**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DE MEDEA**

**FACULTE DES SCIENCES**




## Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de **Master**

En Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie et Ecologie

**Spécialité :** Ecologie

**Par :**

**Hamadi Hicham**

**Thème :**

# Diversité et structure des populations des Héteroptères en milieu forestier dans la région de Bouchrahil (Médéa)

Soutenue publiquement le : 25/06/2025, Devant le jury composé de :

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Dr NABI Fahima** | **MCA** | U. Médéa | Président |
| **Dr AIT MOUHEB Houcine** | **MCB** | U. Médéa | Examinateur |
| **Dr KHELLAF Nora** | **MCA** | U. Médéa | Encadreur |

**Année universitaire 2024/2025**

**Résumé**

La présente étude a été menée dans la forêt de Bouchrahil (Région de Médea) afin d'évaluer la diversité, la composition et la dynamique temporelle des communautés d'Hétéroptères. Au total, 26 espèces réparties en 12 familles ont été recensées, avec une dominance marquée de *Pyrrhocoris apterus* (60,68 %), suivi de *Notonecta* glauca (6,44 %) et *Camptopus lateralis* (2,63 %), toutes présentes dans 100 % des relevés. Une richesse spécifique maximale a été noté en mai, liée à l'augmentation des températures et à l'émergence post-hivernale. La région d'étude est caractérisée par la présence simultanée d'espèces aquatiques, phytophages, prédatrices et xérothermophiles. Présence d'espèces rares ou accidentelle, *Syromastus rhombeus*, *Nezara viridula*, *Dicranocephalus agilis*), indicatrices de microhabitats spécifiques ou de populations relictuelles. L'étude spatio-temporelle montrent une progression continue de la diversité entre février et mai, sans rupture écologique majeure, suggérant une stabilité du milieu forestier. L'indice de Shannon-Weaver (H' = 2,31) indique une diversité modérée, avec une faible équitabilité (E = 0,49), reflet de la dominance de certaines espèces.

**Abstract**

The present study was conducted in the Bouchrahil forest (Médéa region) to assess the diversity, composition, and temporal dynamics of Heteroptera communities. A total of 26 species belonging to 12 families were recorded, with a marked dominance of *Pyrrhocoris apterus* (60.68%), followed by *Notonecta glauca* (6.44%) and *Camptopus lateralis* (2.63%), all present in 100% of the samples. The highest species richness was recorded in May, associated with rising temperatures and post-winter emergence. The study area is characterized by the simultaneous presence of aquatic, phytophagous, predatory, and xerothermophilous species. The presence of rare or accidental species (*Syromastus rhombeus*, *Nezara viridula*, *Dicranocephalus agilis*) indicates specific microhabitats or relict populations. The spatio-temporal analysis shows a continuous increase in diversity from February to May, without major ecological disruption, suggesting the stability of the forest environment. The Shannon-Weaver diversity index (H' = 2.31) indicates moderate diversity, with low evenness (E = 0.49), reflecting the dominance of certain species.

**الملخص**

بهدف تقييم تنوع وتركيب وديناميكية مجتمعات (منطقة المدية)تم إجراء هذه الدراسة في غابة بوشراحيل 12نوعاً موزعة على 26تم تسجيل ما مجموعه .عبر الزمن (Heteroptera)الحشرات نصفية الأجنحة *Notonecta glauca*٪، يليه 60.68 بنسبة *Pyrrhocoris apterus*عائلة، مع هيمنة واضحة لنوع ٪، وقد تم رصد هذه الأنواع في جميع العينات 2.63 بنسبة *Camptopus lateralis*٪، و6.44بنسبة تم تسجيل أعلى غنى نوعي في شهر ماي، مرتبط بارتفاع درجات الحرارة .(٪ من المعاينات100) وتتميز منطقة الدراسة بتواجد متزامن لأنواع مائية، وعاشبة، .وظهور الحشرات بعد فترة الشتاء *Syromastus*كما تم رصد أنواع نادرة أو عرضية مثل .ومفترسة، ومحبة للظروف الجافة ، وهي مؤشر على وجود موائل دقيقة *Dicranocephalus agilis*، *Nezara viridula*، *rhombeus* تُظهر التحاليل الزمانية والمكانية تزايدًا مستمرًا في التنوع من شهر فبراير إلى .أو تجمعات سكانية بقايا ويفر -يشير مؤشر شانون .ماي دون حدوث اختلالات بيئية كبيرة، مما يدل على استقرار البيئة الغابية ، مما يعكس هيمنة (E = 0.49)إلى تنوع معتدل، مع توازن منخفض في توزيع الأنواع (H' = 2.31) بعض الأنواع

***Remerciement***

Avant toute chose, je rends grâce à Dieu Tout-Puissant pour m'avoir accordé la santé, la patience et la force nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma promotrice, Madame ***KHELLAF Nora*** Maitre de conférences-A- à l'université Yahia Fares du Médéa pour son accompagnement bienveillant, ses conseils avisés et la confiance qu'elle m'a accordée tout au long de ce travail. Sa rigueur, sa disponibilité et son soutien ont grandement contribué à la réalisation de cette étude.

Je tiens à remercier avec plus grande gratitude Madame ***NABI Fahima***, Maitre de conférences-A- à l'université Yahia Fares de Médéa de l'honneur qu'il me fait d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Je remercie également à l'université Yahia Fares du Médéa, Monsieur ***AIT MOUHEB Houcine,*** Maitre- Conférences-B- d'avoir accepté de se joindre à ce jury comme examinateur

Je remercie également l'ensemble des enseignants de l'écologie pour la qualité de leur enseignement et pour les compétences qu'ils m'ont transmises.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur ***Brahimi Yacine***, Chef de la Circonscription des Forêts de Berrouaghia, pour son dévouement, sa disponibilité et l'intérêt qu'il a porté à ce travail.



# Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À mes chers parents, Pour leur amour, leur soutien et leurs sacrifices. Ce travail est le fruit de vos prières et de votre dévouement.

*À **Madame Khellaf. N***

Ma directrice de mémoire,

Je vous adresse ma profonde reconnaissance pour votre encadrement de qualité, votre patience, vos conseils avisés et votre accompagnement bienveillant tout au long de ce travail.

Votre rigueur, votre disponibilité et votre soutien ont été essentiels à la réalisation de ce mémoire.

À mes frères ***Abdenour***, ***Walid*** et ***Abdelmadjid***, Merci pour votre présence, vos encouragements et votre bienveillance.

À ma sœur ***Rahil Aïcha***, ton affection et ton soutien ont toujours été une source de motivation pour moi

À mes amis ***ZERAIGUI Ishak***, ***BOUACHA Raouf*** et ***TATOU Walid***,

Pour les moments partagés, votre aide précieuse et votre amitié sincère.

Je vous dédie ce travail avec toute ma gratitude et mon affection.

*À **Madame Bounoua** et **Madame Djoudi**,*

Merci infiniment pour votre aide précieuse et vos encouragements. Votre disponibilité, vos conseils avisés et votre bienveillance ont été d'un grand appui tout au long de ce travail.

**Liste des Figures**

**Figure 01 :** Caractéristiques morphologiques des Hétéroptères……..……4

**Figure 02** : Aradidae……...…8
**Figure 03 :** Pentatomidae …… .……8
**Figure 04 :** Coreidae……..…….9
**Figure 05 :** Alydidae ……..……...9
**Figure05 :** Pyrrhocridae……...10
**Figure 06 :** Lygaeidae……..12
**Figure 07:** Tingidae……..13
**Figure 08 :** Ruduvidae……..14
**Figure 09 :** Cimicidae**……..16**
**Figure 10** : Miridae ……..17
**Figure 11 :** Hydrometridae ……..18
**Figure 12 :** Notonectidae……..19
**Figure 13** : Œufs d'hétéroptères……...20
**Figure 14** Situation géographique de la zone d'étude……..23
**Figure 15** : Variations mensuelles des températures moyennes de 2000 à 2024 dans la région de Bouchrahil……25
**Figure 16** : Variations moyennes des précipitations mensuelles de 2000 à 2024 dans la région de Bouchrahil……26
**Figure 17** : Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN de la station prospectée (2000-2024)…….27
**Figure 18:** Projection de la Station de Bouchrahil dans le climagramme d'Emberger……28
**Figure 19**: Dispositif d'installation des pièges d'interception……30
**Figure 20**: Le parapluie japonais……..……31
**Figure 21 :** Importance des différentes familles d'hétéroptères répertoriés…….……37
**Figure 22** : Représentation graphique du calendrier de présence des espèces au cours de la période d'étude……..……41
**Figure 23:** Cercle des corrélations des descripteurs écologique……43
**Figure 24 :** Analyse factorielle des correspondances……45

**Liste des tableaux**

**Tableau 01 :** Moyennes mensuelles des températures pour la période 2000-2024……..……24

**Tableau 02 :** Moyennes mensuelles des précipitations pour la période 2000 à 2024….....…25

**Tableau 03**. Taxonomie des espèces répertoriées……..……...……...……..…36

**Tableau 04:** Présence spécifique des espèces au cours du temps……...……..…..40

**Tableau 05 :** Matrice de corrélations entre les espèces et les mois…….……...42

**Tableau 06 :** Code relatif à chaque espèce inventoriée…….....……44

**Tableau 07:** Fréquences centésimales, fréquences d'occurrence et constance des espèces inventoriées……..…….....….47

**Tableau 08** Valeurs calculées des Indices de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité des espèces répertoriées…….....…….……49

## S O M M A I R E

Introduction……...…… 1

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique sur l'ordre des Hétéroptères..... 3

**1.Caractéristiques morphologiques..... 5**

**1.1.Ailes antérieures……..5**

1.2. Longueur de la commissure ..... 5

**1.3. Dimension de la partie membraneuse des ailes antérieures ..... 5**

**1.4. Présence d'épines sur les membres ..... 6**

1.5. Réticulation du corium et du pronotum..... 6

1.6. Présence de griffes ..... 6

2.Classification..... 6

**2.1.Groupe des gymnocérates géocorises..... 6**

2.2.Groupe des gymnocérates amphibiocorises:..... 17

3. Cycle de vie et reproduction **..... 19**

3.1. Les oeufs ..... 19

3.2. Les adultes..... 20

3.3. Les larves..... 21

**4. Écologie et rôle des hétéroptères dans l'écosystème forestiers..... 21**

CHAPITRE II Matériels et Méthodes..... 23

**1. La région d'étude ..... 23**

1.1. Situation géographique de la région de Bouchrahil ..... 23

**1.2. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude ..... 24**

1.2.1. Les températures ..... 24

1.2.2. Les précipitations ..... 25

**1.2.3. Synthèse climatique..... 26**

1.2.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen ..... 26

**2. Méthodologie..... 28**

2.1. Méthode d'étude de la diversité entomologique ..... 28

**3. Exploitation des résultats..... 28**

**3.1. Méthodes d'exploitations par les indices écologiques ..... 31**

3.1.1. Qualité de l'échantillonnage..... 31

3.1.2. Indices écologiques de composition ..... 32

3.1.3. Indices écologiques de structure ..... 32

3.1.3.1. Diversité de Shannon-Weaver……32

3.1.3.2 Diversité maximale……..……32

3.1.3.3. Equitabilité……..……32

3.2. Méthodes d'analyses statistiques…….……32

**3.2.2. Clés d'identifications ..... 35**

**CHAPITRE III Résultats et discussions……..……..…….36**

1. Diversité des espèces hétéroptères ……...40

2. Diversité et importance temporelle des différentes espèces d'Hétéroptères **..... ……42**

3. Analyse des composantes principales (ACP) ..... 44

**4. Indices écologiques et exploitation ..... 46**

4.1. Qualité de l'échantillonnage ..... 46

4.2. Richesse totale et moyenne ..... 46

4.3. Fréquences centésimales et fréquences d'occurrence et constances……..…...47

4.4. Indice de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité ..... 49

Conclusion…….51

Références bibliographiques ..... 53

# Introduction

En Algérie le patrimoine forestier couvre une superficie de 4,15 millions d'hectares, soit un taux de boisement de 11% pour le nord de l'Algérie. La forêt représente 1,3 millions d'hectares et le reste constitue les maquis, les garrigues et les terres improductives aux potentialités forestières. Les principales essences qui structurent la strate arborescente sont le pin d'Alep, le pin maritime, le cèdre et les feuillues à base de Chêne vert, de chêne-liège, de chêne zeen et de chêne afares (DGF, 2004). Divers auteurs notent que la productivité et la biomasse des forêts sont essentielles au cycle de carbone terrestre. La forêt à un rôle nécessaire à la production contre l'érosion, la désertification, à l'amélioration des activités agricoles et pastorales et à la protection de l'environnement. Cet écosystème naturel renferme en lui une impressionnante biodiversité faunistique qui participe à son fonctionnement mais à la fois à sa destruction (Neimela, 1990).

La recherche sur la biodiversité fonctionnelle explore les facteurs à l'origine des changements de biodiversité ainsi que leurs conséquences fonctionnelles. La biodiversité englobe toutes les échelles de l'organisation biologique, allant de la diversité génétique, morphologique et démographique intra-spécifique à la diversité des espèces et des communautés, en passant par la diversité des interactions biologiques entre organismes et la diversité des écosystèmes (Wilson, 2001).

La relation entre biodiversité et fonctionnement des écosystèmes constitue une justification majeure pour la conservation. Pourtant, malgré son importance, l'étude de la biodiversité dans la plupart des aires protégées s'est concentrée sur les vertébrés, et les connaissances sur la diversité, le rôle écologique et l'impact de la perte de biodiversité des insectes sur les processus écosystémiques restent très limitées (New, 2012).

Actuellement, la biodiversité connaît un déclin général (Settele et *al*., 2010). La relation entre biodiversité et fonctionnement des écosystèmes est un domaine de recherche. Il a été démontré à plusieurs reprises que les processus écosystémiques dépendent non seulement de la composition spécifique des écosystèmes, mais aussi, et en grande partie positivement, de leur richesse en espèces (Naeem et *al*., 1994 ; Hooper et *al*., 2005 ; Balvanera et *al*., 2006). De plus, une plus grande diversité est essentielle au maintien simultané de plusieurs processus écosystémiques (Hector et Bagchi, 2007). Comprendre les interactions entre la biodiversité et

le fonctionnement des écosystèmes nécessite des études d'observation, comparatives et expérimentales à long terme, à une échelle spatiale appropriée (Fischer et *al*., 2010).

Les changements climatiques engendrent des perturbations populationnelle et individuelle des populations végétale et animale. Diverses espèces disparaissent au cours du temps, d'autres subissent des adaptations comportementales dans d'autres niches écologiques d'où la considération des peuplements entomologiques comme des indicateurs et des modèles sur lesquels doit se reposer une gestion durable des écosystèmes forestiers (Niemelä, 1999). A cela s'ajoute aussi la méconnaissance du statut de la plupart des espèces forestières.

Par leur grande diversité, leur rôle écologique majeur et le caractère bio- indicateur, la prise en compte des insectes dans la gestion et la conservation des espaces naturels est croissante depuis une dizaine d'années. Cependant, l'étude de ce groupe connait un manque de ressources professionnelles (entomologistes professionnels, formation) et d'une connaissance encore trop lacunaire de la part des gestionnaires (Bonneil, 2009)

Les insectes représentent en effet une part prépondérante (plus de 80%) de la biodiversité animale forestière (Bouget et Nageleisen, 2009). Ce sont des acteurs du fonctionnement des écosystèmes qui interviennent à tous les niveaux des réseaux trophiques. Ils peuvent être consommateurs primaires (insectes phytophages), consommateurs secondaires ou tertiaires (prédateurs, super-prédateurs, parasites, hyperparasites). Les saprophages (saproxylophages, nécrophages, coprophages, détritivores) sont des acteurs indispensables du cycle de la matière (matière organique, éléments minéraux…). La présence ou l'absence de certaines espèces, ou plutôt de cortèges d'espèces, permet de vérifier le plus ou moins le bon fonctionnement de l'écosystème. Les insectes sont de ce fait de bons indicateurs de la qualité de l'écosystème et de l'impact de la gestion sur le milieu forestier. Du plus petit au plus grand, du plus insignifiant au plus spectaculaire, ils constituent un patrimoine très conséquent (Nageleisen *et al.*, 2009).

L'objectif de l'investigation est de présenter une étude préliminaire sur la diversité spécifique et de la structure des communautés des hétéroptères inféodées aux milieux forestiers dans la région de Médéa. Analyser leur distribution temporelle et leur fréquence dans la région de Bouchrahil et contribuer à la fourniture d'une base de données entomologique utile à la gestion durable et à la conservation de la biodiversité dans les zones forestières du nord de l'Algérie.

# CHAPITRE I : Synthèse bibliographique sur l'ordre des Hétéroptères

Le groupe des Hétéroptères, insectes communément appelés « punaises », constitue une partie des Hémiptères, vaste ordre comprenant près de 80 000 espèces décrites à ce jour dans le monde (Schuh et Slater, 1995 ; Mora et *al*., 2011). D'un point de vue phylogénétique, les Hétéroptères sont considérés comme des proches parents des pucerons et cigales.

Les hétéroptères sont des espèces qui varient de taille moyenne à grande. Ils possèdent un corps aplati d'un côté dorsal et ventral. Leur prothorax conserve toujours une taille considérable et le pronotum couvre intégralement la portion visible du thorax lorsqu'on l'observe de dessus. La plupart des espèces disposent d'un scutellum, un tergite mésothoracique fortement développé en forme de triangle. Bien que les espèces présentant des teintes camouflées soient prédominantes, on trouve également des espèces au coloris très vif.

En vue de dos, les Hétéroptères présentent des antennes clairement perceptibles qui s'étendent au-delà de leur tête. Elles ne comprennent jamais plus de cinq articles. Les Hétéroptères possèdent des ailes antérieures dénommées hémélytres, qui se divisent en une partie coriacée appelée la corie et une partie membraneuse connue sous le nom de membrane. En position de repos, ces ailes se positionnent à plat au-dessus du corps (exceptionnellement en forme de toit) et ont souvent tendance à se croiser. On trouve des espèces sans ailes, et pour certaines d'entre elles, on distingue des formes à ailes longues et à ailes courtes.

## 1. Caractéristiques morphologiques

Le groupe des hétéroptères présentent une grande diversité : en majorité phytophages, ils peuvent être aussi détritivores, granivores (Pyrrhocoridés), mycétophages (Aradidés), prédateurs (Cimicidés, Réduviidés, Népidés). Les Hétéroptères sont en majorité "nuisibles", du fait de leur mode d'alimentation. En effet, la salive injectée dans la plante tue et dissout les cellules autour de la piqûre, le liquide obtenu étant ensuite aspiré. Dans le cas de forte pullulation les piqûres causent des nécroses et l'injection de salive permet aussi la transmission de maladies cryptogamiques aux végétaux. Leur abondance et leur prolifération sont fort gênantes (Wootton, 1979).

Les Hétéroptères partagent certaines caractéristiques avec les Hémiptères et les taxons supérieurs, tout en possédant des traits qui leur sont spécifiques : ces derniers représentent des

caractères distinctifs de leur sous-ordre. Des traits varient d'un taxon inférieur à l'autre, ce qui permet de faire la distinction entre les individus dans les familles, genres et espèces. Les Hétéroptères possèdent, comme tous les insectes, un corps segmenté en trois parties : une tête, un thorax et un abdomen. Ils possèdent aussi divers appendices, dont certains sont communs aux Arthropodes, tels qu'un exosquelette, des pattes locomotrices, des pièces buccales et à certains Hémiptères comme les « hémélytres » (Péricart, 1987).

Les Hétéroptères sont caractérisés par : un rostre, avec les pièces buccales modifiées en un organe piqueur-suceur ; des antennes composées de 4 à 5 articles ou segments, (invisibles d'en dessus chez les punaises aquatiques) 4 ailes ; un scutellum, qui est bien développé (dans la plupart des cas). Ils se distinguent également par les caractéristiques spécifiques suivantes qui permettent de les identifier facilement (Wootton, 1979).

Les ailes antérieures (« hémélytres ») sont presque toujours constituées de deux éléments la partie antérieure, rigide et coriacée (la « corie »), et la partie postérieure, fine et membraneuse (la « membrane »), avec quelques exceptions ; le rostre se trouve à l'avant de la tête ; des antennes comprenant 4 ou 5 articles ou segments (qui ne sont pas visibles chez les punaises aquatiques) ; la présence d'une glande odorifère située au métathorax ou dans la région dorso-abdominale(Péricart,1987).

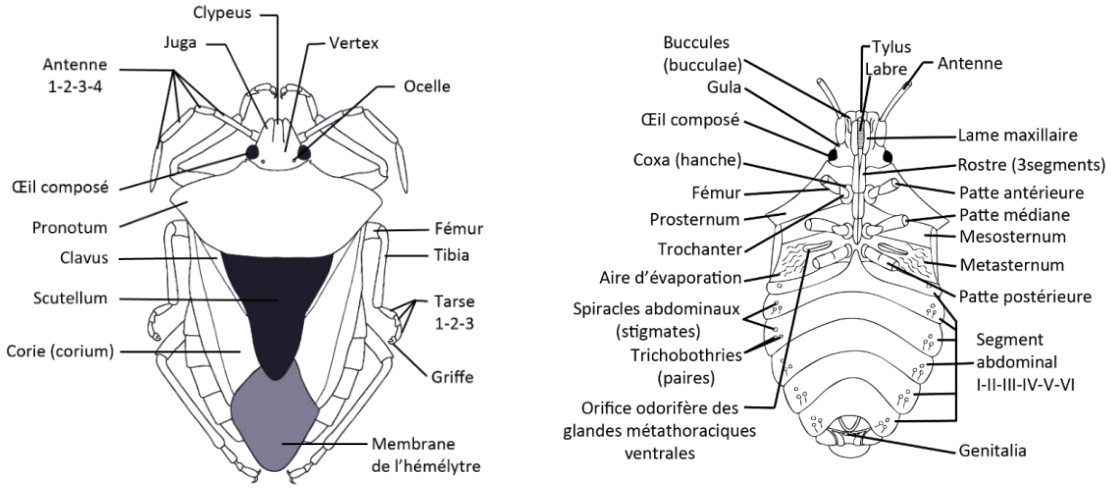



**Figure 01 :** Caractéristiques morphologiques des Hétéroptères

### 1.1. Ailes antérieures

Les punaises possèdent des ailes antérieures nommées hémélytres. Les deux tiers qui se trouvent près du corps sont recouverts de parchemin, tandis que la partie distale (membrane), qui est plus éloignée du corps. La membrane, qui fait partie de l'ail des punaises, est habituellement transparente ou sombre, alors que le reste de l'aile est fréquemment d'une couleur vive. La partie renforcée d'hémélytre est divisée en deux ou plusieurs zones. La première séparation s'effectue le long de la suture clavale, divisant un corium antérieur d'un clavus postérieur. Ceci désigne la zone adjacente au scutellum lorsque les ailes sont pliées (Wootton, 1979).

En plus de cette division, il existe une bande étroite clairement délimitée qui s'étend le long du bord antérieur de l'aile, appelée embolium. Enfin, une région triangulaire sera rencontrée plus fréquemment ; elle est à l'apex de la corie (Péricart, 1987).

### 1.2.Longueur de la commissure

La commissure représente la ligne le long de laquelle les 2 ailes antérieures se rencontrent. Il est possible d'identifier certaines familles en comparant la longueur du scutellum et celle de la commissure. Par exemple : chez la Famille des Berytiidae le Scutellum n'est pas plus long que la moitié de la commissure (Wootton, 1979).

### 1.3. Dimensions du scutellum

Les punaises présentent sur leur prothorax une plaque de grande taille (écusson ou scutum), tandis que le mésothorax en arbore une autre, de dimensions inférieures, le scutellum. Le scutellum peut varier en taille, allant de petit à énorme, pouvant ainsi recouvrir entièrement l'abdomen et une grande partie des ailes, comme c'est le cas chez les familles des Plaspidea, Pentatomidae et Scutelleridae.

### 1.4. Dimension de la partie membraneuse des ailes antérieures

La dimension de la partie membraneuse varie en fonction des espèces, la partie membraneuse représente généralement le tiers ou le quart distal de l'hémélytre chez la plupart des Hétéroptères terrestres (Pentatomidae, Coreidae, Lygaeidae). Selon la taille de l'insecte, cette portion membraneuse peut mesurer chez des espèces moyennes (8–12 mm) 2 à 4 mm de long. Chez de grandes espèces (par exemple *Coreus marginatus* ou certaines espèces de

Belostomatidae), elle peut atteindre 5 à 10 mm, voire plus. Chez les Aneuridae, ces ailes sont presque totalement membraneuses (Schuh et Slater, 1995).

### 1.5. Présence d'épines sur les membres

Chez les Cydnidae, les tibias des membres sont pourvus de nombreuses épines

### 1.6.Réticulation du corium et du pronotum

Les Tingidae et les Piesmidae présentent des motifs en forme de réseau sur la surface coriace de l'aile antérieure ainsi que sur le pronotum (Schuh et Slater, 1995).

### 1.7.Présence de griffes

Chez la famille des Mésoveliidae, les tarses sont prolongés par des griffes apicales. Pour ce qui est des Gerridés, leurs griffes subapicales sont perpendiculaires aux tarses, ce qui leur permet de glisser sur l'eau (Schuh et Slater, 1995)

## 2. Classification

### 2.1.Groupe des gymnocérates géocorises

**Famille des Aradidae** : Les Aradidae, communément appelés punaises plates, constituent une famille relativement vaste comprenant huit sous-familles, plus de 230 genres et environ 1900 espèces (Kormilev et Froeschner 1987 ; Heiss 2001). Ce sont des insectes au corps large et aplati, avec des stylets longs et filiformes enroulés autour de leur tête, et des ailes entièrement développées.

Les Aradidae , également appelés punaises de l'écorce ou punaises plates, sont une famille d'hétéroptères comprenant environ 2 000 espèces connues dans le monde. Selon Speight (1989), les Aradidae sont saproxyliques et dépendent de champignons lignivores pendant au moins une partie de leur cycle biologique. Une espèce phytophage, *Aradus cinnamomeus* Panzer, la seule en Europe à avoir une importance économique (Helio¨vaara 2000). Cependant, les Aradidae vivent dans le bois mort, à la surface ou entre l'écorce et le bois, où ils se nourrissent de champignons lignivores (Usinger et Matsuda 1959 ; Heiss et Per´ricart 2007). Plusieurs espèces de punaises de l'écorce vivent sur des branches de petit diamètre

(Heiss et Pericart, 2007), où les champignons sont généralement plus diversifiés (Heilmann-Clausen et Christensen, 2004 ; Norden et *al*., 2004), mais les préférences écologiques et d'habitat de nombreuses espèces restent inconnues. L'étude la plus complète sur les besoins en matière d'habitat (continuité, disponibilité des hôtes et des ressources, tolérance à l'ombre) a été publiée par Gossner et *al*., 2007) et concerne quatre espèces d'Aradidae (*Aneurus avenius* (Dufour), *Aradus betulae* (Linnaeus), *Aradus depressus* (Fabricius) et *Aradus conspicuus* (Herrich-Shaeffer).

La plupart des publications scientifiques sur l'écologie des Aradidae concernent les forêts boréales et se concentrent sur les espèces pyrophiles du genre Aradus Fabricius, qui apparaissent après un incendie de forêt et se nourrissent de champignons poussant sur le bois brûlé (Wyniger et *al*., 2002 ; Deyrup et Jackson, 2004 ; Hjalten et *al*., 2006). Les Aradidae pourraient également être sensibles à la foresterie et aux activités humaines : cinq espèces sur les 17 connues ont pratiquement disparu de Finlande depuis le siècle dernier, et trois des espèces restantes semblent en déclin (Heliovaara et Vaisanen, 1983). Simov (2005) a recherché des Aradidae dans une ancienne forêt de conifères protégée en Bulgarie et a conclu que la diversité des Aradus était faible par rapport à celle des pays d'Europe centrale et du Nord. Plusieurs espèces d'Aradidae sont inscrites sur la liste rouge de certains pays européens ; Par exemple, Aradus truncatus Fieber est en danger critique d'extinction en Allemagne, en danger en Suède et quasi menacé en Finlande (Ministerium für Umwelt 2005 ; Gardenfors 2010 ; Rassi et *al*. 2010). De plus, certaines espèces ont même été proposées comme bio-indicateurs de la qualité des sites, par exemple *A. conspicuus* ou *A. truncatus* Fieber en Europe (Speight, 1989). Dans les écosystèmes tempérés, la dynamique et la gestion des forêts sont différentes de celles du biome boréal et l'effet de la quantité de bois mort disponible sur les populations d'Aradidae peut varier (comme c'est le cas pour d'autres groupes saproxyliques, voir Lassauce et *al*. 2011). La demande en bois de chauffage pourrait accroître la pression sur les espèces saproxyliques (Grove 2002 ; Norden et *al*. 2004 ; Robertson et *al*. 2008 ; Lassauce et *al*. 2012).



**Figure 02** : Aradidae (Gossner et *al.,* 2007)

**Famille des Pentatomidae** : Insectes ayant une forme de bouclier en raison du développement du scutellum. Ils se distinguent par des tarses de 3 articles et émettent des odeurs désagréables.On observe surtout les membres de cette super-famille de la mi-avril à la mi-octobre ; certaines espèces font leur apparition dès le début du printemps. Au cours de cette période, ils sont souvent visibles sur les écorces et les feuilles. Les fleurs ou les fruits ; ils passent l'hiver sous terre, cachés sous la mousse, les feuilles mortes ou dans les crevasses des écorces (Guérin & Péneau, 1904).



**Figure 03 :** Pentatomidae (Photo originale)

**Famille des Coreidae** : Également connus sous le nom de punaises de courge en Amérique, ces insectes se distinguent par leurs antennes composées de 4 segments et un abdomen qui déborde latéralement des bords des élytres. La couleur du corps peut varier ; les espèces tempérées tendent à être de couleur brune terne ou grise en tant qu'adultes, mais les nymphes

peuvent avoir des couleurs vives ; plusieurs espèces tropicales présentent des adultes assez colorés (Levin mitchell in Schaefer & Panizzi, 2000). Chez toutes les espèces, les nymphes traversent cinq stades, aspirent la sève des plantes et finissent par se métamorphoser en adultes au moment opportun. Selon la région du pays où ils se développent, il peut y avoir une ou plusieurs générations par an (Baranowski & Slater, 1986). De nombreux groupes de punaises coreidées présentent une association claire avec certains types de plantes, tandis que d'autres, au contraire, comportent des individus plus polyphages qui se nourrissent de plantes sans lien apparent (Dolling 1986 ; Henry & Froeschner 1988 ; Schuh slater, 1995).



**Figure 04:** Coreidae

**Famille des Alydidae** : Le quatrième article de l'antenne présente un allongement et une courbure. Ces insectes possèdent de bons voiliers, qui sont étroits (d'une longueur d'environ 10 mm) (MOULET, 1995). Colonisent les milieux ouverts, chauds et secs : prairies, friches, garrigues, cultures. Fréquemment observés sur légumineuses sauvages ou cultivées (ex. trèfle, luzerne) (Schuh & Slater, 1995)



**Figure 05 :** Alydidae (Photo originale)

**Famille des Rhopalidae** : Les membres de cette famille d'insectes ressemblent aux Coreidés, mais se distinguent par la position des glandes odorantes.

**Famille des Pyrrhocoridae** : Ces gymnocérates géocorises présentent des couleurs rouge et noir ou orange et noir. Les Pyrrhocoridae, également connus sous le nom de tisserands de coton, constituent une famille cosmopolite d'insectes pentatomomorphes qui comprend près de 33 genres et plus de 340 espèces (Schaefer & Ahmad 2000, Henry 2009). On observe une grande diversité chez eux dans les tropiques et les subtropiques, tandis que leur présence est limitée à quelques espèces dans les régions tempérées du monde. Amyot et Serville (1843) ont d'abord défini la famille des Pyrrhocoridae. Stal (1870, 1874) a intégré la famille des Largidae comme sous-famille au sein des Pyrrhocoridae, une disposition qui a bénéficié de certaines approbations (Hussey 1929, Schmidt 1932, Stonedahl et Dolling 1991). Les auteurs contemporains considèrent désormais le Pyrrhocoridae et le Largidae comme des familles distinctes (China 1954, Slater 1982, Carver et *al*. 1991, Schuh et Slater 1995).



**Figure05 :** Pyrrhocridae (Photo originale)

**Famille des Stenocephalidae** : Latreille (1825) distinguait déjà les sténocéphales des autres hétéroptères, tandis que Hahn leur attribuait le nom générique Dicranocephalus en 1826. Berthold (1827) . En 1833, Laporte de Castelnau a modifié le nom de Berthold en Stenocephalus et, en 1873, il les a désignés sous le nom de Dicromerus. Ces auteurs considéraient les Stenocephalidae comme étant étroitement liés aux Alydidae. Selon Douglas et Scott (1865), les Stenocephalidae se restreignent uniquement aux membres du genre Dicranocephalus. C'est encore aujourd'hui la position généralement acceptée. Les Stenocephalidae sont des insectes hétéroptères géocorises de grande dimension (9 à 15 mm), souvent présents et abondants, mais leur répartition varie considérablement. La famille des

Stenocephalidae est une petite famille d'hétéroptères terrestres qui ne comprend qu'un genre et 17 espèces. Dans chaque région de distribution (d'une part l'Afrique et l'Australie, d'autre part la zone paléarctique), ils constituent un groupe homogène tant en termes de forme que par la teinte, les antennes et les pattes de ces hétéroptères présentent des stries marquées. Étant donné cette uniformité, l'analyse de la famille a toujours été perçue comme particulièrement complexe, ce qui explique le nombre restreint de révisions, la plus récente étant celle de Lansbury (1965).

**Famille des Lygaeidae** : La famille Lygaeidae Schilling, 1829 est une famille très riche dans la super-famille des Lygaeoidea. Toutefois, Henry (1997) a rapporté que la famille Lygaeidae est polyphylétique et que dix sous-familles devraient être élevées au statut de famille. Ainsi, à ce jour, la famille Lygaeidae est représentée par les sous-familles Lygaeinae Schilling, 1829, Ischnorhynchinae (Stal, 1872) et Orsillinae (Stal, 1872). À l'heure actuelle, on compte 21 genres et 108 espèces dans la sous-famille Lygaeinae, 6 genres et 34 espèces dans Orsillinae, et 3 genres et 18 espèces dans Ischnorhynchinae issus de la famille Lygaeidae de la région paléarctique (Péricart, 2001). Dans les recherches effectuées jusqu'à présent, 24 espèces et 10 genres appartenant à la sous-famille Lygaeinae ont été identifiés. On a noté la présence de 4 espèces et 4 genres appartenant à Orsillinae, ainsi que de 2 espèces et 1 genre appartenant à Ischnorhynchinae issus de Lygaeidae en Turquie (Péricart, 2001 ; Önder et *al*., 2006 ; Çerçi et Tezcan, 2021). On dénombre près de 160 espèces réparties sur 30 genres dans la région paléarctique ; parmi celles-ci, 45 espèces appartenant à 15 genres se retrouvent dans la région euro-méditerranéenne (Péricart, 2001).

Les membres de cette famille d’insectes présentent des formes légèrement ovales lorsqu’on les observe de dessus, et sont rouges dans la plupart des cas. Cette famille comprend certaines espèces présentant une coloration aposématique (rouge-noir-blanc), (rouge-noir-jaune rouge-noir) est souvent associé à une attirance pour les plantes toxiques ou les graines toxiques. Les spécimens adultes et nymphes de Lygaeidae se trouvent généralement sur le sol, sous les pierres, sur les plantes basses, dans les forêts et les marais, sur la végétation des rives des lacs salés et des salines, ainsi que dans les sols calcaires de divers biotopes. Ces espèces se nourrissent principalement de graines, mais il est également établi qu'elles consomment des parties de plantes telles que les feuilles, les tiges et les troncs (Péricart, 2001).



**Figure 06:** Lygaeidae (Photo originale)

**Famille des Berytinidae**: Ces hétéroptères possèdent en général des pattes très allongées. Le scutellum a généralement une longueur ne dépassant pas la moitié de celle de la commissure.

**Famille des Tingidae**. : Cette famille se distingue par un corps souvent aplati, des ailes et un pronotum finement réticulés, parfois élargis latéralement en lobes ailés. Ces insectes, mesurant 2,5 mm, sont souvent de couleur grisâtre. Le pronotum est de grande taille et couvre le scutellum chez les Gymnocérates géocorises Hétéroptères (Péricart, 983). Les Tingidae sont strictement phytophages et occupent des habitats très variés, les milieux ouverts, prairies, friches, pelouses sèches, les lisières et sous-bois clairs, les zones humides : certaines espèces vivent sur des plantes palustres (ex. *Monosteira unicostata* sur le peuplier en ripisylve). Les milieux anthropisés : parcs, jardins, cultures, notamment sur les rosacées, les astéracées ou les urticacées. Les espèces sont souvent inféodées à une seule plante hôte (monophagie) ou à quelques plantes proches (oligophagie) (Schuh & Slater, 1995). Ce sont des phytophages suceurs, qui se nourrissent de la sève cellulaire des feuilles via leur rostre. Elles provoquent des décolorations, des dessèchements foliaires, voire la chute prématurée des feuilles. Certaines espèces peuvent devenir nuisibles en culture ou arboriculture (ex. *Stephanitis pyri* sur poirier et pommier). D'autres jouent un rôle dans la régulation des adventices, car elles se nourrissent exclusivement de plantes sauvages (Constant, 2007).

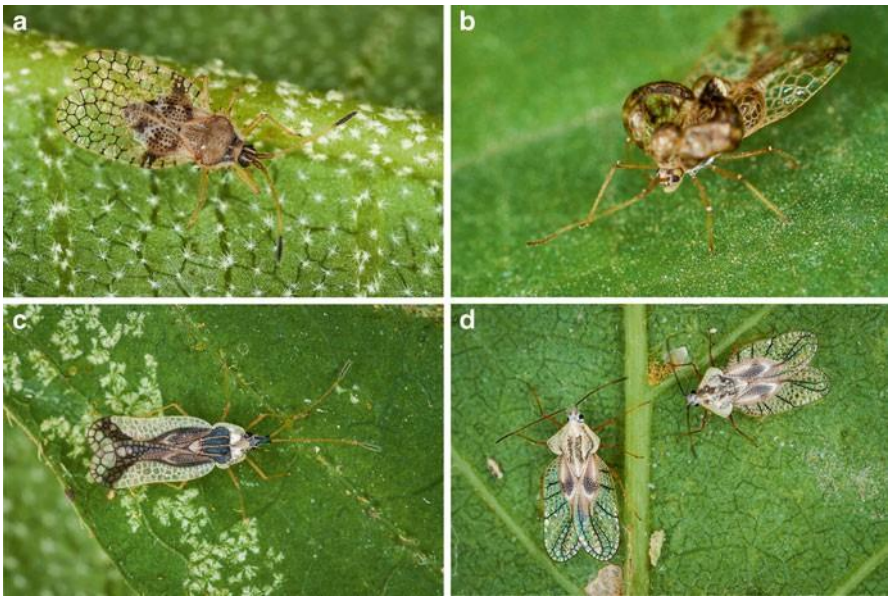



**Figure 07 :** Tingidae (Guidoti et *al*. 2015)

**Famille des Reduviidae** : Il s'agit d'hétéroptères prédateurs et hématophages. Leur rostre, constitué de 3 articles, est au repos recourbé sous le corps. Les pattes sont allongées et le mimétisme est courant. Les Réduviidés sont des prédateurs des fourmis, qu'ils attirent grâce à une sécrétion émise par des glandes sternales. Les réduvidés comprennent 25 sous-familles et près de 6 800 espèces décrites (Maldonado-Capriles, 1990 ; Hwang et Weirauch, 2012). Ils constituent une famille plésiomorphe parmi les hétéroptères, dont le registre fossile indique l'apparition des premières formes prédatrices durant le Permien-Trias, il y a 230 millions d'années (Maldonado-Capriles 1990 ; Grimaldi et Engel 2005). Cependant, certaines études moléculaires suggèrent une date plus récente, situant l'origine au milieu du Jurassique, autour de 178 millions d'années (Hwang et Weirauch 2012). Ces études proposent que la diversification des lignées s'est produite à la fin du Crétacé (97 Ma) et a persisté durant le Miocène. Comparativement, la sous-famille Peiratinae serait la plus primitive, ayant émergé il y a 97 millions d'années, alors que Triatominae représenterait la sous-famille la plus évoluée (Hwang et Weirauch 2012). Bien que la famille des Reduviidae soit généralement associée aux régions tropicales, les reduvides sont présents sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique. D'après Aldrich (1988), chez les reduvides (et les phymatides), le mode sédentaire de capture des proies ainsi que l'utilisation du proboscis pour l'attaque et la défense semblent avoir joué un rôle dans la réduction des glandes métathoraciques et des glandes odoriférantes dorsales-abdominales, concomitamment à l'apparition de nouvelles glandes

exocrines. Par conséquent, deux nouvelles paires de glandes en forme de sac ont vu le jour : les glandes Brindley, situées sur le flanc du métathorax (Staddon 1979). La sécrétion d'acide isobutyrique est constamment détectable dans les glandes Brindley des triatomes, à l'exception de *Dipetalogaster maximus* (Uhler) qui ne possède pas ces glandes (Guerenstein et Guerin 2004).



**Figure 08:** Ruduvidae (Photo originale)

**Famille des Nabidae** : Les Nabidae, c'est une famille qui regroupe 31 genres et environ 380 espèces (Kerzhner, 1981). Bien que toutes les espèces connues soient terrestres, certaines espèces se trouvent dans les zones humides sur le sol ou sur le bord des cours d'eau (Lattin, 1966 et Pericart, 1987). Certaines espèces de Nabidae sont prédatrices s'attaquent aux petits arthropodes) et d'autres sont phytophages. Leston *et al.* (1954) ont placé la famille des Nabidae au sein de la superfamille des Cimicoidea dans le groupe Cimicomorpha, l'un des deux subdivisions des Geocorisae, ou des punaises terrestres. Plus tôt, Carayon (1950) avait comparé les génitalia et les glandes odoriférantes adulte des Nabidae avec celles des Reduviidae et conclue que ces deux familles n'étaient pas étroitement liées comme l'avait suggéré les premiers travaux de Reuter (1908). Les membres de cette famille sont actifs peu de temps après l'éclosion et commencent à se nourrir immédiatement, souvent des proies beaucoup plus grandes qu'elles même (Mundinger, 1922). Les Nabidae sont des insectes ailés, et certaines espèces sont capables de se déplacer à des distances considérables (Kerzhner, 1983). Bien que de nombreux adultes Nabidae ont complètement développé des ailes (macroptères), un certain nombre d'espèces montrent un polymorphisme considérable de l'aile (mécoptères et brachyptères) (Leston, 1951 ; Harris, 1928). Réduction des ailes peut être légère, cas de *Nabis brevis* (Pericart, 1987) ou importants cas de *Phorticus brevipennis*

(Kerzhner, 1970). Le degré de développement de l'aile influence la capacité de dispersion (Harrison R. G., 1980). Beaucoup d'espèces qui montrent une forte réduction des ailes se trouvent dans des habitats stables (Strawinski, 1937). Alors que les espèces ailées sont souvent associées à des habitats temporaires, y compris les agroécosystèmes (Southwood, 1960). Les Nabidae sont connus pour être largement prédateurs. L'alimentation est essentielle à la croissance et le développement, mais l'insecte est capable de survivre une courte période sans nourriture (Koschel, 1971). La plupart des Nabidae hivernent dans le stade adulte et sont capables de parcourir de longues périodes sans nourriture. La plupart des proies des Nabidae sont de petits invertébrés, des insectes principalement (Kerzhner, 1981 ; Butler, 1923 et Pericart, 1987). Les Nabidae sont membres d'une guilde d'arthropodes prédateurs trouvés dans différents écosystèmes terrestres. Ils sont souvent associés avec des représentants de plusieurs autres familles d'Hétéroptères prédateurs comme les Anthocoridae, Lygaeidae, Miridae (Deraeocorinae et autres). Bien que le Nabidae est une petite famille d'environ 380 espèces, il ya un certain ordre apparent de préférences d'habitat. (Southwood, 1977) a examiné l'influence de l'habitat sur les stratégies écologiques et fourni une bonne discussion du spectre de sélection r-K. Les Nabidae sont connu pour leur adaptation de la stratégie K. notamment en ce qui concerne la dispersion, car un grand nombre d'espèce montre une sorte de réduction des ailes (Carayon, 1970). Selon Carayon (1961), les prédateurs hétéroptères notamment les Nabidae pourrait avoir un rôle important dans le contrôle naturel des espèces nuisibles, mais a estimé qu'il serait difficile de les utiliser en raison de leur polyphagie, le cannibalisme, et leur variation en nombre au fil du temps et de l'espace.

**Famille des Cimicidae** : Hétéroptères qui se nourrissent de sang (comme la punaise de lit) ou qui sont des prédateurs dans les autres situations. Ils possèdent souvent des ailes vestigiales. Dans le cas où ils sont totalement développés ; un embolium est présent. Les punaises de lit sont de petits insectes bruns à couleur marron. La superfamille Cimicoidea regroupe 111 espèces de petits insectes prédateurs ou parasites, réparties À l'exception du célèbre Cimex lectularius Linnaeus, la plupart sont assez discrets et fréquemment négligés, en raison (Froeschner, 1988 ; Henry 1988). En raison de leur petite taille (la plupart mesurent moins de 5 mm) et de leurs habitats discrets, leur taille minuscule les rend également difficiles à identifier avec précision. Une autre répercussion est la pagilité fréquente : ces insectes peuvent être aisément déplacés à l'insu des personnes (Lattin, 2007).

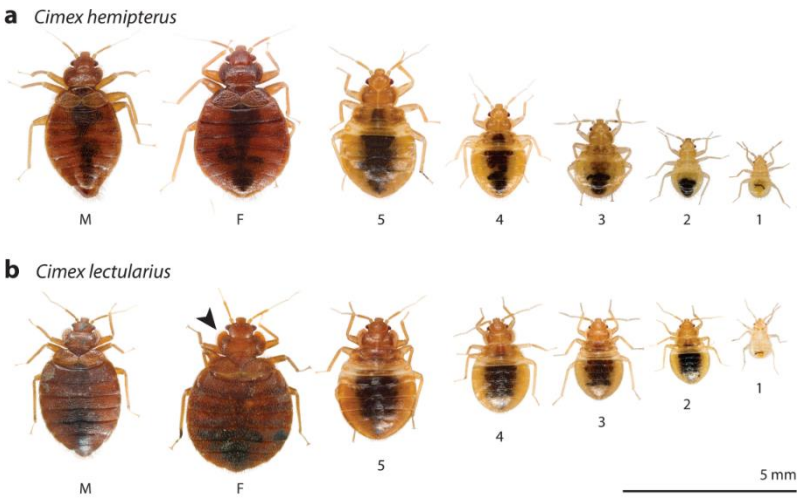



**Figure 09:** Cimicidae (Dang et *al*., 2017)

**Famille des Miridae** : Il s'agit d'une vaste famille dont les biotopes sont extrêmement divers, allant des cimes des montagnes aux dunes. Ils sont soit prédateurs, soit phytophages. Ils affichent un cunéus, mais pas d'embolium. On peut mentionner *Nesidiocoris tenuis*, qui est une punaise prédatrice de la mouche blanche. La plus grande famille du sous-ordre des hétéroptères, également appelés vraies punaises. Elle englobe près de 1 000 genres et plus de 10 000 espèces, ce qui représente approximativement un tiers des espèces d'hétéroptères ; on découvre sans cesse de nouvelles espèces, surtout dans les zones tropicales (Wheeler, 2000 ; Schuh, 2008). On désigne parfois les mirides par le terme capsides, une dénomination héritée de l'appellation précédente de la famille, les Capsidae. La majorité des espèces présentent une couleur plutôt neutre (gris, vert-marron ou noir), sont de forme ovoïde ou allongée et ont une taille réduite (inférieure à 15 mm). Les mirides se fondent donc fréquemment dans le décor naturel sans être remarqués. Néanmoins, beaucoup d'espèces sont perçues comme nuisibles aux cultures parce qu'elles se nourrissent au détriment des plantes cultivées par l'homme. Effectivement, les mirides attaquent les plantes en suçant leur sève et en absorbant leurs tissus. Les dommages infligés à la plante proviennent, d'une part, des lésions provoquées par les parties buccales et, d'autre part, de la destruction des cellules causée par les enzymes contenues dans la salive (Wheeler, 2000). Ces dommages se manifestent par des changements de couleur des feuilles (chloroses), des anomalies dans la forme des fruits, des feuilles, des bourgeons et de jeunes rameaux, ainsi que par des atteintes parfois sévères aux tissus de la plante (Wheeler, 2000). La sous-famille Mirinae englobe les espèces de mirides ayant une

incidence économique significative au niveau global. Les espèces du genre *Lygus* sont sans doute les plus notoires parmi les mirides nuisibles aux cultures. Ce groupe regroupe près de 40 espèces, dont plusieurs sont jugées nuisibles dans le domaine de l'agriculture. Elles se concentrent sur plus de 400 espèces de végétaux cultivés, issues de 57 familles (herbacées ou arbustives), parmi lesquelles on trouve fréquemment la luzerne, le trèfle, la fraise, la pomme de terre, la betterave à sucre et plusieurs types de céréales (Holopainen et Varis, 1991 ; Easterbrook, 1997 ; Jay et *al*., 2004 ; Labanowska, 2007).



**Figure 10:** Miridae (Photo originale)

### 2.2.Groupe des gymnocérates amphibiocorises:

Les insectes de ce groupe d'hétéroptère se trouvent à la surface de l'eau. Ils présentent un dévêt de fins poils hydrofuges sur la face ventrale.

**Famille des Hydrometridae** : Une famille rare d'insectes gerromorphes. Leur tête mesure le quintuple de sa largeur. Ces hétéroptères capturent les proies à l'aide de leur rostre. Les Hydrometridae, souvent appelés « mesureurs d'eau » ou « piétons de marais », constituent un groupe prédominant et caractéristique de punaises prédatrices, reconnaissables à leurs corps allongés et cylindriques semblables à des bâtons, leurs pattes filiformes et surtout leur tête avec les yeux nettement éloignés de la bordure antérieure du pronotum. Le groupe est principalement connu pour sa démarche lente sur la surface de l'eau douce, avec une taille variant de 2,7 à 22,0 mm. Les hydromètres se retrouvent généralement au bord de l'eau des étangs, des marais et des ruisseaux marécageux, principalement sur la végétation proche de la

berge, où ils se nourrissent de petits arthropodes. Actuellement, la famille est segmentée en trois sous-familles existantes : Hydrometrinae (la plus diverse), Heterocleptinae et Limnobatodinae (Andersen, 1982).

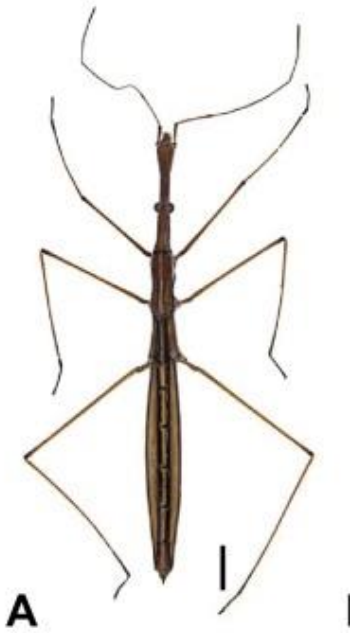



**Figure 11 :** Hydrometridae (Raupach et *al*., 2014)

**Famille des Veliidae:** Insectes de couleur brunâtre, mesurant environ 8 mm de long. Les insectes de cette catégorie d'hétéroptère se situent à la surface de l'eau. Un dévêt de fins poils hydrofuges est présent sur leur face ventrale.Selon la conception traditionnelle, la famille Veliidae représente le plus grand groupe d'insectes semi-aquatiques (Hemiptera : Heteroptera : Gerromorpha) qui habitent divers milieux semi-aquatiques, marins et même terrestres (Andersen 1982 ; Andersen & Weir 2004 ; Chen et al. 2005 ; Damgaard 2008 ; Polhemus 2009; Moreira et *al*. 2010). Actuellement, environ On connaît plus de 960 espèces et 60 genres de veliids à l'échelle mondiale (Polhemus 2009). Dans la région euro-méditerranéenne (Europe, la Macaronésie, l'Afrique du Nord, le Transcaucasie, la Turquie asiatique, la Syrie, le Liban, Israël, la Jordanie et la péninsule du Sinaï), on ne dénombre que 5 genres. Cependant, une grande partie de la biodiversité des Veliidae dans la région euro-méditerranéenne se trouve dans la zone méditerranéenne, et on ne compte que deux genres et cinq espèces en Europe au nord des Alpes (Andersen, 1995 ; Aukema et *al*. 2013).

**Famille des Notonectidae**: Ces hétéroptères, de redoutables insectes, nagent sur le dos sous l'effet de la lumière. Les Notonectidae sont des organismes aquatiques de pleine eau, leur

corps comprimé est convexe sur le dos et aplati sur le ventre, présentant une section transversale pouvant être plus ou moins triangulaire (Poisson, 1957). Ces nageurs robustes aux pattes postérieures aplaties et recouvertes de poils sont des prédateurs qui s'attaquent autant aux larves d'insectes aquatiques qu'aux jeunes poissons ou têtards. Leur bec extrêmement puissant provoque une piqûre particulièrement douloureuse. Mesurant entre 14 et 16 mm, notre région abrite cinq espèces de ces créatures, dont quatre sont présentes sur le site (la cinquième étant plutôt liée aux habitats de landes et de tourbières).



**Figure 12:** Notonectidae

### 3. Cycle de vie et reproduction

#### 3.1. Les oeufs

Sont de forme ovale, présentent une taille allant d'environ 0,9 mm de largeur à 1,5 mm de longueur selon les espèces ; l'aspect de la surface de l'œuf est lisse et sa couleur, qui est blanchâtre après la ponte, évolue progressivement vers un jaune crème, puis devient de plus en plus orangée pendant le développement embryonnaire. À la fin de l'incubation, deux points rouges, qui correspondent aux yeux de la larve, sont clairement visibles. Cinq stades larvaires existent. À l'éclosion, les larves présentent une teinte crème légèrement orangée, qui évolue progressivement vers un rouge vif, tandis que leurs yeux deviennent rouges. Au deuxième stade, la tête est de couleur noir violacé, les pattes, les antennes et le rostre sont d'un violet foncé et le corps est rouge. Dans les phases suivantes, les colorations caractéristiques du corps des adultes des diverses espèces se distinguent progressivement. Les ébauches alaires

apparaissent après la deuxième mue, de couleur noirâtre, les antérieures recouvriront progressivement les postérieure (Vrydagh, 1941)

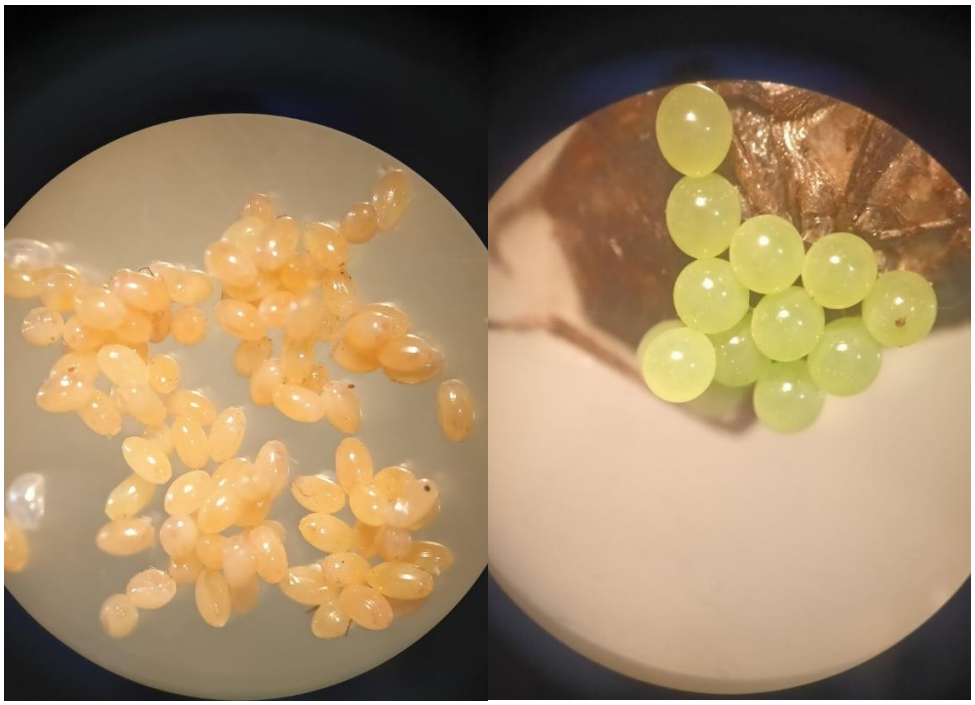


**Figure13** : Œufs d'hétéroptères (Photo Originale)

### 3.2. Les adultes

Les adultes commencent à s'accoupler quelques jours après la dernière mue (3,5 jours en moyenne à 25° C, et plus rapidement si la température augmente). L'accouplement dure de 3 à 5 jours, le mâle et la femelle restent attachés l'un à l'autre, les corps en opposition n'étant en contact que par l'extrémité de leur abdomen, et ne se séparent qu'une douzaine d'heures avant la ponte ; jusqu'à la mort de la femelle, de nouveaux accouplements se produisent, entrecoupés de périodes de ponte tous les quatre jours.

Les femelles déposent les oeufs en petites grappes de plusieurs dizaines, dans des cavités qu'elles ont grossièrement creusées à la surface du sol, dans de petites fissures ou parmi les débris végétaux. Ces lieux sont humides et souvent en contact avec des graines de cotonnier. La fécondité diffère selon les espèces, comme le montre Duviard (1981) faisant référence aux observations de divers auteurs :

- ***D. nigrofasciatus***, le nombre d'œufs varie entre 386 et 968, la moyenne étant de 599

- ***D. melanoderes***, le nombre d'œufs oscille entre 215 et 1365, avec une moyenne de 646

- ***D. cingulatus***, le nombre d'œufs va de 63 à 464, la moyenne étant de 210.

La durée d'incubation dépend de la température (6 jours à 25 °C, 4 jours à 30 °C) ; pendant cette période, l'humidité est indispensable, car sa baisse provoque une hausse considérable de la quantité d'œufs non éclos. Le stade oeuf, en raison de l'exposition directe des pontes à la surface du sol aux variations quotidiennes de taux d'humidité et de chaleur, constitue une étape décisive du cycle de l'insecte (Panizzi et *al*., 2015)

La longévité des adultes varie selon le sexe, les mâles vivent en moyenne un mois, tandis que les femelles vivent environ vingt jours (des maximas de 148 et 47 jours ont été observés respectivement pour les mâles et les femelles) (Duviard, 1981).

### 3.3. Les larves

Les larves d'hétéroptères présentent généralement une similitude avec les adultes. Les différences minimes se limitent essentiellement à la forme simplifiée et primitive des ailes des larves qui se développe avec leur âge. Il est aussi à noter que les larves de punaises demeurent incapables de se reproduire. Après l'éclosion, les larves demeurent rassemblées sur le site de ponte ; elles ne se nourrissent pas et n'absorbent qu'un peu d'eau, étant très sensibles à la sécheresse. Les larves quittent la surface du sol et les débris végétaux pour gagner la végétation après la première mue où elles peuvent rester ensemble, bien qu'elles aient tendance à se disperser dans leur quête de fruits ouverts leur fournissant nourriture et eau. (Schuh et *al*., 1995)

## 4. Écologie et rôle des hétéroptères dans l'écosystème forestiers

Les Hétéroptères commencent à être davantage étudiés dans le cadre d'inventaires faunistiques réalisés dans les espaces naturels qui prennent en compte les espèces d'Hétéroptères considérées comme rares, menacées ou bio-indicatrices (Fauvel, 1999).

En effet, un grand nombre d'espèces de ce groupe d'insectes peut servir de bio-indicateur pour le suivi de l'état des écosystèmes. En raison d'une spécialisation plus ou moins importante pour une ressource alimentaire (proie ou plante) ou simplement de par son mode de vie (espèces aquatiques exigeantes vis-à-vis de la qualité de l'eau par exemple ou encore espèces terrestres liées à une certaine structure de la végétation), beaucoup d'Hétéroptères

pourraient constituer des indicateurs utiles rendant compte des changements, perturbations ou dégradation intervenant dans les écosystèmes terrestres et aquatique.

Le nombre de générations annuelles de certaines espèces pourrait changer sous l'influence du réchauffement climatique, ce dernier induisant une accélération du développement des œufs ou des juvéniles, une maturité plus précoce ou une meilleure survie hivernale des imagos par exemple (Musolin, 2007).

Les Gerridae sont de bons indicateurs d'une série de métaux lourds (aluminium, cadmium, cuivre, fer, zinc). Les différentes espèces et les différents stades ne répondent en outre pas de la même manière à chaque polluant [par exemple les juvéniles accumulent davantage de fer que les adultes et *Gerris. argentatus* accumule significativement plus de zinc que *Gerris. Odontogaster* (Fauvel, 1999)

Cheng (1985) indique que *Halobates sericeus* pourrait aussi servir d'indicateur pour le DDT, que cette espèce accumule davantage qu'une autre espèce vivant près des côtes, telle que *Rheumatobates aestuarius*.

Des Hétéroptères terrestres furent aussi étudiés. Vogel en 1988, rapporte par exemple des contaminations au cadmium nettement plus élevée chez des espèces prédatrices de Reduviidae que chez des Pentatomidae phytophages dans une forêt polluée par des particules en suspension. Une accumulation de métaux cadmium, cuivre, plomb et zinc a été noté chez *Spilostethus saxatilis* de la famille des Lygaeidae, de *Graphosoma lineatum* de la famille des Pentatomidae ainsi que de *Pyrrhocoris apterus* de la famille des Pyrrhocorida (Rabitsch, 1995)

Les changements dans la composition des communautés d'Hétéroptères à l'échelle d'un pays voire d'un continent pourraient être utiles pour mettre en évidence des changements globaux de l'environnement, c'est-à-dire des changements contemporains, directement ou indirectement d'origine anthropique, relatifs à une série de facteurs pouvant interagir, qui affectent une part substantielle du globe et, en l'occurrence, des systèmes biologiques (Aukema, 2003 et Rabitsch, 2008).

# Matériels et Méthodes

# CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

## 1. La région d'étude

### 1.1. Situation géographique de la région de Bouchrahil

La commune de Bouchrahi est située dans le tell central dans l'Atlas blidéen a environ 100 km au sud d'Alger et a 60 km au sud-est de Médéa et a environ 12 km au nord-est de Sidi Nâamane et à 42 km l'est de Berrouaghia et a 90 km au sud-est de la région de Blida et à 79 km à l'ouest de la wilaya de Bouira

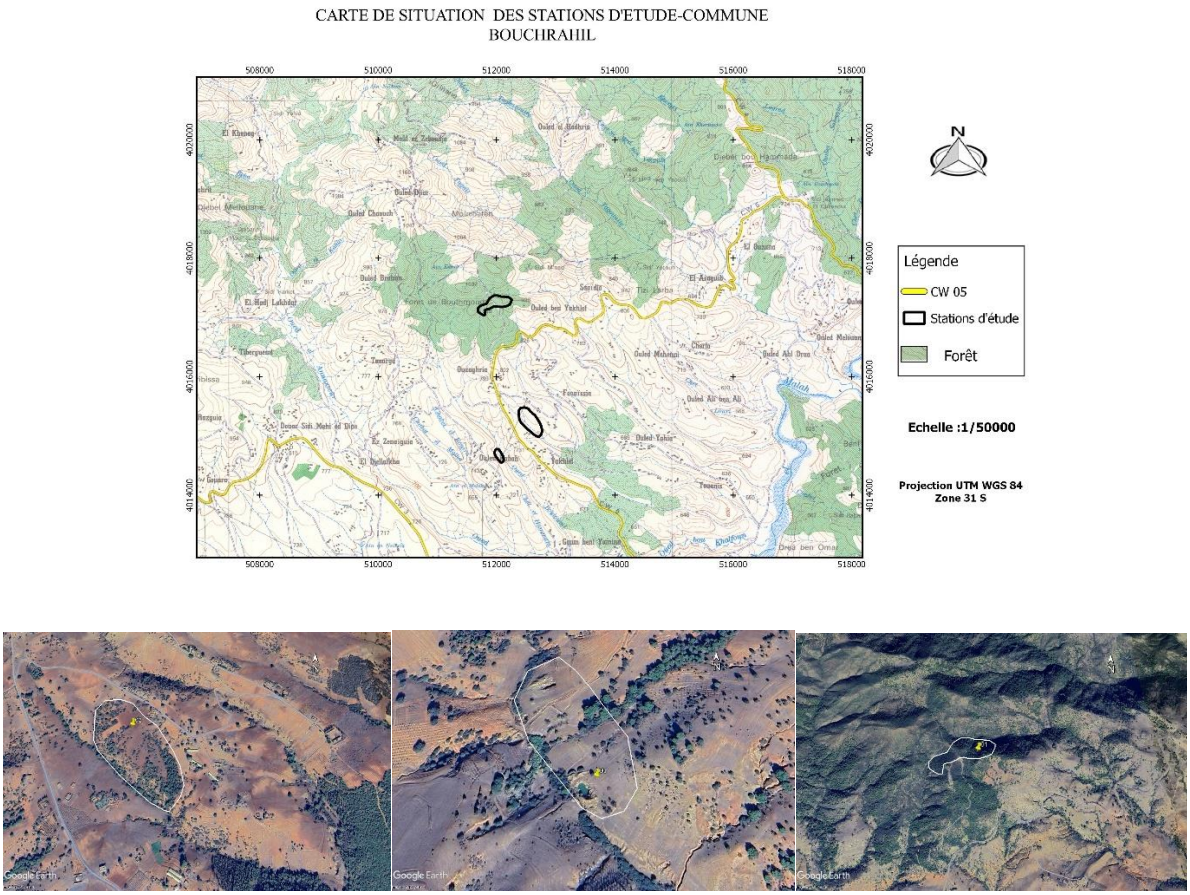



**Figure 14** Situation géographique de la zone d'étude

### 1.2. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude

Les paramètres climatiques sont les principaux facteurs écologiques qui influencent l'écosystème en général et la diversité floristique et faunistique dans son milieu naturel. Les populations d'insectes phytophages sont très sensibles aux variations et aux changements climatiques dans leur milieu. Il s'agit d'une double influence, à la fois directe et indirecte, car le climat conditionne déjà le développement des arbres qui servent de biotopes de sélections vis-à-vis des insectes (Chararas, 1979). Les variations climatiques du climat en général déterminent pour une grande part la distribution, l'occupation, le développement, l'activité et les pullulations des bioagresseurs (Hmimina, 1986). Villemant (2006) souligne que les étés chauds raccourcissent la durée du développement de diverses espèces d'insectes et ce qui favorise l'explosion des populations en général.

Pour une analyse plus fiable des variations climatiques de la région de Bouchrahil, nous avons considéré les données climatiques fournies par le site de la NASA.

#### 1.2.1. Les températures

La température représente un facteur limitant de première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques, et conditionne la répartition et l'occupation de la totalité des espèces, et des communautés d'êtres vivants de la biosphère (Ramade, 2003). La température agit sur le comportement et peut intervenir comme facteur de mortalité. Chararas (1979) note que la température exerce son influence de façon constante sur toutes les écophases évolutives de l'insecte. Afin de tirer plus de renseignements, nous avons considéré les températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la période allant de 2000 à 2024 (Tableau 01)

**Tableau 01 :** Moyennes mensuelles des températures pour la période 2000-2024

| | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T min | **2,11** | 2,27 | 2,95 | 5,88 | 8,95 | 13,08 | 17,38 | 18,36 | 14,64 | 10,60 | 6,55 | 3,39 |
| t max | 19,46 | 21,04 | 25,16 | 28,66 | 32,46 | 37,87 | **40,47** | 40,02 | 36,35 | 32,58 | 26,03 | 20,71 |
| T moy | 10,79 | 11,66 | 14,05 | 17,27 | 20,71 | 25,48 | 28,92 | 29,19 | 25,49 | 21,59 | 16,29 | 12,05 |

Les températures moyennes mensuelles de la zone d'étude entre 2000 et 2022 varient en fonction de la saison, durant la période hivernale, les températures moyennes varient de 10°C à 12°C. Pendant la période estivale, les valeurs moyennes sont

comprises entre 25°C et 29°C. Les graphes de la figure 14, expliquent davantage les variations thermiques notées au cours des années considérées.

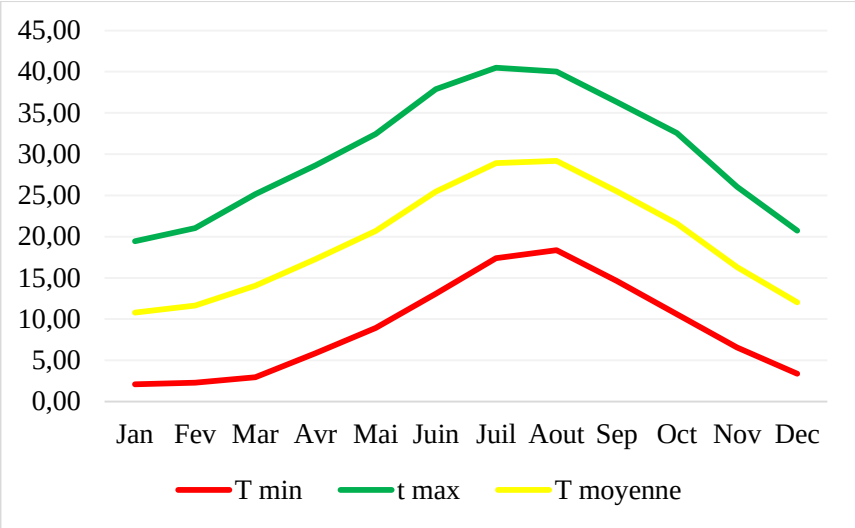



**Figure15** : Variations mensuelles des températures moyennes de 2000 à 2024 dans la région de Bouchrahil

### 1.2.2. Les précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'une importance fondamentale dans l'environnement. La répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue. Le volume annuel des précipitations conditionne en grande partie les biomes continentaux (Ramade, 2003). L'eau représente de 70 à 90 % des tissus de la majorité des espèces en état de vie active. L'approvisionnement en eau et la réduction des pertes constituent un problème écologique et physiologique fondamental (Dajoz, 1996). La pluviométrie a une influence sur la biologie des espèces animales, par conséquent elle agit sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et même sur leur fécondité (Dajoz, 1971). Les données recueillies sur les variations pluviométriques sont consignées dans le tableau 02.

**Tableau 02 :** Moyennes mensuelles des précipitations pour la période 2000 à 2024

| | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Jun | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pr (mm) | 79,08 | 62,79 | 61,49 | 59,53 | 44,59 | 14,62 | 4,703 | 11,81 | 37,04 | 52,28 | 93,72 | 76,01 |

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations montrent une variation inter mensuelle des pluies. Cette variation traduit une forte irrégularité entre les différents mois de l'année au cours de cette période, où le mois de novembre demeure le plus pluvieux (93,72mm), par opposition à la période estivale, le mois de juillet est le plus sec avec seulement 4,70mm. La figure 7 représente davantage les variations des moyennes mensuelles des quantités de pluie dans la zone d'étude.

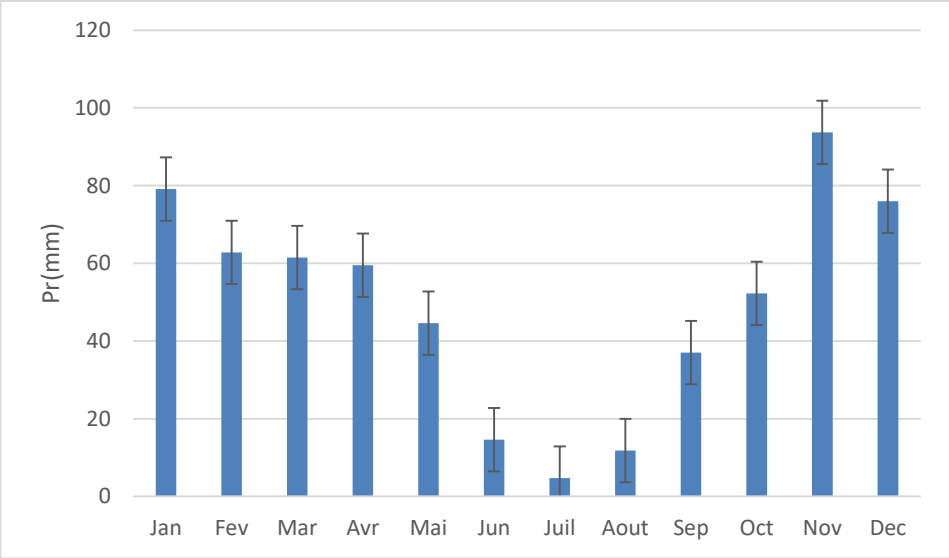



**Figure 16** : Variations moyennes des précipitations mensuelles de 2000 à 2024 dans la région de Bouchrahil

### 1.2.3. Synthèse climatique

Les principaux facteurs climatiques qui caractérisent les milieux continentaux sont la température et les précipitations. La plupart des formules synthétiques proposées par divers auteurs combinent les facteurs température et pluviométrie pour l'élaboration de diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et le climagramme d'Emberger, permettant d'analyser respectivement la période sèche et déterminer l'étage bioclimatique du biotope considéré.

### 1.2.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Bagnouls et Gaussen (1953) considèrent qu'un mois est sec lorsque le total des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne exprimée en degré Celsius. L'examen de diagramme ombrothermique de la station d'étude indique la présence d'une période sèche qui débute à partir de la deuxième quinzaine du mois d'Avril et se prolonge jusqu'à la fin du mois de septembre, soit cinq mois et demi. Quant à la période humide, elle s'étale du mois d'octobre jusqu'à la deuxième quinzaine du mois d'avril (Fig. 16).

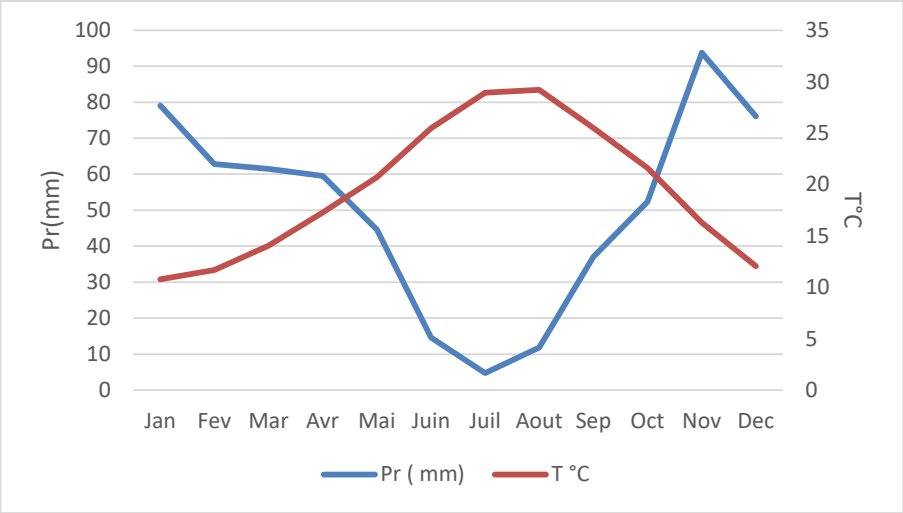



**Figure17**: Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN de la station prospectée (2000-2024)

### 1.2.4. Le climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique établi par Emberger, permet de mettre en valeur les rapports thermiques et pluviométriques d'une région. Il est présenté par la relation simplifiée de Stewart (1969) :

$$Q = 3.43x\ P/M\text{-}m$$

Où :

Q : Quotient pluviothermique d'Emberger

M: Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en Kelvin

m: Moyenne des températures minima du mois le plus froid en Kelvin

P: Moyenne des précipitations annuelles en mm.

Pour la station de Bouchrahil qui correspond à la zone d'étude, le quotient pluviothermique **Q** calculé est égal à **119,6**. Cette valeur nous a permis de situer la zone d'étude au niveau de l'étage bioclimatique sub-humide (Fig.18)

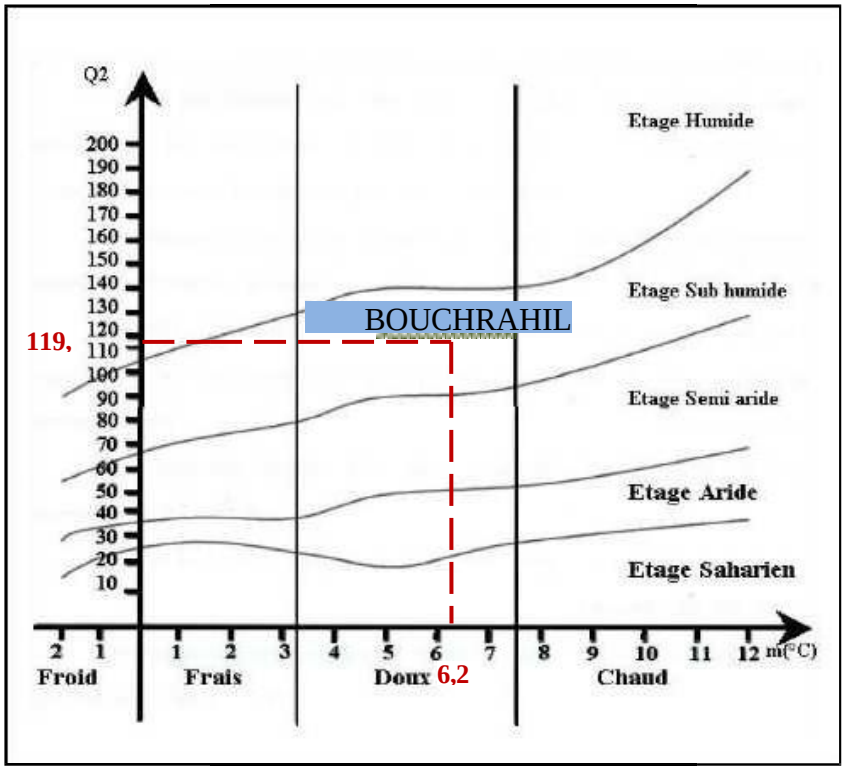



**Figure 18:** Projection de la Station de Bouchrahil dans le climagramme d'Emberger

## 2. Méthodologie

### 2.1. Méthode d'étude de la diversité entomologique

La diversité des insectes sur une partie de la forêt vise à dresser la liste la plus exhaustive possible des espèces présentes et à recueillir, le cas échéant, des indications sur leur abondance, leur biologie et écologie et les impacts d'un ou plusieurs facteurs naturels ou anthropiques. Un répertoire entomologique est avant tout un échantillonnage puisqu'il est impossible de réaliser, sur une surface importante, un recensement exhaustif d'organismes mobiles et très diversifiés comme les Arthropodes (Conroy, 1996). La présente étude a été effectuée au cours de la période allant du mois de février jusqu'au mois de mais

#### 2.1.1. Les pièges d'interception

L'utilisation des pièges de Barber ou d'interception tendent à devenir d'usage courant dans le monde (Mehenni, 1994). Ce procédé simple sert à l'échantillonnage des biocénoses d'invertébrés qui se déplacent à la surface du sol. De ce fait, ce genre de piège permet surtout la capture de divers Arthropodes marcheurs ; les Coléoptères, les Collemboles et les Araignées sont les plus fréquemment capturés. Les Diplopodes ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants qui viennent se poser à la surface ou qui y tombent emportés par le vent sont également piégés. Il s'agit là, de la méthode adéquate permettant d'obtenir de nombreux

recensements standardisés et comparables (Baguette, 1992). Le piégeage choisi s'est effectué avec des récipients en matière plastique de forme cylindrique de 12 cm de profondeur et de 9 cm de diamètre, des perforations sont effectuées dans la partie supérieure afin d'évacuer l'excès d'eau en période pluvieuse. Chaque récipient est enfoui, verticalement, de manière que le bord supérieur (ouverture) du pot coïncide parfaitement avec le niveau du sol, qui doit être bien tassé tout autour du piège afin d'éviter l'effet barrière pour la capture des espèces. Les pots sont remplis au 2/3 avec de l'eau et du formol dilué à 5 % qui joue le rôle de mouillant et conserve le matériel biologique. Il est important de placer une pierre plate au-dessus de chaque pot, surélevé par quelques cailloux supports disposés en triangle afin de faciliter le passage des insectes et de réduire l'évaporation durant les grandes chaleurs estivales. Stein (1965) a montré que les espèces semi-dominantes et rares pouvaient être capturées avec seulement un nombre de cinq pièges de Barber et que le nombre quantitatif ne changeait pas quand le nombre de pièges est de vingt (Mehenni, 1994). De son côté, Obrtel (1971), juge que le nombre de pièges nécessaires à un recensement exhaustif est de l'ordre de 10 (Baguette, 1992).

Pour notre cas, nous avons opté pour l'installation systématique de 10 pièges selon la méthode des transects, dans laquelle tout au long d'un transect en ligne on place une dizaine de pièges distants systématiquement de cinq mètres (Fig, 18). Une semaine après l'installation des pièges, le contenu de chaque pot est récupéré dans un sachet en matière plastique étiqueté, portant le nom de la station, la date du dépôt et du prélèvement du piège ainsi que son numéro. Le matériel biologique récolté est examiné au laboratoire et les échantillons sont séchés, débarrassés de tout débris et triés, afin d'être identifiés et comptabilisé pour tirer des informations sur la dynamique des populations des insectes dans le biotope prospecté.



**Figure 19** : Dispositif d'installation des pièges d'interception

### 2.1.2. Parapluie japonais ou nappe montée

Le parapluie japonais se caractérise par une toile carrée de couleur claire de forme carrée et de dimensions 120 x 120 cm est tendue sur un cadre pliant en bois. La nappe est maintenue d'une main sous le feuillage des arbres et arbustes pendant que l'on secoue brutalement les végétaux avec l'autre main sur un mètre à partir de leur extrémité. Au total 11 coups de bâton sont menés sur des branches situées aux différentes expositions d'une dizaine d'arbres. Les insectes tombent sur la surface de la nappe où ils sont facilement collectés et conservés dans des tubes. Par le biais de cette méthode on capture la majorité des insectes présents sur les branches des arbres et des arbustes qui sont généralement des Coléoptères Elateridae, des Buprestidae, des Chrysomelidae, et des Curculionidae, des Rhynchotes (Hémiptères et Homoptères), des Névroptères et des Trichoptères (Meriguet et Zagatti, 2002) (Fig19)



**Figure 19**: Le parapluie japonais

### 2.1.4. Récolte directe

La récolte manuelle directe consiste à récolter les insectes facilement repérables, accessibles et à mobilité réduite. Ces derniers sont récoltés lors des sorties sur le terrain au niveau du sol, sur la strate herbacée et également sur les arbres à hauteur d'homme. Les individus capturés sont conservés dans de l'alcool à 70 % pour une identification et préparation au laboratoire.

## 3. Exploitation des résultats

### 3.1. Méthodes d'exploitations par les indices écologiques

#### 3.1.1. Qualité de l'échantillonnage

Blondel (1979), définit la qualité de l'échantillonnage par la relation : **Q=a/N**

**a** : le nombre des espèces vues une seule fois et en un seul exemplaire par relevé.

**N** : le nombre de relevés.

Plus le rapport **a/N** se rapproche de zéro plus la qualité est bonne (Ramade, 2003).

#### 3.1.2. Indices écologiques de composition

##### 3.1.2.1. Richesse totale et moyenne

La richesse totale **S** représente le nombre des espèces du peuplement du site prospecté. Elle est considérée comme un paramètre fondamental d'une communauté d'espèces. La richesse moyenne **s** correspond au nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope (Ramade, 2003).

##### 3.1.2.2. Fréquences centésimales

C'est le pourcentage des individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus (Dajoz, 1971). L'abondance relative des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné (Frontier, 1983). La fréquence centésimale est calculée par la relation :

$$F\% = ni \times 100 / N$$

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

N : le nombre total des individus de toute espèce confondue.

##### 3.1.2.3. Fréquence d'occurrence et constances

La fréquence d'occurrence est le pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération par rapport au nombre total de relevés (Dajoz, 1971).

$$C = P \times 100 / P'$$

**P** : le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

**P'** : le nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de C, les catégories suivantes sont définies comme suit :

- Une espèce est omniprésente si **C = 100 %**

- Une espèce est constante si **75 % ≤ C ≤ 100 %**

- Une espèce est régulière si **50 % ≤ C ≤ 74 %**

- Une espèce est accessoire si **25 % ≤ C ≤ 50 %**

- Une espèce est accidentelle si **5 % ≤ C ≤ 25 %**

- Une espèce est rare si **C ≤ 4 %**

### 3.1.3. Indices écologiques de structure

#### 3.1.3.1. Diversité de Shannon-Weaver

Blondel et *al*. (1973), définissent la diversité comme le degré d'hétérogénéité d'un peuplement. Cet indice est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité, il est calculé de la manière suivante : $H' = -\sum qi \log2\ qi$

H' : indice de diversité exprimé en unité de bits

qi : fréquence relative de la catégorie d'individus par rapport à i qui est l'espèce considérée

log2 : le logarithme à base de 2.

Cet indice permet d'avoir une idée sur la diversité des différents milieux, plus précisément il permet de connaître la diversité d'une espèce donnée au sein d'un peuplement.

Si H' est élevé, le peuplement considéré est diversifié et donc le milieu est favorable.

Si en revanche H' est faible, ce dernier est pauvre en espèces ou défavorable.

#### 3.1.3.2. Diversité maximale

Blondel (1979) exprime la diversité maximale par la relation suivante : $H'max. = Log2\ S$.
H'max : la diversité maximale

S : la richesse totale.

### 3.1.3.3. Equitabilité

L'indice correspond au rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale H' max (Barbault, 1981). Blondel (1979), juge que, l'équirépartition est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle se calcule comme suit :

$$E = \frac{H'}{H' \text{ max.}}$$

La valeur de l'équirépartition E varie de 0 à 1. Lorsque E tend vers 0 cela signifie que les effectifs des espèces récoltés ne sont pas en équilibre entre eux. Quand E tend vers 1 cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre eux.

## 3.2. Méthodes d'analyses statistiques

### Analyse multivariée (AFC et ACP)

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) retenue, permet l'ordination des prélèvements en fonction de leurs corrélations respectives, calculés à partir de variables. Il en résulte une représentation graphique qui exprime les relations de proximité entre objets, entre variables et enfin entre objets et variables (Delagarde, 1983). Pour délimiter les unités, on considère la contribution absolue qui exprime la part d'un individu dans l'information et la contribution relative qui exprime la participation de l'axe factoriel à la dispersion des points dans le nuage. Un point bien corrélé à un axe traduit une liaison entre ce point et l'axe considéré. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une autre méthode d'analyse de données multivariées qui cherche à identifier les axes principaux qui expliquent le mieux les corrélations entre variables descriptives. Elle cherche à synthétiser l'information contenue dans un tableau croisant des individus et des variables quantitatives. Produire un résumé d'information au sens de l'ACP c'est établir une similarité entre les individus, chercher des groupes d'individus homogènes, mettre en évidence une typologie d'individus. Quant aux variables, c'est mettre en évidence des bilans de liaisons entre elles, moyennant des variables synthétiques et mettre en évidence une typologie de variables. L'ACP cherche d'une façon générale à établir des liaisons entre ces deux typologies (Legendre et Legendre, 1984). Cette analyse permet dans des cas où il est impossible de se ramener à un tableau de contingence, de disposer d'un graphique à deux dimensions d'analyse factorielle (Delagarde, 1983).

### 3.4. Clés d'identifications

Pour l'identification morphologique des espèces nous avons utilisée des clés d'identifications suivantes :

- Moulet P., 1995. - Hémiptères Coreoidea euro-méditerranéens.
- Péricart J., 1972. Hémiptères Anthocoridae. Faune de l'Europe et du Bassin méditerranéen,
- Péricart J., 1983. - Hémiptères Tingidae euro-méditerranéens. Faune de France 69
- Péricart J., 1987. - Hémiptères Nabidae. Faune de France 71,
- Péricart J. et Golub V. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region (Volumes 1 à 5).

# Résultats et Discussions

# CHAPITRE III : Résultats et Discussions

## 1. Diversité des espèces hétéroptères

Au cours de la période d'échantillonnage allant du mois de février au mois de Mai, 2025, un nombre de 16 relevés effectués au cours de 16 sorties sur le terrain a permis d'identifier les espèces reportées dans le tableau 03.

**Tableau 03**. Taxonomie des espèces répertoriées

| Familles | Espèces inventoriées | Ni |
|---|---|---|
| Notonectidae | *Notonecta glauca* (Linnaeus, 1758) | 108 |
| Alydidae | *Camptopus lateralis* (Germar,1817) | 44 |
| Lygaeidae | *Spilostethus pandurus* (Scopoli, 1763) | 15 |
| | *Lygaeus equestris* (Linnaeus, 1758) | 16 |
| Coreidae | *Syromastus rhombeus* (Linnaeus, 1767) | 1 |
| | *Centrocoris spiniger* (Fabricius, 1781) | 3 |
| Stenocephalidae | *Dicranocephalus agilis* (Scopoli, 1763) | 1 |
| Anthocoridae | *Brachysteles parvicornis* (Costa, 1747) | 1 |
| Pyrrhocoridae | *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758) | 1017 |
| Reduviidae | *Rhynocoris erythropus* (Linnaeus, 1767) | 12 |
| Gerridae | *Gerris sp.* (Fabricius, 1794) | 13 |
| | *Gerris lacustris* (Linnaeus, 1758) | 16 |
| Miridae | *Campyloneura virgula* (Herrich-Schaeffer, 1835) | 4 |
| | *Deraeocoris punctum* (Rambur, 1839) | 6 |
| | *Adelphocoris quadripunctatus* (Fabricius, 1794) | 122 |
| | *Calocoris nemoralis* (Fabricius, 1787) | 158 |
| | *Plagiognathus sp.* (Fabricius, 1794) | 23 |
| Rhopalidae | *Corizus hyoscyami* (Linnaeus, 1758) | 6 |
| | *Rhopalus subrufus* (Gmelin, 1790) | 9 |
| | *Liorhyssus hyalinus* (Fabricius, 1794) | 16 |
| Pentatomidae | *Carpocoris purpureipennis* (De Geer, 1773) | 50 |
| | *Aelia acuminata* (Linnaeus, 1758) | 2 |
| | *Eurydema ornata* (Linnaeus, 1758) | 3 |
| | *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) | 1 |
| | *Odontatarsus cadatus* (Burmeister, 1835) | 1 |
| | *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758) | 28 |

Ni : Nombre d'individus

Un effectif de 12 familles d'Hétéroptères, ont été identifiées ; Notonectidae, Alydidae, Lygaeidae, Coreidae, Stenocephalidae, Anthocoridae, pyrrhocoridae, Reduviidae, Gerridae, Miridae, Rhopalidae, Pentatomidae (Tableau 03). Dans une etude similaire réalisé par Khellaf et *al*. en 2015 au niveau du même étage climatique dans la région de Chréa, presque les mêmes familles ont été répertoriées à l'exception des espèces aquatiques.

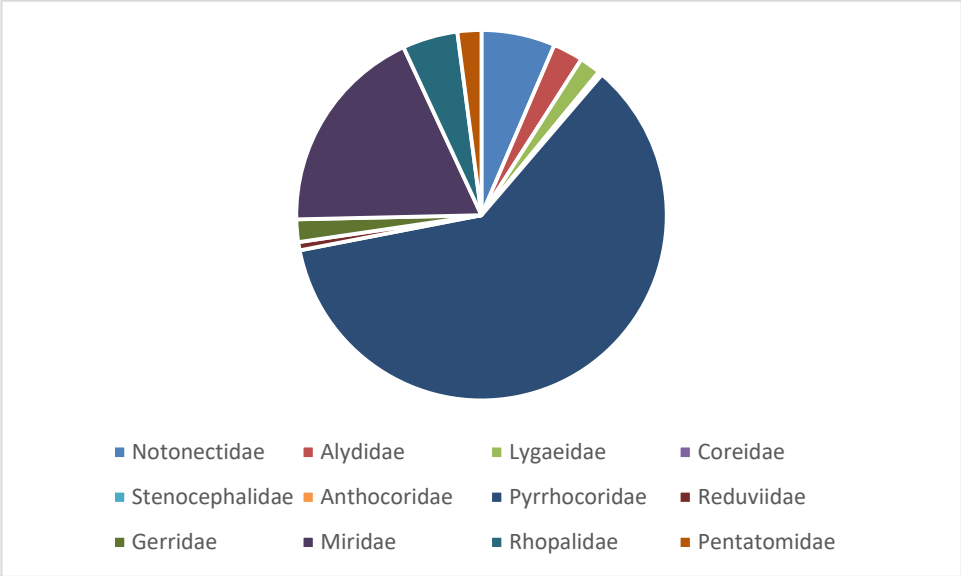



**Figure 20 :** Importance des différentes familles d'hétéroptères répertoriés

Nous avons noté la dominance de la famille des pyrrhocoridae représenté par l'espèce *Rhynocoris erythropus* avec un effectif de 1017 individus, suivi par la famille des Miridae représenté par 5 espèces avec un effectif de 313 individus, les Notonectidae, une seule espèce *Notonecta glauca* avec un effectif de 108 individus, la famille des Alydidae avec une seule espèce *Camptotus lateralis* et un effectif de 44 individus, Lygaeidae représenté par deux espèces et 31 individus, Coreidae avec deux espèces et un effectifs de 4 individus, Stenocephalidae avec une seule espèce *Dicranocephalus agilis*, La famille des Anthocoridae avec une seule espèce *Brachysteles parvicornis*, Reduviidae avec une espèce *Rhynocoris erythropus* avec un effectif de 12 individus , La famille des Gerridae représentée par deux espèces et un effectif de 29 individus, Rhopalidae avec 31 individus (Tableau 03).

*Rhynocoris apterus* se rencontre le plus souvent à l'état brachyptère mais qu'il existe également sous la forme macroptère. Honek (1974, 1976) a mis en évidence le rôle joué par la photopériode et la température dans ce polymorphisme alaire. Ce dernier s'accompagne de modifications corrélatives portant sur la taille du corps et la forme du pronotum ; il s'y ajoute,

de plus, des variations de pigmentation nombreuses. Une telle diversité a conduit certains auteurs à distinguer dans l'espèce de nombreuses formes décrites par eux, soit comme des sous-espèces, soit comme des variétés. Cette espèce vie en groupes importants sur les troncs ou au pied des arbres, *Pyrrhocoris* se nourrit de la sève des graines de Malvaceae (mauves, roses trémières, tilleul,..), d'œufs d'insectes, d'insectes morts voire d'insectes vivants.

Les trois espèces d'hétéroptères aquatiques répertoriées *Notonecta glauca*, *Gerris lacustris* et *Gerris sp.*, *N. glauca* est une espèce largement répandue qui fréquente divers types de milieux aquatiques stagnants, situés à des altitudes comprises entre le niveau de la mer et 200 mètres. L'espèce colonise une grande diversité de milieux, notamment les mares agricoles, mares de tourbières, mares forestières, mares de jardins et ruisseaux à faible courant. Elle peut également se développer dans des mares côtières eutrophes et peu profondes, enrichies par les dépôts d'algues marines et fréquentées par des oiseaux marins comme les mouettes (Kjærstad, 2009). Selon Coulianos et *al*. (2008), *N. glauca* privilégie les milieux de basse altitude (<100 m) présentant une riche végétation aquatique, des sédiments organiques, une eau à température élevée, des concentrations importantes en calcium et magnésium, ainsi qu'une forte coloration de l'eau. L'espèce évite en revanche les milieux à faible végétation, aux rives pierreuses, à basse température, pauvres en calcium, au pH acide, et situés au-delà de 200 m d'altitude. En revanche dans la présente étude l'espèce de *Notonecta glauca* a été récolté à une altitude de 1020 m.

Les espèces du genre *Gerris* colonisent les plans d'eau stagnants ou à faible courant : mares, étangs, fossés, bras morts de rivières, lacs calmes (Spence et Andersen, 1994). Ils présentent une tolérance écologique variable selon les espèces, certains *Gerris* préfèrent les eaux riches en végétation et les substrats vaseux ou argileux (Coulianos et *al*., 2008). Ils évitent généralement les rives rocheuses, les eaux très acides ou pauvres en calcium (Ohba, 2019). Présents de la plaine jusqu'en moyenne montagne (jusqu'à 2000 m dans certaines régions).

La famille des Alydidae, représenté par *Camptotus lateralis* dont la présence est souvent associée à des habitats peu perturbés, secs, ensoleillés, avec une végétation herbacée indigène. Ainsi, il peut être utilisé comme bioindicateur de milieux ouverts méditerranéens ou steppiques bien préservés, ou en voie de recolonisation naturelle **(**Péricart, 1998).

Les Anthocoridae représentent la famille la plus fréquente au niveau de la châtaigneraie du parc de chréa (Khellaf et *al*., 2015), cette famille est représentée par une seule espèce *Brachysteles parvicornis* dans la forêt de Bouchrahil. Les espèces de cette famille sont entomophages dans la majorité des cas (les Anthocorinae étant plus ou moins occasionnellement phytophages) (Carayon, 1961). Un certain nombre d'études ont notamment fait objet de la nature des proies des espèces de cette famille. Citons d'une façon générale : des Collemboles, Thysanoptères, Psoques, Pucerons, Acariens, larves de Lépidoptères, soit de nombreux Arthropodes de petite taille (Hill, 1957 ; Carayon et Steffan, 1959)

Dans la présente étude les représentants de la famille des Pentatomidae, *Carpocoris purpureipennis, Aelia acuminata, Eurydema ornata, Nezara viridula, Odontatarsus cadatus Dolycoris baccarum.* En Afrique du Nord, les genres *Eurygaster* et *Aelia* sont un véritable fléau, détruisant la récolte de champs entiers, en rendant la farine impropre à la panification.

Les Reduviidae sont en majorité prédateurs, mais certaines espèces ont un régime phytophage (Stoner et *al*., 1975 ; Bérenger et Pluot-Sigwalt, 1997). Les relations entre les ruduviidae et les plantes peuvent être facultatives, comme source d'humidité (Stoner et *al*., 1975), ou bien refléter une association trophique obligatoire (Bérenger et Pluot-Sigwalt, 1997).

La famille des Lygaeidae est représenté par les deux espèces *Lygaeus equestris* et *Spilostethus pandurus*. Cette dernière est l'un des ravageurs majeurs s'attaquant aux graines d'un grand nombre de plantes. Son importance économique n'a cessé de croître au cours des dernières années, et les pertes annuelles causées par ses attaques sur les cultures maraîchères et autres sont parfois importantes et difficiles à quantifier. *S. pandurus* est hautement polyphage et a été signalée sur 15 à 16 familles de plantes cultivées. De nombreux rapports économiques font état de dégâts provoqués par cette espèce sur les cultures, elle est présente dans tout le pays et peut être observée dans les champs tout au long de l'année ; elle a notamment été signalée comme ravageur des graines de tournesol (*El-Shazly, 1995*).

## 2. Diversité et importance temporelle des différentes espèces d'Hétéroptères

La répartition temporelle des espèces est regroupée dans le tableau 04

**Tableau 04:** Présence spécifique des espèces au cours du temps

| Espèces inventoriées | Espèce | Mois | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Février | Mars | Avril | Mai |
| Notonectidae | *Netonecta glauca* (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + |
| Alydidae | *Camptotus lateralis* (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + |
| Lygaeidae | *Spilistethus pandurus* (Scopoli,1767) | - | + | + | + |
| | *Centorocoris spiniger* (Fabricius, 1781) | - | - | + | + |
| Coreidae | *Syromastus rhombeus* (Linnaeus, 1767) | - | - | - | + |
| | *Cetocoris spiniger* (Fabricius, 1781) | - | - | - | + |
| Snteocephalidae | *Dicranocephalus agilis* (Scopoli, 1763) | - | - | - | + |
| Anthocoridae | *Brachysteles parvicornis* (Costa, 1747) | - | - | - | + |
| Pyrrhocoridae | *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + |
| Reduviidae | *Rhynocoris erythropus* (Linnaeus, 1767) | - | - | + | + |
| Gerridae | *Grris sp* (Fabricius, 1794) | - | + | + | + |
| | *Grris lacusterus* (Linnaeus ,1758) | - | + | + | + |
| Miridae | *Campyloneura virgula* (Herrich-Schaeffer, 1835) | - | - | + | + |
| | *Deracoris punctum* (Rambur,1939) | - | - | + | + |
| | *Adelphocoris quadripuntatus* (Fabricius ,1794) | - | - | + | + |
| | *Calocoris nomeralis* (Fabricius ,1787) | - | - | + | + |
| | *Plagiognathus sp* (Fabricius ,1794) | - | - | + | + |
| Rhopalidae | *Coerzus hyoscyami* (Linnaeus ,1758) | - | + | + | + |
| | *Rhopalus subrufus* (Gmelin, 1790) | - | - | + | + |
| | *Liorhyssus hyalinus* (Fabricius, 1794) | - | + | + | + |
| Pentatomidae | *Carpocoris puepureipennis*(De Geer, 1773) | + | - | + | + |
| | *Aelia acumina* (Linnaeus, 1758) | - | - | - | + |
| | *Eurydema orenta* (Linnaeus, 1758) | + | - | - | + |
| | *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) | + | - | - | - |
| | *Odontatarsus cadatus* (Burmeister, 1835) | - | - | - | + |
| | *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758) | - | + | + | + |

Le mois de mai présente une richesse spécifique maximale, on y observe le pic de diversité. Cela s'explique par l'augmentation des températures, la floraison et la croissance des plantes-hôtes et l'émergence des adultes issus d'hivernation larvaire ou œuf. Les espèces hivernantes et précoces tel que

*Pyrrhocoris apterus*, *Camptopus lateralis*, ou *Eurydema ornata* sont capables de résister aux basses températures, témoignant d'une tolérance thermique élevée (Sinclair et *al*. 2018) Le tableau montre une succession nette des cortèges faunistiques entre février et mai, reflet de niches temporelles depuis les taxons les plus précoces, souvent généralistes ou thermotolérants, jusqu'aux espèces strictement printanières, voire tardives, à exigences écologiques plus marquées (Fig.21)

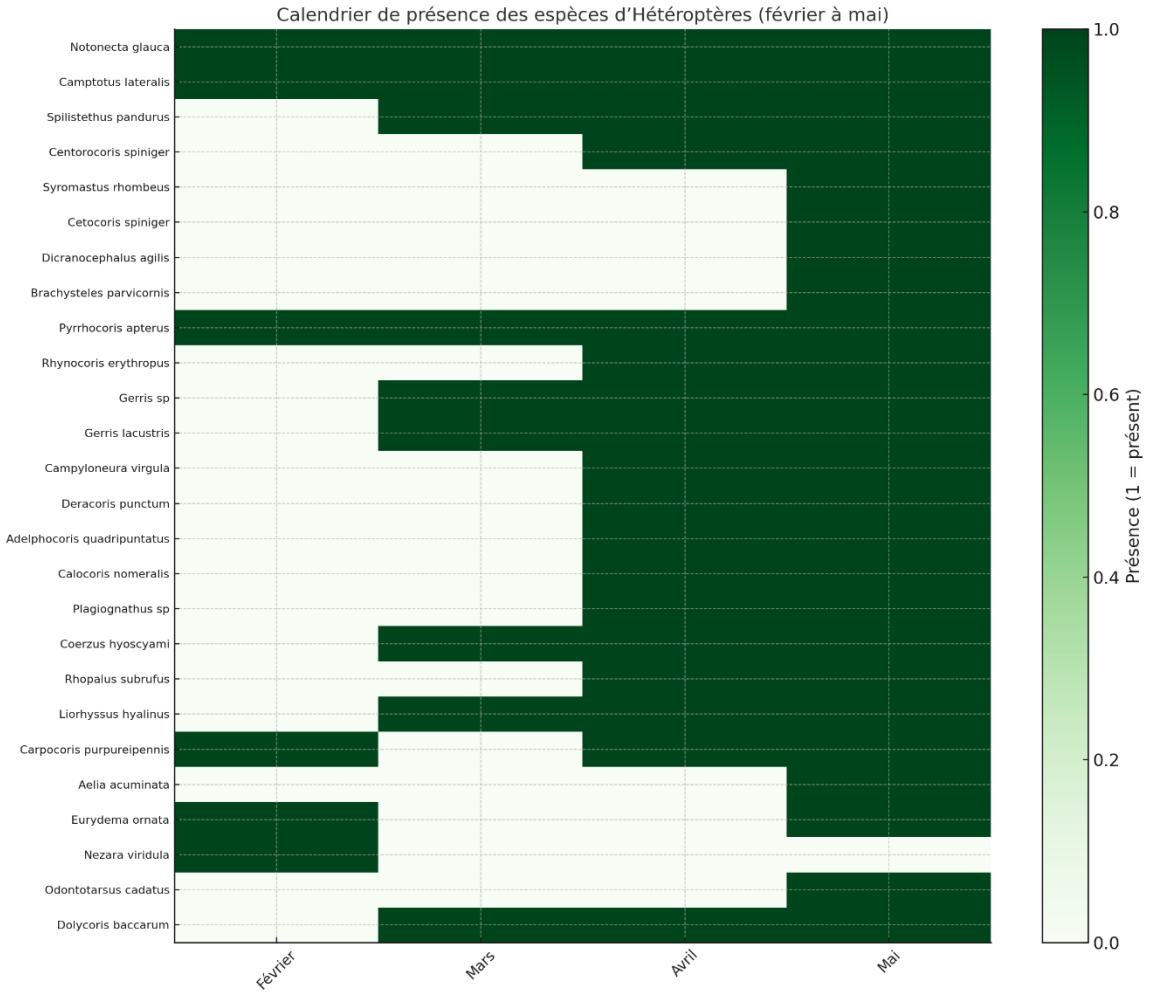



**Figure 21** : Représentation graphique du calendrier de présence des espèces au cours de la période d'étude

### 2.1. Analyse des composantes principales (ACP)

Afin d'interpréter la répartition des espèces au cours du temps, nous avons procédé à une analyse multivariée. Le tableau 7 regroupe les valeurs des corrélations possibles entre les espèces répertoriées et les années de prospection.

La valeur et le sens des relations entre les descripteurs écologiques et les axes de l'ACP sont représentés par la figure 44

**Tableau 05 :** Matrice de corrélations entre les espèces et les mois

| Variables | Fevrier | Mars | Avril | Mai | Espèces |
|---|---|---|---|---|---|
| **Fevrier** | **1** | | | | |
| **Mars** | **0,99** | **1** | | | |
| **Avril** | **0,96** | **0,94** | **1** | | |
| **Mai** | 0,82 | 0,80 | **0,94** | **1** | |
| **Espèces** | -0,13 | -0,12 | -0,15 | -0,094 | **1** |

L'analyse de la matrice met en évidence une forte corrélation significative entre le mois de février et le mois de mars avec un $R^2$ = 0,99. De même une autre corrélation significative est notée entre février et avril avec un $R^2$ = 0, 96 et deux autres corrélations entre le mois d'avril et les deux mois de mars et avril, avec une valeur de $R^2$= 0,94

La projection des variables considérées au cours de la période d'étude est représentée par la figure 22.

Les effectifs des espèces inventoriés pour chaque mois sont regroupés dans le même secteur (gauche du graphique, F1 négatif). Ils sont très proches les uns des autres et pointent dans des directions similaires. Cela montre que les assemblages d'Hétéroptères sont très proches d'un mois à l'autre. Il n'y a pas de rupture écologique importante dans la structure des communautés entre février et mai. L'environnement reste probablement relativement stable (climat, végétation, ressources). Au cours des quatre mois de prospection les effectifs des populations sont comparables. La station d'étude présente une distribution homogène qui qualifie un équilibre entomologique.

.

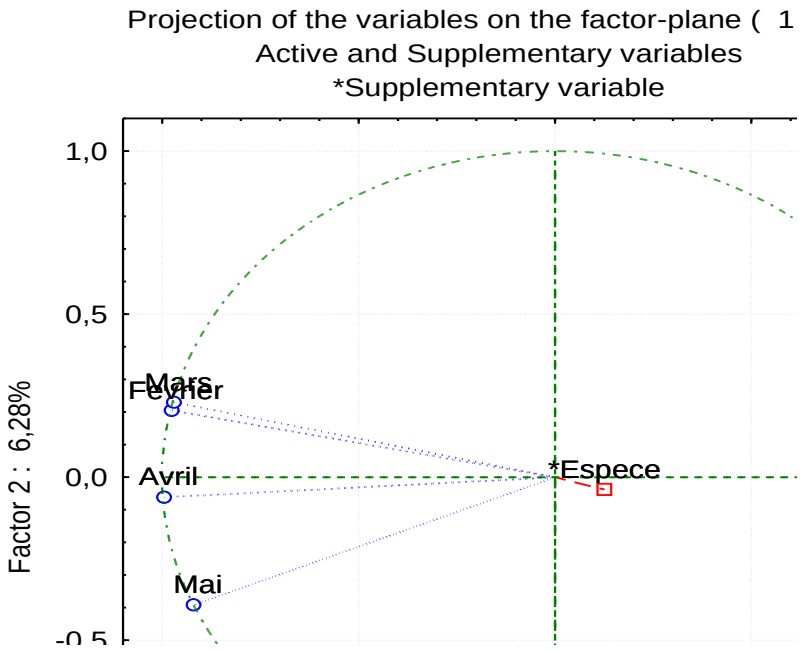



**Figure 22:** Cercle des corrélations des descripteurs écologique

Ces résultats suggèrent que les communautés d'Hétéroptères étudiées subissent une augmentation progressive de la richesse spécifique entre février et mai, sans discontinuité brutale. Les espèces présentes en fin d'hiver sont probablement des adultes hivernants (e.g. *Camptopus lateralis*) ou des espèces omniprésentes. À partir de mars-avril, la richesse spécifique augmente fortement, probablement sous l'effet de l'élévation des températures, du développement de la végétation et de l'émergence de nouvelles générations. Les espèces exclusivement printanières, détectées en mai, pourraient avoir des exigences thermiques ou trophiques spécifiques, ou correspondre à des stratégies univoltines comme *Aelia acuminata* adaptée aux milieux herbacés ouverts **(**Honek, 1990), *Syromastus rhombeus*

Le rôle structurant du facteur temporel est ici clairement mis en évidence, tandis que les facteurs spatiaux n'ont pas été discriminants dans la station d'étude.

### 2.2 Analyse factorielle des correspondances (AFC)

Cette analyse permet de regrouper les espèces inventoriées selon leur contribution à la richesse totale qui caractérise les quatre mois d'investigation sur terrain. Un code relatif à chaque espèce est attribué.

**Tableau 06 :** Code relatif à chaque espèce inventoriée

| Espèces | Codes |
|---|---|
| *Notonecta glauca* (Linnaeus, 1758) | 01 |
| *Camptotus lateralis* (Germar,1817) | 02 |
| *Spilostethus pandurus* (Scopoli, 1763) | 03 |
| *Lygaeus equestris* (Linnaeus, 1758) | 04 |
| *Syromastus rhombeus* (Linnaeus, 1767) | 05 |
| *Centrocoris spiniger* (Fabricius, 1781) | 06 |
| *Dicranocephalus agilis* (Scopoli, 1763) | 07 |
| *Brachysteles parvicornis* (Costa, 1747) | 08 |
| *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758) | 09 |
| *Rhynocoris erythropus* (Linnaeus, 1767) | 10 |
| *Gerris sp.* (Fabricius, 1794) | 11 |
| *Gerris lacustris* (Linnaeus, 1758) | 12 |
| *Campyloneura virgula* (Herrich-Schaeffer, 1835) | 13 |
| *Deraeocoris punctum* (Rambur, 1839) | 14 |
| *Adelphocoris quadripunctatus* (Fabricius, 1794) | 15 |
| *Calocoris nemoralis* (Fabricius, 1787) | 16 |
| *Plagiognathus sp.* (Fabricius, 1794) | 17 |
| *Corizus hyoscyami* (Linnaeus, 1758) | 18 |
| *Rhopalus subrufus* (Gmelin, 1790) | 19 |
| *Liorhyssus hyalinus* (Fabricius, 1794) | 20 |
| *Carpocoris purpureipennis* (De Geer, 1773) | 21 |
| *Aelia acuminata* (Linnaeus, 1758) | 22 |
| *Eurydema ornata* (Linnaeus, 1758) | 23 |
| *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) | 24 |
| *Odontatarsus cadatus* (Burmeister, 1835) | 25 |
| *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758) | 26 |

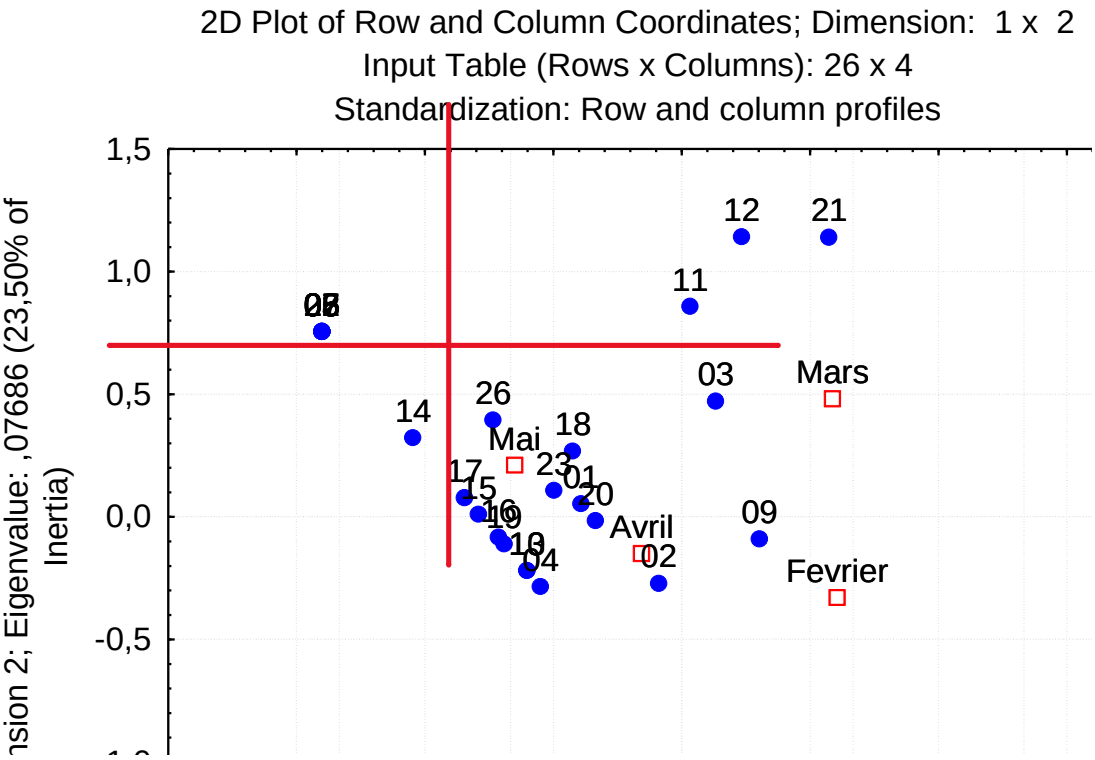



**Figure 23 :** Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur les données de présence mensuelle des Hétéroptères (février à mai) révèle une structuration temporelle nette des communautés. Le premier plan factoriel, formé par les dimensions 1 et 2, restitue 89,22 % de l'inertie totale (65,72 % pour l'axe 1 et 23,50 % pour l'axe 2), ce qui confirme la bonne qualité de représentation des relations entre espèces et mois (Fig. 23)

L'axe 1 traduit principalement un gradient temporel saisonnier allant des espèces actives en février vers celles présentes en mai, tandis que l'axe 2 exprime une variabilité secondaire entre espèces de mars et d'avril.

Les espèces strictement hivernantes ou précoces sont bien différenciées. *Nezara viridula* apparaît fortement associée au mois de février, de même que *Pyrrhocoris apterus*, connu pour sa tolérance au froid et son activité hivernale. Ces espèces semblent capables de maintenir leur activité à des températures basses. En mars, on observe une émergence de plusieurs espèces : *Spilostethus pandurus*, *Gerris sp.*, *Gerris lacustris* et *Carpocoris purpureipennis*.

Ces dernières témoignent d'un début de saison printanière, caractérisée par une reprise progressive de l'activité biologique.

Le mois d'avril représente une période de transition et de pic de diversité, avec un regroupement important d'espèces telles que *Lygaeus equestris, Dicranocephalus agilis, Rhynocoris erythropus, Plagiognathus sp., Liorhyssus hyalinus* et *Aelia acuminata*. Ces espèces correspondent aux taxa printaniers typiques, dont le cycle coïncide avec le développement végétatif maximal.

En mai, les espèces *Campyloneura virgula, Deraeocoris punctum, Corizus hyoscyami* et *Dolycoris baccarum* sont dominantes, ce qui indique une préférence pour des conditions plus chaudes et la fin du printemps. Il s'agit en majorité d'espèces polyvoltines ou estivales précoces.

Enfin, plusieurs espèces se retrouvent près du centre du graphique, telles que *Notonecta glauca, Camptopus lateralis, Syromastus rhombeus, Centrocoris spiniger, Brachysteles parvicornis, Calocoris nemoralis, Rhopalus subrufus* et *Odontotarsus cadatus*. Cette disposition traduit une faible sélectivité temporelle et suggère un comportement d'omniprésence, avec une stabilité tout au long de la période étudiée.

### 3. Indices écologiques et exploitation

#### 3.1. Qualité de l'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage (**Q**) calculées à partir des relevés effectués au cours de la période d'expérimentation est de 0,31. Le résultat obtenu tend vers zéro, ce qui met en évidence une bonne qualité d'échantillonnage et une efficacité des techniques de piégeage utilisées.

#### 3.2. Richesse totale et moyenne

La richesse totale au niveau de la station prospectée est de **S=26.** La richesse moyenne calculée (**s**) est de **6,80**

### 3.3. Fréquences centésimales et fréquences d'occurrence et constances des espèces récoltées

Les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence et de constance des espèces capturées durant la période d'étude dans la station prospectée sont réunies dans le tableau 07.

**Tableau 07:** Fréquences centésimales, fréquences d'occurrence et constance des espèces inventoriées :

| **Espèces inventoriées** | **F %** | **Fo** | **C** |
|---|---|---|---|
| *Notonecta glauca* (Linnaeus, 1758) | 6,44 | 100 | Om |
| *Camptotus lateralis* (Germar,1817) | 2,63 | 100 | Om |
| *Spilostethus pandurus* (Scopoli, 1763) | 0,89 | 75 | Co |
| *Lygaeus equestris* (Linnaeus, 1758) | 0,95 | 50 | Re |
| *Syromastus rhombeus* (Linnaeus, 1767) | 0,06 | 6,25 | At |
| *Centrocoris spiniger* (Fabricius, 1781) | 0,18 | 12,5 | At |
| *Dicranocephalus agilis* **(**Scopoli, 1763) | 0,06 | 6,25 | At |
| *Brachysteles parvicornis* (Costa, 1747) | 0,06 | 6,25 | At |
| *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758) | 60,68 | 100 | Om |
| *Rhynocoris erythropus* (Linnaeus, 1767) | 0,72 | 50 | Re |
| *Gerris sp.* (Fabricius, 1794) | 0,78 | 75 | Co |
| *Gerris lacustris* (Linnaeus, 1758) | 0,95 | 75 | Co |
| *Campyloneura virgula* (Herrich-Schaeffer, 1835) | 0,24 | 12,5 | At |
| *Deraeocoris punctum* (Rambur, 1839) | 0,36 | 12,5 | At |
| *Adelphocoris quadripunctatus* (Fabricius, 1794**)** | 7,28 | 50 | Re |
| *Calocoris nemoralis* (Fabricius, 1787) | 9,43 | 50 | Re |
| *Plagiognathus sp.* (Fabricius, 1794) | 1,37 | 50 | Re |
| *Corizus hyoscyami* (Linnaeus, 1758) | 0,36 | 12,5 | At |
| *Rhopalus subrufus* (Gmelin, 1790) | 0,54 | 12,5 | At |
| *Liorhyssus hyalinus* (Fabricius, 1794) | 0,95 | 50 | Re |
| *Carpocoris purpureipennis* (De Geer, 1773) | 2,98 | 75 | Co |
| *Aelia acuminata* (Linnaeus, 1758) | 0,12 | 12,5 | At |
| *Eurydema ornata* (Linnaeus, 1758) | 0,18 | 50 | Re |
| *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) | 0,06 | 6,25 | At |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Odontatarsus cadatus* (Burmeister, 1835) | 0,06 | 6,25 | At |
| *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758) | 1,67 | 50 | Re |

**N** : nombre d'individu de l'espèce, **F%** : Fréquences centésimales ; **Fo** : Fréquences d'occurrence et **C**: constance (**At.** : Espèce accidentelle ; **Ac.** : Espèces accessoire ; **Re.** : Espèce régulière ; **Co.** : Espèce constante ; **Ar** : Espèce rare).

Trois espèces se distinguent par une fréquence d'occurrence maximale (100 % des relevés) : *Pyrrhocoris apterus* (60,68 % de fréquence relative), *Notonecta glauca* (6,44 %) et *Camptopus lateralis* (2,63 %). Leur omniprésence traduit une grande tolérance écologique et une forte capacité de dispersion. *P. apterus*, espèce hémiptère terrestre, phytophage et grégariste, est connue pour sa large répartition paléarctique et son aptitude à coloniser les milieux ouverts et ensoleillés, souvent secs et herbacés (Socha, 1993 ; Honek et *al*., 2006). Sa tolérance thermique élevée lui permet également de survivre à l'hiver en tant qu'adulte (Koštál et *al*., 2011), ce qui favorise sa précocité et sa densité dans les relevés printaniers.

*Notonecta glauca*, espèce aquatique prédatrice, sa présence dans tous les relevés témoigne de la présence constante de milieux aquatiques calmes, où elle joue un rôle important dans les réseaux trophiques aquatiques (Savage, 1989 ; Péricart, 1990). *Camptopus lateralis*, espèce xérothermophile associée aux friches et pelouses sèches, (Péricart, 1998).

Les espèces communes et régulières, *Spilostethus pandurus*, *Gerris lacustris*, *Gerris sp.*, et *Carpocoris purpureipennis* présentent une fréquence d'occurrence élevée (≥ 75 %) mais une fréquence relative modérée. Ces espèces dites constante présentent une certaine plasticité écologique, leur permettant d'occuper des niches variées, sans atteindre toutefois une dominance numérique. Par exemple, *Gerris lacustris*, espèce aquatique néritique, colonise fréquemment les eaux stagnantes et bordures végétalisées (Vepsäläinen & Savolainen, 1994).

Les espèces accidentelles ou à faible occurrence, telles que *Syromastus rhombeus*, *Centrocoris spiniger*, *Aelia acuminata*, *Nezara viridula* et *Odontatarsus cadatus*, apparaissent avec des fréquences inférieures à 1 % et dans moins de 12,5 % des relevés. Ces espèces dites accidentelles peuvent être indicatrices de microhabitats spécifiques (par ex. végétation steppique, boisements marginaux), de phénologies décalées (certaines espèces étant tardives ou précoces), ou de populations relictuelles ou instables (Matocq et *al*., 2022).

Par exemple, *Aelia acuminata* est une espèce oligophage sur graminées, typique des zones xériques et connue pour son caractère univoltin (Péricart, 1980), tandis que *Nezara viridula*, espèce thermophile subtropicale, reste sporadique dans les régions tempérées malgré son expansion récente liée au réchauffement climatique (Musolin & Fujisaki, 2006).

Certaines espèces comme *Syromastus rhombeus, Dicranocephalus agilis, Nezara viridula* ou *Odontatarsus cadatus* présentent des fréquences très faibles (< 0,1 %) et apparaissent dans moins de 10 % des relevés (espèces rares). Ces données indiquent qu'elles sont soit en périphérie de leur aire optimale, soit qu'elles occupent des microhabitats très spécifiques, ou encore que leurs populations sont naturellement faibles localement. Elles peuvent constituer des indicateurs sensibles de la qualité écologique du site.

### 3.4. Indice de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'équitabilité sont consignés dans le **tableau 08 :**

**Tableau 08** Valeurs calculées des Indices de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité des espèces répertoriées.

| **H'** (en bits) | **H'max.** (en bits) | **E** |
|---|---|---|
| **2,31** | **4,70** | **0,49** |

**H'** : Indice de diversité de Shannon–Weaver ; **H' max.** : Diversité maximale ; **E** : Equirépartition

La valeur de H' indique une diversité spécifique modérée, reflétant une structure communautaire dominée par quelques espèces abondantes, notamment *Pyrrhocoris apterus* (60,68 %). Ce type de distribution, caractérisé par une faible équitabilité, est typique des milieux où certaines espèces présentent une forte capacité de colonisation et une large valence écologique, au détriment d'autres espèces à occurrences plus faibles ou plus spécialisées (Magurran, 2004).

L'équitabilité E = 0,49 (sur une échelle de 0 à 1) confirme une distribution inégale des individus entre les espèces, traduisant une dominance marquée et une richesse spécifique sous-exploitée. En effet, bien que de nombreuses espèces soient présentes (richesse élevée), leur représentation relative reste très variable, certaines n'étant que sporadiquement observées.

Ce résultat est cohérent avec l'observation d'une communauté combinant espèces omniprésentes très dominantes et espèces rares ou accidentelles. Cette faible équitabilité est influencée par des facteurs environnementaux locaux (hétérogénéité de l'habitat, fragmentation, perturbations anthropiques) ou bien par la période restreinte des relevés effectués dans la région d'étude (Il serait pertinent de compléter ces résultats par une analyse saisonnière de la diversité)

## Conclusion

La richesse et l'abondance des espèces est un préalable à toute évaluation de milieux et aux réflexions générales sur la conservation, il est fondamental d'instaurer une relation entre diversité entomologique et le milieu forestier de façon à ce que d'une part les spécificités de l'entomofaune soient mieux appréhendées par les forestiers et que d'autre part les contraintes de la gestion forestière soient mieux comprises par les entomologistes. L'intérêt de prendre en compte les insectes dans la gestion d'un écosystème à caractère naturel comme la forêt n'est plus à démontrer

La communauté d'Hétéroptères décrite présente une structure équilibrée, combinant espèces ubiquistes à large valence écologique et espèces plus rares, souvent spécialisées. Cette composition traduit la complexité écologique et l'hétérogénéité spatiale du site d'étude, qui semble associer divers types d'habitats : plans d'eau, zones herbacées ouvertes, végétation arbustive, et microclimats contrastés. La présence simultanée d'espèces aquatiques, phytophages, xérothermophiles et prédatrices témoigne d'un écosystème diversifié, potentiellement peu perturbé et favorable au maintien de la biodiversité.

L'analyse des fréquences et de la répartition des différentes espèces d'Hétéroptères présentes met en évidence une communauté dominée par quelques espèces clés, reflétant une structure écologique spécifique du milieu étudié

Parmi les espèces les plus fréquentes, *Pyrrhocoris apterus* (60,68 % de fréquence relative) et *Notonecta glauca* (6,44 %) ainsi que *Camptotus lateralis* (2,63 %) sont présentes dans 100 % des relevés, soulignant leur rôle écologique majeur et leur capacité d'adaptation à diverses conditions environnementales. *Pyrrhocoris apterus* en particulier domine clairement l'assemblage, ce qui peut indiquer une forte disponibilité de ses ressources alimentaires ainsi qu'une faible pression de prédation ou compétition.

Des espèces comme *Calocoris nemoralis* (9,43 %), *Adelphocoris quadripunctatus* (7,28 %), *Plagiognathus* sp. (1,37 %), et *Dolycoris baccarum* (1,67 %) montrent une fréquence modérée et une présence dans environ la moitié des relevés (50 % de fréquence d'occurrence), ce qui les place dans une catégorie d'espèces régulières dans cet habitat. Leur présence suggère des niches écologiques stables, probablement liées à la végétation locale et à la disponibilité des plantes hôtes.

L’analyse de la structure spécifique et fonctionnelle de la communauté d’Hétéroptères étudiée met en évidence une forte hétérogénéité écologique, caractérisée par la cooccurrence d’espèces omniprésentes, communes, régulières et accidentelles. Ce spectre de représentativité reflète la diversité des habitats disponibles et la richesse écologique du milieu prospecté.

L’étude menée a permis de dégager une première image représentative de la diversité et de la dynamique des communautés d’Hétéroptères dans la châtaigneraie de Bouchrahil. Toutefois, plusieurs pistes de recherche complémentaires peuvent être envisagées afin d’approfondir et de généraliser les résultats obtenus.

- Étendre l’étude à d’autres stations forestières permettrait de comparer la composition spécifique et les gradients écologiques à l’échelle du massif.
- Prolonger l’échantillonnage sur l’ensemble de l’année pour mieux cerner les dynamiques des populations hétéroptères, recenser les espèces estivales tardives.
- Étudier l’effet des pratiques sylvicoles sur la composition des communautés hétéroptères permettrait d’envisager des mesures de gestion adaptées.
- Dans une perspective de conservation et bioindication, Les espèces rares ou spécialisées pourraient servir de bioindicateurs de qualité écologique, à intégrer dans les outils de surveillance environnementale des écosystèmes méditerranéens montagnards.

Ces perspectives, à la fois méthodologiques, écologiques et appliquées, visent à affiner la compréhension des communautés hétéroptères et à renforcer leur usage potentiel comme indicateurs de la qualité écologique des milieux forestiers méditerranéens.

**Références bibliographiques**


1. Aukema, B. (2003). Recent changes in Dutch Heteroptera fauna (Insecta: Hemiptera). In *Proceedings of the 13th International Colloquium "European Invertebrate Survey"* (pp. 40–52).
2. Balvanera, P., Pfisterer, A. B., Buchmann, N., He, J. S., Nakashizuka, T., & Raffaelli, D. (2006). Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters, 9*, 1146–1156.
3. Bérenger, J. M., & Pluot-Sigwalt, D. (1997). Relations privilégiées de certains Heteroptera Reduviidae prédateurs avec les végétaux. Premier cas connu d'un Harpactorinae phytophage. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Série III - Sciences de la Vie, 320*, 1007–1012.
4. Cheng, L. (1985). Biology of Halobates (Heteroptera: Gerridae). *Annual Review of Entomology, 30*, 111–135.
5. Constant, J. (2007). Tingidae of Belgium and neighbouring countries. *Entomologie Faunistique, 59*(3), 121–132.
6. Coulianos, C.-C., Økland, J., & Økland, K. A. (2008). Norwegian water bugs. Distribution and ecology (Hemiptera-Heteroptera: Gerromorpha and Nepomorpha). *Norwegian Journal of Entomology, 55*, 179–222.
7. Dang, K., Doggett, S. L., Singham, G. V., & Lee, C. Y. (2017). Insecticide resistance and resistance mechanisms in bed bugs, *Cimex* spp. *Parasites & Vectors, 10*, 318.
8. D.G.F. (2004). *La mise en œuvre de la convention de Lutte contre la désertification*. Rapport National, 33 p.
9. El-Shazly, M. (1995). Effect of temperature on development and population growth rates of *Spilostethus pandurus* (Scopoli) (Hemiptera: Lygaeidae) in Giza, Egypt. *Insect Science and Its Application, 16*, 17–25.
10. Fauvel, G. (1999). Diversity of Heteroptera in agroecosystems: Role of sustainability and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 74*, 275–303.
11. Fischer, M., Kalko, E. K. V., Linsenmair, K. E., Pfeiffer, S., Prati, D., & Schulze, E. D. (2010). Exploratories for large-scale and long-term functional biodiversity research. In F. Müller, C. Baessler, H. Schubert, & S. Klotz (Eds.), *Long-term ecological research – Between theory and application* (pp. 429–443).

12. Guidoti, M., Montemayor, S., & Guilbert, E. (2015). Lace Bugs (*Tingidae*). In *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropical Region* (pp. 1–34). https://doi.org/10.1007/978-94-017-9861-7_14
13. Hector, A., & Bagchi, R. (2007). Biodiversity and ecosystem multifunctionality. *Nature, 448*, 188–190.
14. Honek, A. (1974). Feeding of aphidophagous Coccinellidae larvae and its relation to development. *Ekologia Polska, 22*, 607–618.
15. Honek, A. (1976). The influence of prey density on the development of larvae in aphidophagous Coccinellidae. *Entomologia Experimentalis et Applicata, 20*, 201–210.
16. Honek, A., & Kocourek, F. (1990). Temperature and development time in insects: A general relationship. *Oecologia, 83*, 147–152.
17. Honek, A., Martinkova, Z., & Jarosik, V. (2006). Long-term changes in the composition of Hemiptera in meadows. *European Journal of Entomology, 103*(1), 65–73.
18. Hooper, D. U., Chapin, F. S. III, Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., & Lavorel, S. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs, 75*, 3–35.
19. Kjærstad, G., Dolmen, D., Olsvik, H. A., & Tilseth, E. (2009). The backswimmer *Notonecta glauca* L. (Hemiptera, Notonectidae) in Central Norway. *Norwegian Journal of Entomology, 56*, 44–49.
20. Koštál, V., Vambera, J., & Bastl, J. (2004). Long-term cold acclimation extends survival time at 0 °C and modifies the metabolomic profiles of the larvae of the fly *Chymomyza costata*. *Journal of Insect Physiology, 50*, 303–313.
21. Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing.
22. Matocq, A., Pluot-Sigwalt, D., & Constantin, R. (2022). *Les Hétéroptères de France. Volume 2 : Répartition, écologie et biologie des espèces rares*. ANF Publications.
23. Moulet, P. (1995). *Hémiptères Coreoidea euro-méditerranéens*. Faune de France, 81. FFSSN, Paris.
24. Musolin, D. L. (2007). Insects in a warmer world: Ecological, physiological and life-history responses of true bugs (Heteroptera) to climate change. *Global Change Biology, 13*, 1565–1585.
25. Musolin, D. L., & Fujisaki, K. (2006). Latitudinal variation in diapause induction and its ecological correlates in the southern green stink bug, *Nezara viridula*. *Physiological Entomology, 31*, 318–326.

26. Naeem, S., Thompson, L. J., Lawler, S. P., Lawton, J. H., & Woodfin, R. M. (1994). Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature, 368*, 734–737.
27. Neimela, J. (1990). Spatial distribution of the carabid beetles in the Southern Finnish Taiga: The question of scale. In N. Stork (Ed.), *The role of ground beetles in ecological and environmental studies* (p. 143). Andover.
28. New, T. R. (2012). Introduction to insect conservation, an emerging discipline. In T. R. New (Ed.), *Insect Conservation: Past, Present and Prospects* (pp. 1–17). Springer.
29. Ohba, S.-Y. (2019). *Ecology of Aquatic and Semi-Aquatic Bugs (Hemiptera: Heteroptera)*. Springer Nature.
30. Péricart, J. (1972). *Hémiptères Anthocoridae*. Faune de l'Europe et du Bassin méditerranéen, vol. 7. Masson, Paris.
31. Péricart, J. (1983). *Faune de France, 69 : Hémiptères Tingidae euro-méditerranéens*. FFSSN, Paris.
32. Péricart, J. (1987). *Hémiptères Nabidae*. Faune de France, 71. FFSSN, Paris.
33. Péricart, J. (1990). *Hémiptères aquatiques de France. I. Népidés, Bélostomatidés, Notonectidés*. Faune de France, 73. Paris.
34. Péricart, J. (1998). *Faune de France, 84 : Hémiptères Alydidae, Coreidae et Stenocephalidae d'Europe occidentale*. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris.
35. Rabitsch, W. (1995). Metal accumulation in arthropods near a lead/zinc smelter in Arnoldstein, Austria. *Environmental Pollution, 90*(2), 221–237.
36. Rabitsch, W. (2008). The times they are a-changin': Driving forces of recent additions to the Heteroptera fauna of Austria. In S. Grozeva & N. Simov (Eds.), *Advances in Heteroptera Research. Festschrift in Honor of Michail Josifov* (pp. 309–326). Pensoft.
37. Savage, A. A. (1989). *Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera: A key with ecological notes*. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 50.
38. Schuh, R. T., & Slater, J. A. (1995). *True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera): Classification and Natural History*. Cornell University Press.
39. Settele, J., Penev, L., Georgiev, T., Grabaum, R., Grobelnik, V., & Hammen, V. (2010). *Atlas of biodiversity risk*. Pensoft, Sofia & Moscow.
40. Sinclair, B. J., & Marshall, K. E. (2018). The many roles of cold tolerance in insect overwintering ecology. *Journal of Experimental Biology, 221*, jeb164048.

41. Socha, R. (1993). *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera) – an experimental model species: A review. *European Journal of Entomology, 90*, 241–286.
42. Spence, J. R., & Andersen, N. M. (1994). Biology of water striders: Interactions between systematics and ecology. *Annual Review of Entomology, 39*, 101–128.
43. Stoner, A., Metcalfe, A. M., & Weeks, R. E. (1975). Plant feeding by Reduviidae, a predaceous family (Hemiptera). *Journal of the Kansas Entomological Society, 48*, 185–188.
44. Vepsäläinen, K., & Savolainen, E. (1994). Species composition and spatial structure of water strider (*Gerris*) communities. *Journal of Animal Ecology, 63*, 459–469.
45. Vogel, W. R. (1988). Die Belastungen von Arthropoden mit Blei und Cadmium in unterschiedlich schadstoffexponierten Waldgebieten. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, 61*, 205–216.
46. Vrydagh, J. M. (1941). Étude sur la biologie de *Dysdercus superstitiosus* (Hemiptera). *INEAC, Série Scientifique, Bruxelles, 24bis*, 19 p.
47. Wilson, E. O. (2001). *The Diversity of Life*. Penguin Press Science, London.
48. Wootton, R. J. (1979). Function, homology and terminology in insect wings. *Systematic Entomology, 4*(1), 81–93.
49. Usinger, R. L. (1966). *Monograph of Cimicidae*. Thomas Say Foundation