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.

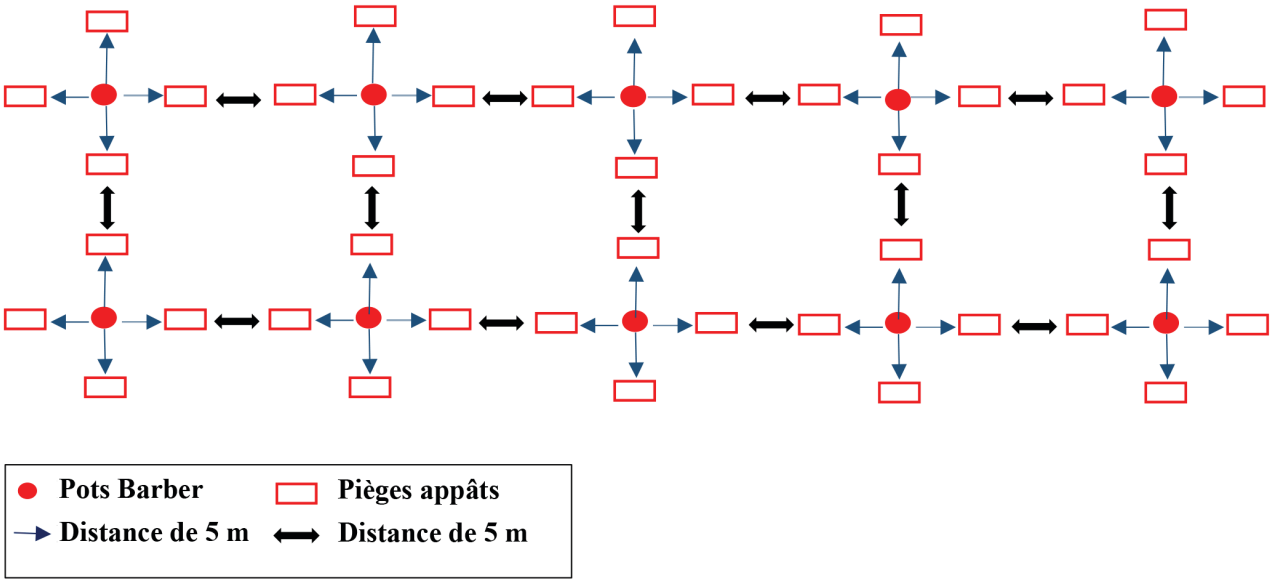

Fig. 2. Plan d'échantillonnage des fourmis dans la forêt de Yakouren.

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 %	

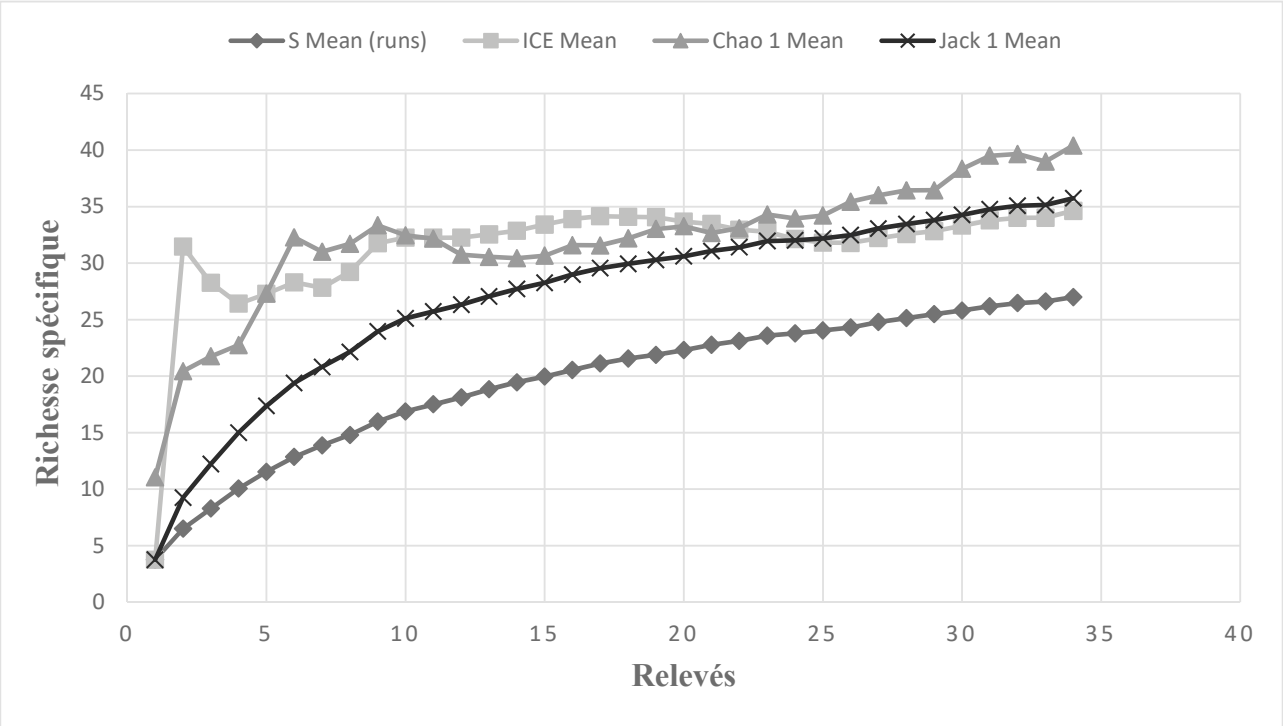

Fig. 3. Courbes d'accumulation des espèces, des estimateurs de la richesse avec toutes méthodes d'échantillonnage confondues.

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 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 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.