	0,2572	0,3529	97,46	0,333	0,333	0	0
Man	0,247	0,3389	97,8	0	0	0	0,667
Tsp	0,1726	0,2368	98,03	0	0,333	0	0
Clp	0,1726	0,2368	98,27	0	0,333	0	0
Lba	0,1598	0,2192	98,49	0	0	0,333	0
Tal	0,1598	0,2192	98,71	0	0	0,333	0
Saf	0,1598	0,2192	98,93	0	0	0,333	0
Dfu	0,1598	0,2192	99,15	0	0	0,333	0
Bat	0,1598	0,2192	99,36	0	0	0,333	0
Tan	0,1235	0,1695	99,53	0	0	0	0,333
Mst	0,1235	0,1695	99,7	0	0	0	0,333

Acr	0,1079	0,1481	99,85	0,333	0	0	0
Mgr	0,1079	0,1481	100	0,333	0	0	0

Annexe 3 -Test ANOVA appliqué pour l'efficacité des méthodes d'échantillonnage des fourmis.

Sites	**ANOVA à un seul facteur**					**Résultat**
	SCE	**DDL**	**CM**	**F obs**	**p**	
Oliveraie 1	181,402	2	90,7011	30,25	0,0000000001274	Hautement significative
Oliveraie 2	49,3556	2	24,6778	1,859	0,162	non significative
Oliveraie 3	3,48889	2	1,74444	0,1861	0,8305	non significative
Oliveraie 4	127,583	2	63,7917	10,94	p = 0,00007478	Hautement significative

SCE: somme des carrés entre les groupes; **DDL:** degrès de liberté; **CM:** moyenne des carrés ; **Fobs :** valeur de Fischer observée ; **P :** valeur de probabilité.

Annexe 4 -Test de comparaison multiple de Tukey pour les différentes oliveraies

	PB	**CM**	**PA**
PB		0,0001074	0,0001074
CV	8,686		0,5405
AP	10,19	1,501	

(**30.a :** Oliveraie 1)

	PB	**CM**	**PA**
PB		0,1976	0,2534
CV	2,455		0,989
AP	2,255	0,2004	

(**30.b :** Oliveraie 2)

	PB	CM	PA
PB		0,8686	0,8477
CV	0,7155		0,999
AP	0,7752	0,05963	

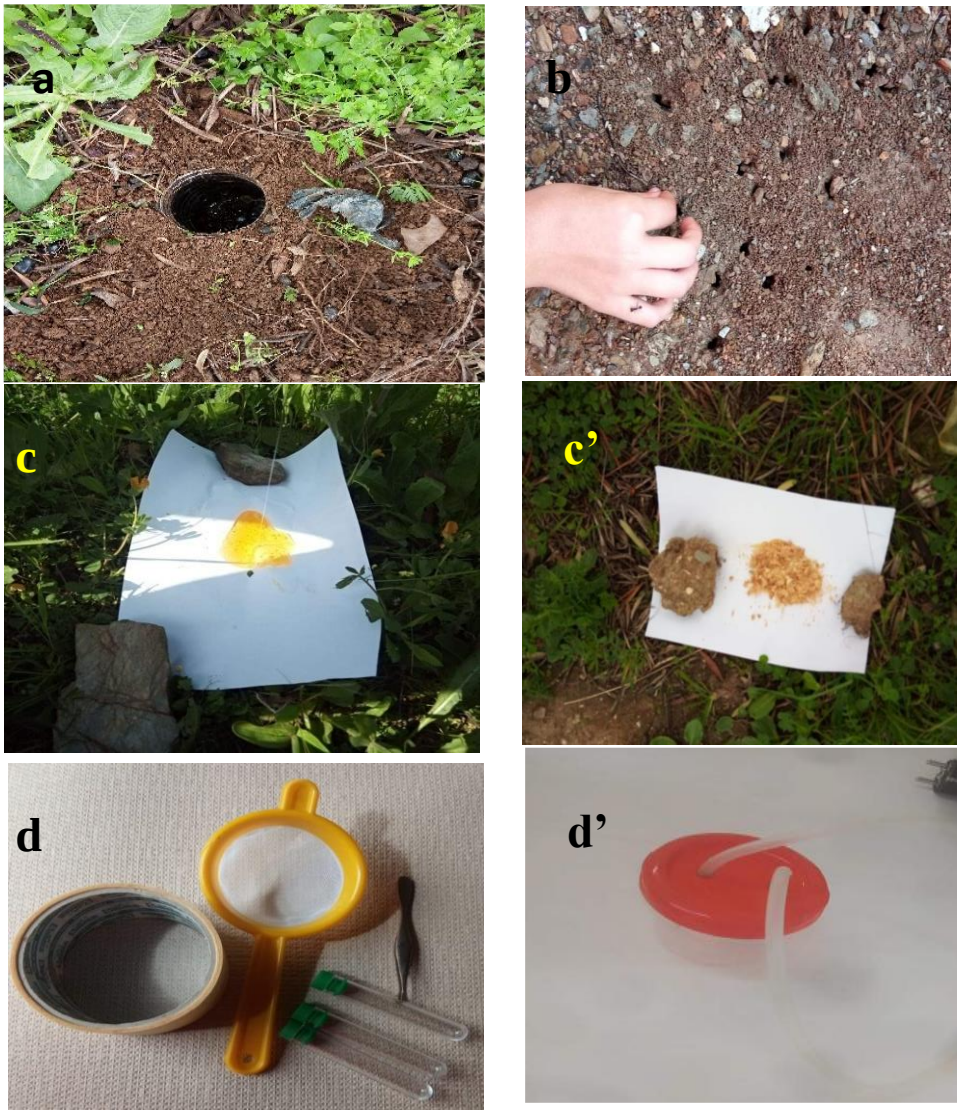
(**30.c :** Oliveraie3)

	PB	CM	PA
PB		0,0009181	0,0002964
CV	5,41		0,9082
AP	6,001	0,5917	

(**30.d :** Oliveraie 4)

NB : (**PB :** Pot Barber ; **CM :** Capture à main ; **PA :** Piège appât).

Annexe 5- Différentes méthodes et matériels d'échantillonnages utilisés pour la collection des fourmis sur terrain (Originale, 2018). « a)- piège Barber ; b)- récolte manuelle dans le nid ; c et c')- piège Appât ; d)- matériels de récolte pour les pots Barber ; d') un aspirateur buccal. »



Annexe 6- Quelques Formicidae collectés dans les stations d'étude (Forêt Yakouren et oliveraies de Tizi-Ouzou).

Camponotus alii « reine »

Camponotus alii « ouvrière »

Camponotus ruber

Camponotus micans

Plagiolepis maura

Lepisiota frauenfeldi atlantis

Sous-Famille : Formicinae

Tetramorium biskrense

Tetramorium semilaeve atlante

Temnothorax algiricus

Temnothorax atlantis

Monomorium salomonis

Monomorium andrei

Monomorium monomorium

Crematogaster scutellaris algiricus en haut (tête à gauche et thorax à droite).

Crematogaster scutellaris alii en bas (tête à gauche et thorax à droite).

Messor striativerntris ***Messor medioruber***

Messor barbarus

Solenopsis longiceps

Aphaenogaster testaceopilosa cabylica

Strongylognathus afer

Sous-Famille : Myrmicinae

Bothriomyrmex atlantis

Tapinoma magnum

Sous-Famille : Dolichoderinae

Dorylus fulvus

Sous-Famille : Dorylinae