

Écologie et phénologie des Gnaphosidae (Araneae, Arachnida) dans la région de Tikjda (Parc National du Djurdjura, Algérie)

Salma CHAIB¹, Ourida KHERBOUCHE-ABROUS¹

¹. Laboratoire Dynamique et Biodiversité, Faculté des Sciences Biologiques, Département Écologie et Environnement, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, BP 32 el alia, Bab-Ezouar, Alger, Algérie.

E-mail: selmach88@gmail.com, ouridakherbouche@yahoo.fr

Manuscrit reçu le 19/07/2021, accepté le 06/10/2021, mis en ligne le 20/12/2021

Résumé Les araignées connues comme un élément majeur dans le fonctionnement des écosystèmes, parfois utilisées comme des bioindicateurs, occupent une grande diversité de niches écologiques. Les Gnaphosidae constituent l'une des plus importantes familles d'araignées au monde en nombre d'espèces, parmi les plus diversifiées et les plus abondantes, et également assez réactives aux perturbations anthropiques. Ce sont principalement des chasseuses nocturnes épigées. L'écologie et la distribution altitudinale des Gnaphosidae ont été étudiées pendant deux années successives (2015-2017), dans la région de Tikjda (Parc National de Djurdjura) sur 12 stations. Ces dernières diffèrent par le recouvrement végétal et d'autres facteurs abiotiques. Les araignées épigées sont collectées à l'aide de pièges Barber. Au total, 329 individus de Gnaphosidae ont été échantillonnés appartenant à 11 genres et 20 espèces. *Heser bernardi* est l'espèce la plus abondante dans la région, elle représente 33 % de la population, suivie par *Zelotes aeneus* (27 %) et *Drassodes lutescens* (11 %). La Cédraie ouverte représente la station avec le plus grand nombre d'individus (57) et la Chênaie est la plus diversifiée (9 espèces). Cette étude a montré que les espèces de Gnaphosidae ont différentes préférences écologiques en relation avec certains paramètres abiotiques associés à la région de Tikjda et que les trois espèces les plus représentées ont un cycle annuel.

Mots-clés Écologie, Phénologie, Gnaphosidae, Araignées, Tikjda.

Ecology and phenology of Gnaphosidae (Araneae, Arachnida) in the Tikjda region (Djurdjura National Park, Algeria)

Abstract Spiders are a major element in the functioning of ecosystems, sometimes being used as bioindicators. They occupy a great diversity of ecological niches. The Gnaphosidae are one of the most important world spider families in terms of number of species, and are among the most diverse and abundant. They are also quite responsive to anthropogenic disturbances. They are mainly epigeal nocturnal hunters. The ecology and altitudinal distribution of this family were studied for two successive years (2015-2017) in the Tikjda region (Djurdjura National Park) at 12 stations. The latter differ in plant cover and other abiotic factors. Epigeal spiders are collected using pitfall traps. A total of 329 individuals of Gnaphosidae were sampled belonging to 11 genera and 20 species. *Heser bernardi* is the most abundant species in the region, representing 33% of the population, followed by *Zelotes aeneus* (27%) and *Drassodes lutescens* (11%). The open cedar plot had the largest number of individuals (57) and the holm oak plot was the most diverse (9 species). This study showed that Gnaphosidae species have different ecological preferences in relation to abiotic parameters associated with the Tikjda region and the three most represented species have an annual cycle.

Keywords Ecology, Phenology, Gnaphosidae, Spiders, Tikjda.

Introduction

L'écologie est la science qui étudie la structure, le fonctionnement et l'évolution des écosystèmes (ALLABY, 2009), elle fait référence à la notion d'habitat (SOUCHIER, 2010). Les biotopes naturels constituent des niches potentielles d'espèces végétales et animales adaptées. L'Algérie, par son

climat très varié de type méditerranéen aux influences montagnardes et ses milieux caractérisés par des reliefs irréguliers et une végétation riche et variable offre une multitude d'écosystème. Ainsi, différents parcs nationaux ont été créés pour conserver et gérer, aussi bien la flore que la faune très diversifiées et très riches.

Le Djurdjura a constitué, depuis le XVII^e siècle, une place privilégiée pour les scientifiques sur le plan de sa biodiversité, plus spécialement floristique et éco-systémique, en raison de son appartenance au hotspot du bassin méditerranéen (MEDAIL & QUEZEL, 1999), et encore plus de sa localisation dans le point chaud de biodiversité « Kabylie-Numidie-Kroumirie » (VELA & BENHOUBOU, 2007). Il a aussi attiré l'attention sur le plan écologique et biogéographique ou syntaxonomique (ADDAR & DAHMANI-MEGREROUCHE, 2013). De tels environnements sont propices à la présence de nombreuses espèces animales comme les Arthropodes qui sont de loin les animaux les plus diversifiés et les plus nombreux. Parmi ce phylum, les araignées connues comme un élément majeur de la faune (MICHAUD & VILLEPOUX, 2010), occupent une grande diversité de niches écologiques (BOREAU DE ROINCE, 2012). Elles ont évolué en suivant les modifications de leurs environnements et en adaptant leurs comportements et techniques de chasse à leurs proies très diversifiées (GAYMARD & LECIGNE, 2018). Les Gnaphosidae constitue l'une des plus grandes familles d'araignées avec principalement des chasseurs nocturnes épigés ; cette

famille est également l'une des plus diverses et dominantes de la région méditerranéenne (CHATZAKI, 2003, 2008 ; CARDOSO *et al.*, 2004, 2007). Les Gnaphosidae sont connus aussi pour leur sensibilité aux perturbations anthropiques (KALTSAS *et al.*, 2012) ; elles peuvent même être utilisées comme indicateurs de biodiversité (GERLACH *et al.*, 2013).

Les Gnaphosidae de l'Algérie ont fait l'objet de nombreux travaux taxonomiques (BOSMANS & JANSSEN, 1999 ; BOSMANS & BLICK, 2000 ; HADDAD & BOSMANS, 2013 ; BOSMANS *et al.*, 2018), mais aucune étude écologique n'a concerné cette famille. C'est pourquoi notre étude sur les Gnaphosidae de Tikjda vise à (i) fournir des informations sur la distribution altitudinale des espèces dans cette région du Parc National de Djurdjura, (ii) comparer la réponse vis-à-vis des perturbations environnementales pour mieux estimer l'écologie de cette famille et surtout mieux déterminer le potentiel de leurs distributions en tant que bio-indicateurs, (iii) ressortir les relations milieu-faune en considérant les facteurs écologiques les plus importants. En complément, la phénologie des espèces les plus communes et abondantes dans la région de Tikjda pourra être approfondie.

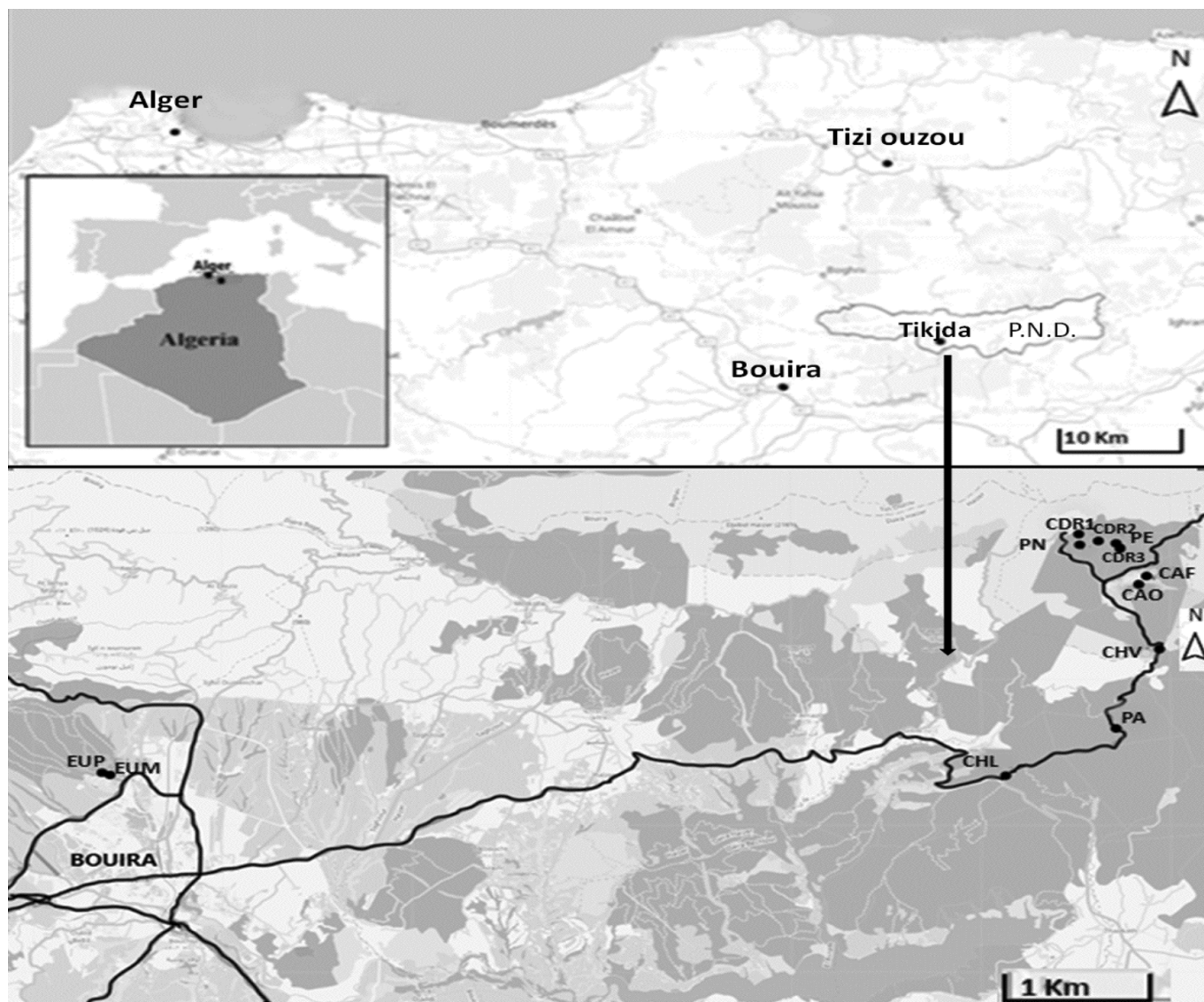


Figure 1

Situation géographique de la région et des stations d'étude.
Locations of the study area and the sampling sites

Tableau I

Caractéristiques des différentes stations d'étude.
Characteristics of the different sampling sites.

| Station | Abréviation | Altitude | Latitude (m) | Longitude | Description | Recouvrement arbre dominant |
|-----------------------------|-------------|----------|--------------|-------------|--|-----------------------------|
| Eucalyptus mixte | EUM | 550 | 36°23'54" N | 03°53'02" E | Forêt mixte, dense (deux espèces d'eucalyptus) | 70% |
| Eucalyptus pure | EUP | 557 | 36°23'54" N | 03°53'05" E | Forêt dense d'eucalyptus | 65% |
| Chêne liège | CHL | 810 | 36°23'53" N | 04°05'32" E | Jeune subéraie clairsemée | 40% |
| Pin d'Alep | PA | 950 | 36°24'32" N | 04°07'02" E | Jeune pinède clairsemée | 40% |
| Chêne vert | CHV | 1280 | 36°25'44" N | 04°07'41" E | Chênaie mature mélangée avec du cèdre | 50% |
| Cédraie anthropisée ouverte | CAO | 1410 | 36°26'49" N | 04°07'32" E | Cédraie ouverte, clairsemée mélangée avec des buissons | 20% |
| Cédraie anthropisée fermée | CAF | 1430 | 36°26'47" N | 04°07'30" E | Cédraie mature, anthropisée | 50% |
| Cédraie 1 | CDR1 | 1500 | 36°27'23" N | 04°06'35" E | Cédraie mature, pure très dense | 90% |
| Pin noir | PN | 1580 | 36°27'15" N | 04°06'35" E | Pin noir mature dense | 60% |
| Cédraie 2 | CDR2 | 1650 | 36°27'18" N | 04°06'52" E | Cédraie mature, pure très dense | 90% |
| Pelouse | PE | 1730 | 36°27'12" N | 04°07'08" E | Pelouse | 2% |
| Cédraie 3 | CDR3 | 1770 | 36°27'10" N | 04°07'10" E | Cédraie mature, pure, dense | 70% |

Matériels et méthodes

Site d'étude

Le Djurdjura, classé Parc National en 1983 et réserve de la biosphère reconnue par l'UNESCO en 1997, se trouve dans la partie nord de l'Algérie à environ 40 km des côtes et 150 km à l'Est d'Alger. S'étendant sur une superficie de 18 850 ha, il intègre des portions de territoire des wilayas de Bouira et de Tizi Ouzou. Il est exposé à la fois au climat frais méditerranéen au nord et au climat plus continental au sud. Le parc est une chaîne de montagnes de l'Atlas tellien, constituant la plus longue chaîne de montagnes de la région de Kabylie, où la période de neige dure de novembre à mai (QUEZEL, 1957). La végétation du parc est de type méditerranéen, composée en majorité de cèdres de l'atlas et chênes verts plus ou moins mélangés selon l'altitude ; on y trouve également des peuplements endémiques, notamment de pin noir.

La présente étude a été réalisée principalement dans la région de Tikjda qui se situe sur le versant sud du massif central du Djurdjura (Figure 1). Elle occupe une superficie de 3 810 ha et se localise entre 36°27'0" N et 4°7'60" E. Douze stations ont été choisies selon plusieurs paramètres écologiques dont l'altitude, les formations et le recouvrement végétal (Tableau I), l'homogénéité ou l'hétérogénéité des milieux, l'anthropisation ainsi que des caractéristiques pédologiques.

Méthodes d'échantillonnage

Les méthodes d'échantillonnage sont nombreuses et le choix d'une ou de plusieurs d'entre elles est souvent déterminé par les exigences du terrain (WHEELER *et al.*, 2001), par les objectifs qualitatifs et/ou quantitatifs de l'étude ainsi que par le mode de vie des animaux étudiés. La pose de pièges Barber (BARBER, 1931) a été choisi ici, méthode efficace pour étudier les araignées épigées (MAURER &

HANGGI, 1990) et beaucoup d'arthropodes en général (COULSON & BUTTERFIELD, 1985). Les pièges utilisés sont des récipients en plastique d'une profondeur de 10 cm et d'un diamètre de 7.5 cm, remplis au 1/3 d'un liquide de conservation (formaldéhyde à 4 %). Au niveau de chaque station, 10 pièges ont été placés distants d'au moins un mètre et en suivant un transect linéaire.

Les prélèvements ont été effectués sur une période de deux années, entre 2015 et 2017, à raison d'un prélèvement par mois. Le matériel biologique est conservé dans de l'alcool à 70 % et identifié au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire (Optika SZM-1) et en utilisant plusieurs clés de détermination : LEDOUX & CANARD (1981), GRIMM (1985), BOSMANS & JANSSEN (1999), HADDAD & BOSMANS (2013), BOSMANS *et al.* (2018), WORLD SPIDER CATALOG (2021).

Structure et composition des peuplements

La structure et la composition des peuplements de Gnaphosidae ont été étudiées en ne considérant que les individus matures, les immatures étant rarement identifiables à l'espèce. Parmi les paramètres écologiques, la diversité spécifique de chaque station a été estimée en utilisant l'indice de Shannon-Weaver H' qui dérive de la théorie de l'information (BARBAULT, 1992). Il se calcule avec la formule suivante :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i ; \text{ avec :}$$

H' = diversité spécifique exprimée en bits.

P_i = fréquence relative de l'espèce i .

\log_2 = logarithme à base de 2.

L'équitabilité est l'indice complémentaire à l'indice de la diversité spécifique, il est calculé afin de pouvoir comparer la diversité de deux peuplements. Il est calculé par la formule suivante : $E = H' / H \text{ max.}$

Tableau 2

Abondance des espèces de Gnaphosidae collectées dans les stations d'étude.
Abundance of Gnaphosidae species collected at the sampling sites.

| Espèces / Stations | EUM | EUP | CHL | PA | CHV | CAO | CAF | CDRI | PN | CDR2 | PE | CDR3 | Total |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|----|------|----|------|-------|
| <i>Cryptodrassus</i> sp | | | | | | 4 | | | | | | | 4 |
| <i>Drassodes lapidosus</i> | | | 2 | | | | | 2 | 1 | | | | 5 |
| <i>Drassodes lutescens</i> | | | | 3 | 2 | | 1 | | 6 | 4 | 1 | 3 | 20 |
| <i>Gnaphosa</i> sp | | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Haplodrassus securifer</i> | | | 2 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | 6 |
| <i>Heser bernardi</i> | | | | 2 | 1 | 34 | 6 | | 3 | 11 | 3 | 1 | 61 |
| <i>Megamirmecion algiricum</i> | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| <i>Nomisia castanea</i> | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Nomisia exornata</i> | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| <i>Nomisia flavimana</i> | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| <i>Setaphis carmeli</i> | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| <i>Trachyzelotes costatus</i> | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| <i>Trachyzelotes mutabilis</i> | | | | 2 | | | | | | | | | 2 |
| <i>Urozelotes</i> sp | | 9 | | | | | | | | | | | 9 |
| <i>Zelotes aeneus</i> | | 1 | 14 | 1 | 1 | 17 | | 1 | 14 | 1 | | | 50 |
| <i>Zelotes erythrocephalus</i> | | 2 | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Zelotes fuscotestaceus</i> | 1 | 1 | 2 | | 1 | | | | 2 | | | | 7 |
| <i>Zelotes pluridentatus</i> | | | | | 1 | | | | 1 | | | | 2 |
| <i>Zelotes poecilochroaformis</i> | 2 | 3 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | 8 |
| <i>Zelotes spadix</i> | | | | | | | | | | | 2 | | 2 |

H max: indice de la diversité maximale exprimé en bits.

Seule la phénologie des trois espèces les plus dominantes du peuplement a été étudiée pendant les deux années d'étude. Le cycle d'activité des mâles et des femelles qui diffère a été suivi séparément.

Analyse statistique

Les données ont été analysées par le test de normalité de Shapiro-Wilk (LEGENDRE & LEGENDRE, 1979) et ANOVA par XLSTAT software (version 4.01, 2015).

Résultats

Au total, durant la campagne d'échantillonnage, 329 individus de la famille des Gnaphosidae ont été récoltés. Parmi eux, 119 individus sont des mâles, 67 des femelles et 143 des juvéniles. Ils appartiennent à 11 genres et 20 espèces (Tableau 2).

Abondance

Ce paramètre a été pris en compte parmi les descripteurs de la biocénose afin d'étudier la structure et la composition des Gnaphosidae dans la région de Tikjda.

L'abondance la plus élevée (57 individus) a été trouvée dans la cédraie clairsemée mélangée avec des buissons, dénommée CAO, et qui représente 31 % (Figure 2). Elle est suivie par la pinède (PN) avec 15 % où *Pinus nigra* est dominant et la subéraie CHL (11 %).

La moyenne est de 13.71 individus par station et cinq des stations étudiées présentent une abondance supérieure à cette valeur.

Parmi les espèces récoltées, *Heser bernardi* (Marinero, 1967) est la plus abondante (33 %) (Figure 3). Elle est suivie par *Zelotes aeneus* (Simon, 1878) (27 %) et *Drassodes lutescens* (C. L. Koch, 1839) (11 %). Les autres espèces sont peu représentées.

L'abondance dans les différents biotopes ne dépend pas du gradient altitudinal (confirmé par ANOVA : $F=3.588$, $P=0.128$). L'allure de la courbe de distribution obtenue semble pourtant bimodale : les peuplements de Gnaphosidae sont assez abondants à 810 m d'altitude et sont très abondants à 1410 m qui sont respectivement une subéraie et une cédraie ouverte.

Richesse, diversité spécifique et équitabilité

En considérant la richesse spécifique des Gnaphosidae récoltées dans les douze stations étudiées, la chênaie (CHV), située à 1 280 m d'altitude, présente la plus élevée avec 9 espèces (Figure 2). Elle est suivie par les stations de pin d'Alep, pin noir et eucalyptus (PA, PN et EUP respectivement) avec 7 espèces chacune.

Cette richesse spécifique n'est pas en lien avec l'altitude (test d'ANOVA : $F = 1.285$, $P = 0.144$).

L'indice de diversité variant en fonction de la richesse spécifique (RAMADE, 1984), la chênaie avec 9 espèces, présente l'indice de Shannon le plus élevé, proche de la diversité maximale Hmax (3.17 bits). Les valeurs de diversité spécifique obtenues pour les différentes stations étudiées varient entre 0.59 et 3.12 bits (Tableau 3). Sept espèces ont été collectées dans les stations EUP, PA et PN, ces stations étant caractérisées par une grande diversité et hétérogénéité floristiques.

Tableau 3

Richesse spécifique (S), Diversité spécifique (H'), Diversité maximale (Hmax) et Équitabilité (E) dans les différentes stations d'étude.
Species richness (S), diversity (H'), maximal diversity (Hmax) and evenness (E) at the sampling sites.

| Stations | EUM | EUP | CHL | PA | CHV | CAO | CAF | CDR1 | PN | CDR2 | PE |
|-------------------------|------|------|------|------|-------------|------|-------------|------|------|------|------|
| Richesse spécifique (S) | 3 | 7 | 5 | 7 | 9 | 5 | 2 | 2 | 7 | 4 | 3 |
| Diversité spécifique H' | 1,5 | 2,21 | 1,57 | 2,66 | 3,12 | 1,44 | 0,59 | 0,92 | 2,11 | 1,38 | 1,46 |
| H max | 1,58 | 2,81 | 2,58 | 2,81 | 3,17 | 2,32 | 1 | 1 | 2,81 | 2 | 1,58 |
| Équitabilité E | 0,95 | 0,79 | 0,61 | 0,95 | 0,98 | 0,62 | 0,59 | 0,92 | 0,75 | 0,69 | 0,92 |

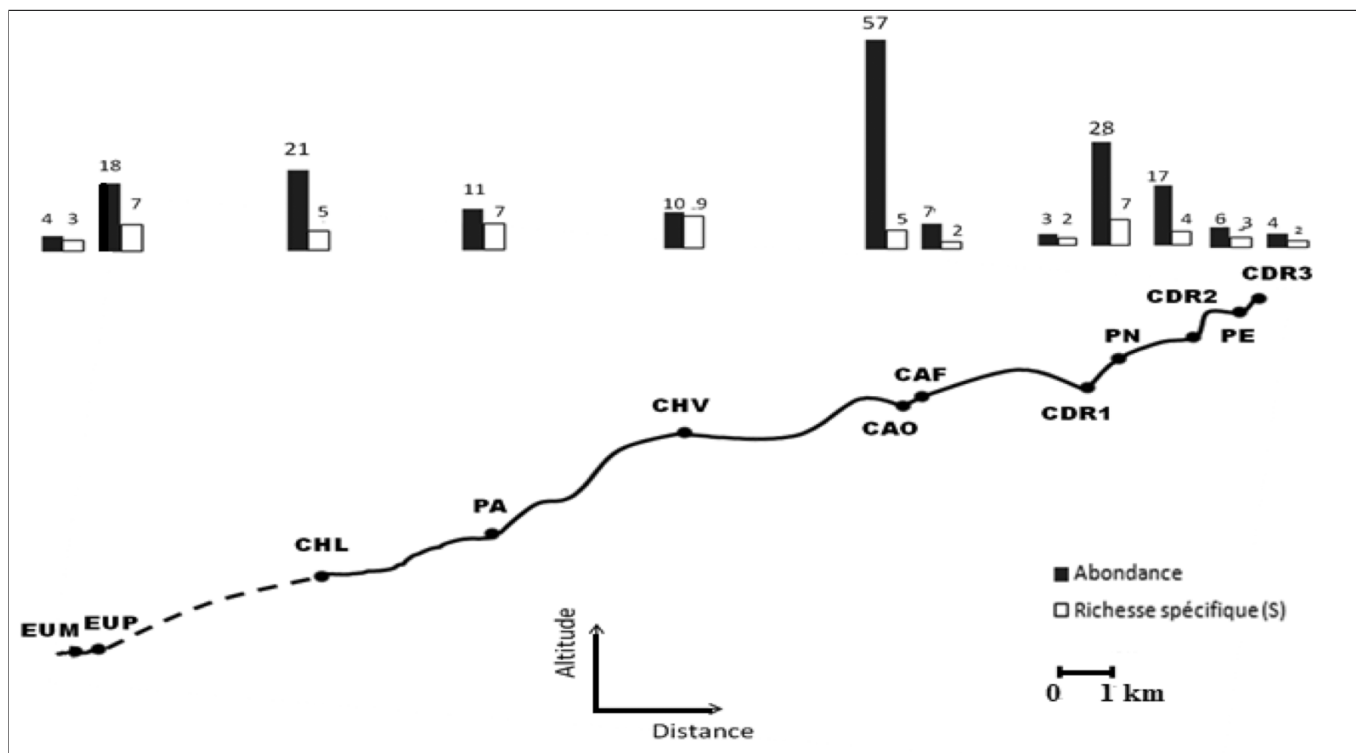


Figure 2

Abondance et richesse spécifique récoltés par station.
Abundance and species richness collected at each site.

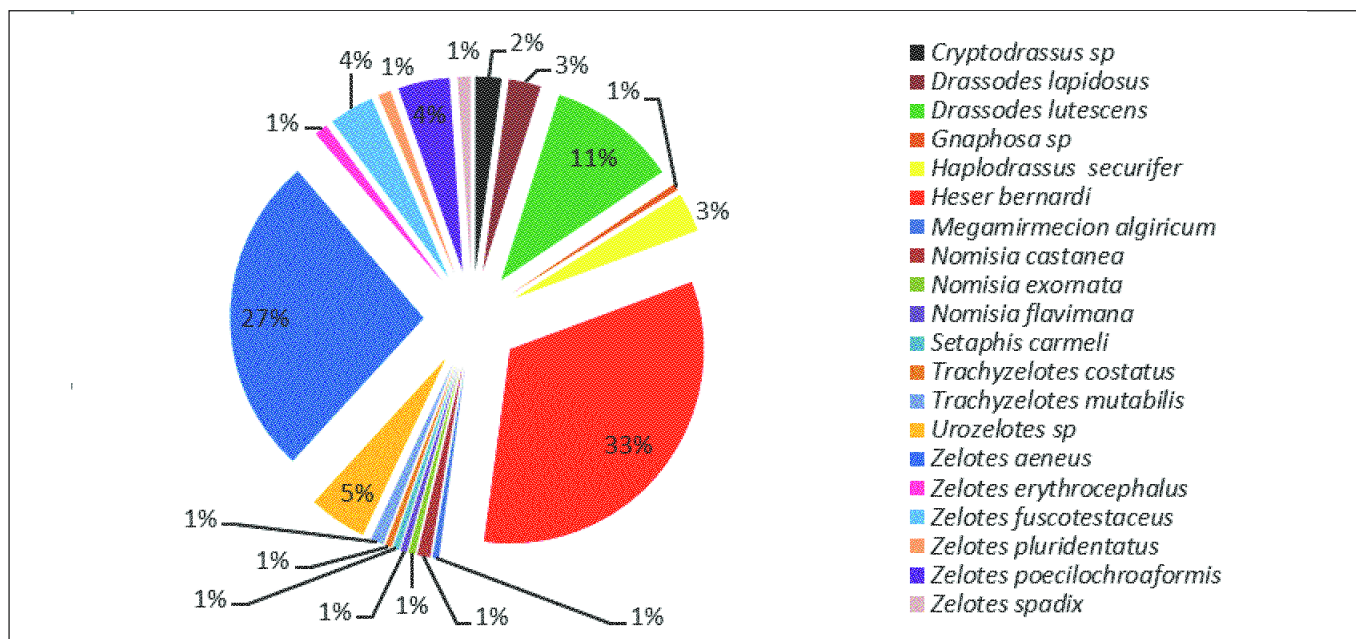


Figure 3

Abondance relative des espèces échantillonnées dans la région d'étude.
Relative abundance of sampled species in the study area.

Les résultats de l'indice de l'équitabilité concordent avec les résultats de la diversité spécifique : le peuplement de la station CHV présente la valeur d'équitabilité la plus élevée ($E = 0.98$), les espèces sont codominantes et chacune est représentée par peu d'individus (LEGENDRE & LEGENDRE, 1979). La cédraie anthropisée fermée (CAF) présente la plus faible valeur d'équitabilité (0.59) (Tableau 3). En effet, le peuplement est dominé par *Heser bernardi*.

Phénologie

Le cycle vital des trois espèces les plus abondantes a donc été étudié dans la région de Tikjda (P.N.D.) entre décembre 2015 et décembre 2017. Elles appartiennent à 3 genres différents : *Heser bernardi* (Marinano, 1967), *Zelotes aeneus* (Simon, 1878) et *Drassodes lutescens* (C.L. Koch, 1839).

Heser bernardi (Marinano, 1967)

Cette espèce est uniquement connue d'Algérie et d'Espagne (W.S.C., 2021). En Algérie, elle se rencontre au niveau des montagnes de l'Atlas de Blida et du Massif du

Djurdjura. Elle est commune dans la plupart des types d'habitats forestiers et des altitudes à partir de 1045 m au parc national de Chréa (MANSOURI-TABET, 2020) et dans les pelouses ainsi que dans les cédraies de Tala-Guilef à 1 422 m, versant nord du Massif du Djurdjura (KHERBOUCHE-ABROUS, 2006).

Dans la région étudiée, elle a été échantillonnée dans la majorité des stations. Mâles et femelles adultes sont présents au printemps-été (Figure 4). Les mâles sont souvent plus errants que les femelles pendant la phase reproductive, d'où leur piégeage en plus grand nombre. L'observation de la même période de présence des adultes sur deux années montre bien que cette espèce a une génération par an, ce qui correspond à un cycle annuel avec une période de reproduction estivale.

Zelotes aeneus (Simon, 1878)

Z. aeneus occupe l'Europe centrale et occidentale de la Méditerranée et l'île de Madère (W.S.C., 2021). Elle est nouvelle pour l'Afrique et pour l'Algérie où elle semble être

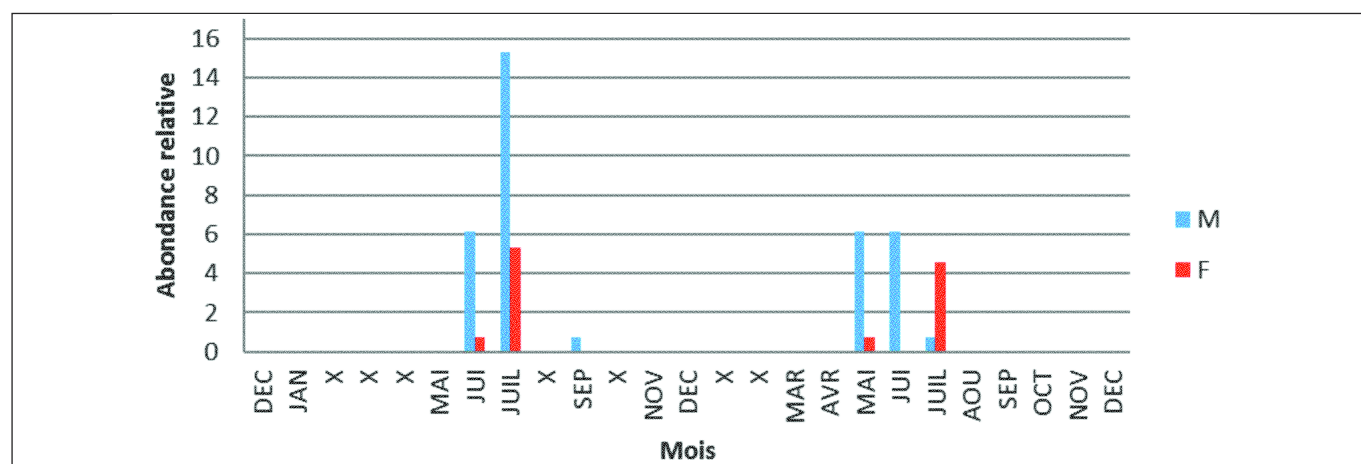


Figure 4

Cycle d'activité mensuel de *Heser bernardi* dans la région d'étude (X= période non échantillonnée) (M : mâles ; F : femelles).
Phenology of *Heser bernardi* in the study area (X= unsampled period) (M: males; F: females).

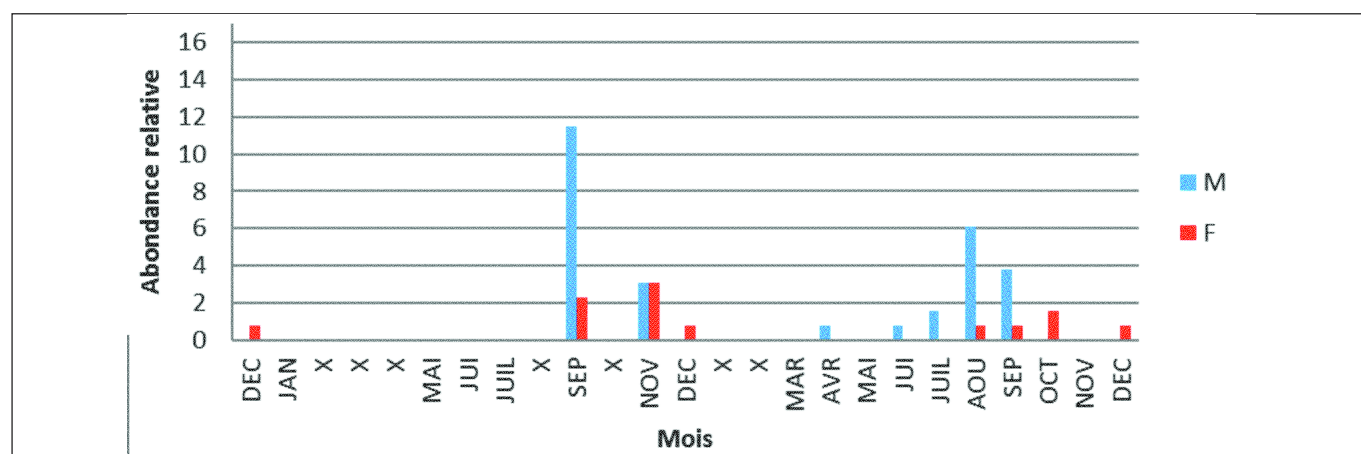


Figure 5

Cycle d'activité mensuel de *Zelotes aeneus* dans la région d'étude (X= période non échantillonnée) (M : mâles ; F : femelles).
Phenology of *Zelotes aeneus* in the study area (X= unsampled period) (M: males; F: females).

une espèce très commune. Elle a été récoltée dans une variété d'environnements, allant des pinèdes proches de la côte (TOUCHI *et al.*, 2018) aux pelouses à 1 400 m d'altitude (MANSOURI-TABET, 2020) et s'étend jusqu'aux Sahara septentrional algérien (ALIOUA, 2018).

À Tikjda, des adultes de cette espèce ont été observés également dans presque toutes les stations, plutôt à l'automne, entre septembre et décembre, sur les deux années même si quelques mâles semblent également présents dès le printemps et durant l'été en 2017 (Figure 5). Les mâles sont moins actifs par rapport aux femelles mais beaucoup plus abondants. Tout comme l'espèce précédente, le cycle semble annuel avec une période de reproduction plutôt automnale.

***Drassodes lutescens* (C. L. Koch, 1839)**

Cette espèce se rencontre dans la région Méditerranéenne, l'Europe, l'Asie centrale jusqu'au Népal (W.S.C., 2021). En Algérie, elle a été récoltée au parc national de Chréa dans une subéraie à 450 m d'altitude (ABROUS-KHERBOUCHE, 1991) et dans des cédraies à 1380 m-1457 m ainsi qu'à Tala-Guilef (Parc National de Djurdjura) où cette espèce préfère les milieux arborescents (ABROUS-KHERBOUCHE *et al.*, 1997). Elle a été échantillonnée au Sahara septentrional algérien (ALIOUA, 2018). Pour cette espèce en abondance moindre que les précédentes, rencontrée uniquement à partir de 800 mètres d'altitude, la période de présence des adultes de cette espèce s'étale essentiellement de l'été à l'automne. Il est à noter qu'une femelle a néanmoins été piégée en janvier (Figure 6). Les femelles sont plus actives que les mâles, elles ont été récoltées dans sept mois de prélèvements.

La distribution quasi unimodale durant chacune des deux années d'échantillonnage semble indiquer un cycle annuel avec une période de reproduction automnale (une seule génération par an).

Discussion

Un nombre important de Gnaphosidae a été récolté dans la cédraie CAO qui est un milieu hétérogène ouvert (Tableau 1). C'est une cédraie ouverte, clairsemée avec un faible têt de recouvrement de *Cedrus atlantica* (20 %), et qui est mélangée avec des buissons qui permettent aux espèces de Gnaphosidae de se cacher dans des loges de repos plus protégées au cours de la journée. D'après PITTA *et al.* (2019) l'abondance diminue lors du passage des habitats ouverts aux habitats fermés. Ceci corrobore notre résultat ; en effet, cette famille est plus abondante dans les milieux ouverts. Ajouté à ceci, la station CAO est fréquentée par des visiteurs qui laissent des restes dans la nature et qui, apparemment, attire des invertébrés qui se cachent sous les buissons qui sont assez présents. Ils représentent des proies abondantes dans ce biotope pour les Gnaphosidae prédatrices. En effet, l'altération des éléments importants dans les écosystèmes affecte l'abondance des prédateurs invertébrés, comme les araignées (HINES *et al.*, 2003).

CHATZAKI *et al.* (2005) confirme dans son étude que l'abondance des espèces de Gnaphosidae ne suit pas le gradient altitudinal dans les différents biotopes, ce qui corrobore notre résultat. Cependant l'allure de la courbe de distribution obtenue dans notre étude est différente du résultat obtenu dans la Crète (Grèce) dont les formations végétales dominantes sont les phryganes et des maquis allant de la côte jusqu'à 1 950 m d'altitude, et où cette famille présente une distribution d'abondance unimodale (CHATZAKI *et al.*, 2005).

La richesse élevée à Tikjda a été observée dans la chênaie (CHV) où *Quercus ilex* est dominant avec quelques cèdres avec lequel ils présentent un recouvrement de 50 % (Tableau 1). Cette station présente une litière assez épaisse, composée essentiellement de feuilles de chênes assez dures et d'aiguilles de cèdres, et qui forme un micro-habitat adéquat pour de nombreuses espèces. Ce résultat concorde avec les travaux de LEDOUX *et al.* (2004).

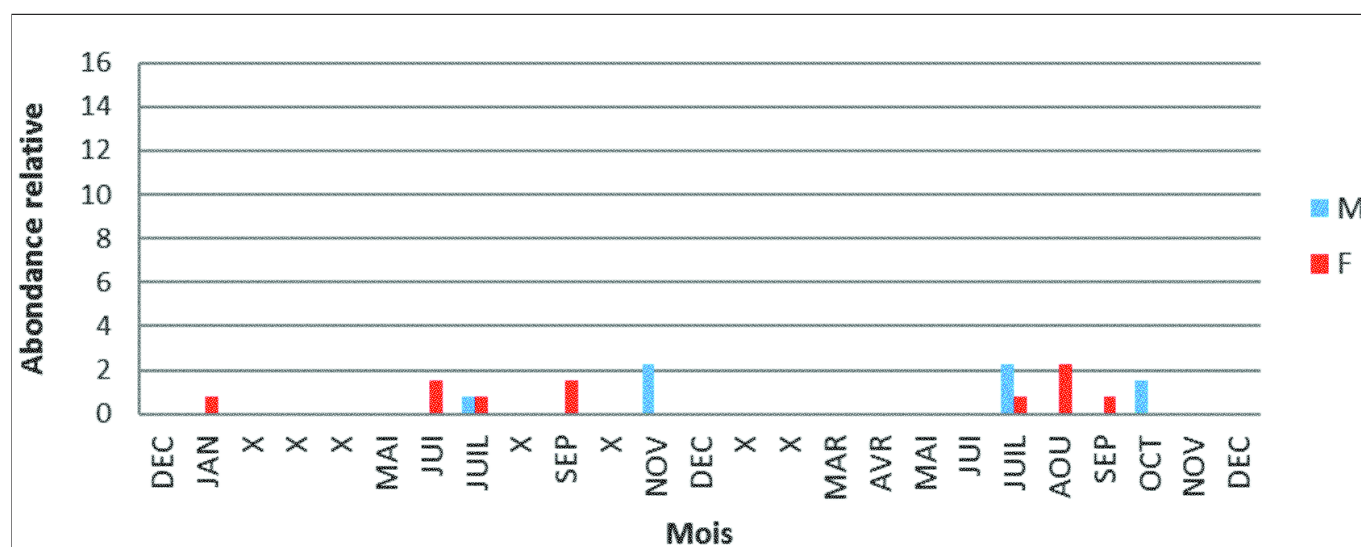


Figure 6

Cycle d'activité mensuel de *Drassodes lutescens* dans la région d'étude (X = période non échantillonnée) (M : mâles ; F : femelles).
Phenology of *Drassodes lutescens* in the study area (X = unsampled period) (M: males; F: females).

Cette chênaie mature mélangée avec du cèdre est un biotope hétérogène qui permet aux espèces de Gnaphosidae de cohabiter et de partager les ressources du milieu sans engendrer la compétition intra et interspécifique. L'hétérogénéité du milieu fournit plus de niches écologiques et offre plus de proies à la communauté d'araignées (GREENBERG & McGRANE, 1996 ; RODRIGUES *et al.*, 2014 ; ZHENG *et al.*, 2015, 2017 ; PITTA *et al.*, 2019), ce qui caractérise nos stations ayant la richesse spécifique la plus élevée.

La cédraie anthropisée fermée (CAF) est la station ayant la plus basse valeur d'indice d'équitabilité, ceci peut être expliqué par l'effet de l'anthropisation et la proximité de la station au milieu urbain présent dans la région de Tikjda où des activités sportives ont lieu. En effet, ce résultat concorde avec les travaux de KALTSAS *et al.* (2014), MANSOURI *et al.* (2020) et MANSOURI-TABET (2020), qui montrent que l'urbanisation a un effet négatif sur la richesse des Gnaphosidae.

Les résultats de notre étude montrent que les espèces récoltées de Gnaphosidae n'ont pas une distribution altitudinale et que le principal facteur influençant la présence des espèces de Gnaphosidae à Tikjda est le type d'habitat ainsi que la richesse floristique. Ce résultat a été démontré par plusieurs études antérieures (ZAKKAK *et al.*, 2014 ; ZOGRAFOU *et al.*, 2017 ; ÁVILA *et al.*, 2017).

L'étude phénologique des trois espèces les plus abondantes a permis d'apporter des éléments sur leur cycle. Selon le modèle suggéré pour les Gnaphosidae méditerranéennes (CHATZAKI *et al.*, 2005), les trois espèces sont eurychrones de type III pour *Heser bernardi* et de type IV pour *Zelotes aeneus* et *Drassodes lutescens*.

La méthode des pièges Barber n'est pas suffisante pour étudier la phénologie des Gnaphosidae, même si elle donne des résultats très satisfaisants sur la structure et la composition des peuplements. Il faut compléter avec une méthode absolue, la chasse à vue par exemple, pour repérer leur activité et leur cachette dans des retraites plus protégées au cours de la journée.

Conclusion

Le présent travail fait un premier inventaire global d'espèces Gnaphosidae présentes dans la région de Tikjda avec 20 espèces identifiées. Leur abondance, richesse ainsi que diversité ne suivent pas le gradient altitudinal établie dans la problématique de cette étude. Les espèces récoltées de Gnaphosidae sont différentes selon la formation végétale de la station choisie. Ainsi, leur distribution est affectée directement par la structure de l'habitat et l'hétérogénéité du couvert végétal. L'étude phénologique des trois espèces les plus abondantes a permis d'apporter des éléments sur leur cycle qui semble annuel pour chacune avec une période de reproduction plus estivale pour *Heser bernardi* par rapport aux deux autres qui serait plutôt automnale ; les trois espèces présentent ainsi une génération par an dans la région de Tikjda. La méthode des pièges Barber devra être complétée par d'autres techniques pour étudier de manière plus fine leur phénologie.

Remerciements

Nous remercions le directeur du Parc National de Djurdjura de nous avoir permis d'accéder aux stations, Mme Ahlem Rayane pour son aide sur le terrain et le Dr Robert Bosmans pour son aide dans l'identification de certaines espèces d'araignées. Nous sommes reconnaissantes à Christine Rollard qui nous a aidées à améliorer le manuscrit.

Références

- ABROUS-KHERBOUCHE, O. (1991).- *Étude systématique et écologique des Arthropodes non insectes suivant un gradient altitudinal dans l'Atlas Blidéen*. Thèse de Magister, I.S.N., U.S.T.H.B., Alger, 113 p.
- ABROUS-KHERBOUCHE, O. & JOCQUÉ, R. & MAELFAIT, J.P. (1997).- Les effets du surpâturage sur l'aranéofaune dans la région de Tala-Guilef (Parc National du Djurdjura, Algérie). *Bull. Anns Soc. r. belge Ent.*, **133**, 71-90.
- ADDAR, A. & DAHMANI-MEGREROUCHE M. (2013).- Apport de la cartographie des habitats forestiers dans l'évaluation d'indicateurs de biodiversité : cas du massif du Djurdjura. 4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems" – ALGERIA, 19-21 novembre, 286-292.
- ALIOUA, Y. (2018).- *Étude des peuplements d'araignées dans différents écosystèmes du Sahara septentrional algérien*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, département sciences agronomiques, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 124 p.
- ALLABY, M. (2009).- *Basics of Environmental Science*. 2nd Edition Routledge, Francis et Taylors groupe, New Work, 153 p.
- ÁVILA, A.C., STENERT, C., RODRIGUES, E.N.L. & MALTCHIK, L. (2017).- Habitat structure determines spider diversity in highland ponds. *Ecol. Res.*, **32**, 359-367.
- BARBAULT, R. (1992).- *Écologie des peuplements. Structure dynamique et évolution*. Paris, Éd. Masson, 273 p.
- BARBER, H.S. (1931).- Traps for cave inhabiting insects. *Journ. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, **46**, 259-266.
- BOREAU DE ROINCE, C. (2012).- *Biodiversité et aménagements fonctionnels en verger de pommiers : implication des prédateurs généralistes vertébrés dans le contrôle des ravageurs*. Thèse Agronomie Paris Tech, 189 p.
- BOSMANS, R., KHERBOUCHE-ABROUS, O., BENHALIMA, S. & HERVE, C. (2018).- The genus *Haplodrassus* Chamberlin, 1922 in the Mediterranean and the Maghreb in particular (Araneae: Gnaphosidae). *Zootaxa*, **4451** (1), 1-67.
- BOSMANS, R. & BLICK, T. (2000).- Contribution to the knowledge of the genus *Micaria* in the West-palaearctic region, with description of the new genus *Arboricaria* and three new species (Araneae Gnaphosidae). *Memorie della Società entomologica italiana*, **78**, 443-476.
- BOSMANS, R. & JANSSEN, M. (1999).- The ground spider genus *Setaphis* in the Maghreb countries (Araneae

- Gnaphosidae). *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie*, **155**, 82-90.
- CARDOSO, P., SILVA, I., DE OLIVEIRA, N.G. & SERRANO, A.R.M. (2004).- Higher taxa surrogates of spider (Araneae) diversity and their efficiency in conservation. *Biol. Conserv.*, **120**, 517-524.
- CARDOSO, P., SILVA, I., DE OLIVEIRA, N.G. & SERRANO, A.R.M. (2007).- Seasonality of spiders (Araneae) in Mediterranean ecosystems and its implications in the optimum sampling period. *Ecol. Entomol.*, **32**, 516-526.
- CHATZAKI, M. (2003).- *Ground spiders of Crete (Araneae, Gnaphosidae): taxonomy, ecology and biogeography*. Dissertation, University of Crete, Greece.
- CHATZAKI, M., MARKAKIS, G. & MYLONAS, M. (2005).- Phenological patterns of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) on Crete, Greece. *Ecologia mediterranea*, **XXXI**, 33-53.
- CHATZAKI, M. (2008).- A critical review of the spider family Gnaphosidae in Greece. In Makarov S.E. & Dimitrijević R.N. (Eds): *Advances in Arachnology and Developmental Biology*. Papers Dedicated to Prof. Dr. Božidar Čurčić. Inst. Zool., Belgrade; BAS, Sofia; Fac. Life Sci., Vienna; SASA, Belgrade & UNESCO MAB Serbia, Vienna-Belgrade-Sofia, Monographs 12, pp. 355-374.
- COULSON, J.C. & BUTTERFIELD, J.E.L. (1985).- The invertebrate communities of peat and upland grasslands in the north of England and some conservation implications. *Biol. Conserv.*, **34**, 197-225.
- GAYMARD, M. & LECIGNE, S. (2018).- Contribution à la connaissance de l'aranéofaune (Araneae) du Gard et en particulier du massif des Gorges du Gardon (Occitanie, France). *Bulletin de l'Association Française d'Arachnologie*, **1**, 2-39.
- GERLACH, J., SAMWAYS, M. & PRYKE, J. (2013).- Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. *J. Insect Conserv.*, **17**, 831-890.
- GREENBERG, C.H. & MCGRANE, A. (1996).- A comparison of relative abundance and biomass of ground-dwelling arthropods under different forest management practices. *For. Ecol. Manag.*, **89**, 31-41.
- GRIMM, U. (1985).- Die Gnaphosidae mitteleuropas (Arachnida, Araneae). *Abh. Naturh. Ver. Hamburg*, **26**, 1-318.
- HADDAD, C.R. & BOSMANS, R. (2013).- Synonymy of the North African spider genus *Castanilla* Caporiacco, 1936 with *Micaria* Westring, 1851 (Araneae: Gnaphosidae). *Zootaxa*, **3734** (3), 397-399. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3734.3.10>.
- HINES, J., MEGONIGAL, J.P. & DENNO, R.F. (2003).- Nutrient subsidies to belowground microbes impact aboveground food web interactions. *Ecology*, **87**, 1542-1555.
- KALTSAS, D., PANAYIOTOU, E., CHATZAKI, M. & MYLONAS, M. (2014).- Ground spider assemblages (Araneae: Gnaphosidae) along an urban-rural gradient in the city of Heraklion, Greece. *Eur. J. Entomol.*, **111** (1), 59-67.
- KALTSAS, D., PANAYIOTOU, E., TRICHAS, A., CHATZAKI, M. & MYLONAS, M. (2012).- Co-occurrence patterns and shaping processes of assembly in beetle and spider communities in eastern Mediterranean maquis formations. *J. Biol. Res. (Thessaloniki)*, **18**, 187-197.
- KHERBOUCHE-ABROUS, O. (2006).- Les Arthropodes non insectes épigés du parc national du Djurdjura : diversité et écologie. Thèse de Doctorat d'État, F.S.B., U.S.T.H.B., Alger, 197 p.
- LEDOUX, J.C. & CANARD, A. (1981).- *Initiation à l'étude systématique des araignées (Introduction to the systematic study of the spiders)*. Paris, Éd. Domazan, 56 p.
- LEDOUX, J.C., RAPHAËL, B. & EMERIT, M. (2004).- *Araignées de la réserve naturelle de Jujols (Pyrénées Orientales)*. Office pour l'information éco-entomologique du Languedoc-Roussillon, 21 p.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. (1979).- *Écologie numérique : La structure des données écologiques*. Paris, Éd. Masson, 247 p.
- MANSOURI, H., OULDRIOUS, S., KHERBOUCHE-ABROUS, O., OULDRIOUS, A. & BELADJAL, L. (2020).- Effects of anthropogenic factors on spider communities (Arthropoda: Araneae) in Chréa National park (Blida, Algeria). *Afr. J. Ecol.*, **58**, 409-421. ISSN: 1365-2028. <http://dx.doi.org/10.1111/aje.12701>.
- MANSOURI-TABET, H. (2020).- *Écologie des Aranéides (Arthropodes, Arachnides) suivant différentes structures de la végétation et en relation avec les facteurs anthropiques dans le parc national de Chréa*. Thèse de Doctorat, F.S.B., U.S.T.H.B., Alger, 130 p.
- MAURER, R. & HÄNGGI, A. (1990).- *Katalog der schweizerischen Spinnen*. Neuchâtel, CSCF, Documenta Faunistica Helvetiae, 12, 412 p.
- MEDAIL, F. & QUEZEL, P. (1999).- Biodiversity hotspots in the Mediterranean basin: setting global conservation priorities. *Conserv. Biol.*, **13**, 1510-1513.
- MICHAUD, A. & VILLEPOUX, O. (2010).- *Les Araignées de la Cladiaie des Lacs de Conzieu (Département de l'Ain)*. La Réserve Naturelle du Marais de Lavours, 51 p.
- PITTA, E., ZOGRAFOU, K., POURSANIDIS, D. & CHATZAKI, M. (2019).- Effects of climate on spider beta diversity across different Mediterranean habitat types. *Biodiversity and Conservation*, **28**, 3971-3988.
- QUEZEL, P. (1957).- *Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord*. Paris, P. Lechevalier, 463 p.
- RAMADE, F. (1984).- *Écologie fondamentale*. Paris, Éd. Mac Graw Hill. 362 p.
- RODRIGUES, E.N.L., MENDONÇA, M.S. JR. & COSTA-SCHMIDT, L.E. (2014).- Spider diversity responds strongly to edge effects but weakly to vegetation structure in riparian forests of Southern Brazil. *Arthropod-Plant Intermed.*, **8**, 123-133.
- SOUCHIER, B. (2010).- *La pédologie dans ses rapports avec l'écologie. Évolution des concepts et applications*. Centre de Pédologie Biologique, Université de Nancy, 149-166.
- TOUCHI, W., KHERBOUCHE-ABROUS, O., SAADI, A. & BELADJAL, L. (2018).- Spiders communities (Arthropoda, Araneae) in different pine forests of Zeralda game reserve (Algiers, Algeria): Taxonomy and biodiversity. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, **73** (3), 269-282.

- VELA, E. & BENHOUBOU, S. (2007).- Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C. R. Biologies*, **330**, 589-605.
- WHEELER, T.A., HUBER, J.T. & CURRIE, D.C. (2001).- Label Data Standards for Terrestrial Arthropods. *Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods)*, **8**, 20 p.
- WORLD SPIDER CATALOG (2021).- World Spider Catalog. Version 22.5. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on {25/08/2021}. doi: 10.24436/2.
- XLSTAT (2015).- XLSTAT for Microsoft Excel. XLSTAT Addinsoft, Paris, France. <http://www.xlstat.com/f>.
- ZAKKAK, S., CHATZAKI, M., KARAMALIS, N. & KATI, V. (2014).- Spiders in the context of agricultural land abandonment in Greek Mountains: species responses, community structure and the need to preserve traditional agricultural landscapes. *J. Insect Conserv.*, **18**, 599-611.
- ZHENG, G., LI, S.Q. & YANG, X.D. (2015).- Spider diversity in canopies of Xishuangbanna rainforest (China) indicates an alarming juggernaut effect of rubber plantations. *Forest Ecology and Management*, **338**, 200-207.
- ZHENG, G., LI S., WU, P., LIU, S., KITCHING, R.L. & YANG, X.D. (2017).- Diversity and assemblage structure of bark-dwelling spiders in tropical rainforest and plantations under different management intensities in Xishuangbanna, China. *Insect Conserv Divers.*, **10**, 224-235.
- ZOGRAFOU, K., ADAMIDIS, G.C., KOMNENOV, M., KATI, V., SOTIRAKOPOULOS, P., PITTA, E. & CHATZAKI, M. (2017).- Diversity of spiders and orthopterans respond to intra-seasonal and spatial environmental changes. *J. Insect Conserv.*, **21**, 531-543.