

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie Animale

كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences biologiques

**Spécialité :** *Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes*

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

---

**Contribution à la connaissance de la biodiversité des  
collembolles entomobryomorphes de la wilaya de Jijel**

---

**Présenté par :** NEDJAR Wassim  
SAADOUNI Ahmed

Le 22/06/2022

**Jury d'évaluation :**

**Encadreur :** BENDJABALLAH Mohamed (MAB - UFMC 1).

**Examineur 1 :** HAMRA KROUA Salah (Professeur - UFMC 1).

**Examineur 2 :** BRAHIM BOUNAB Hayette (MCA - UFMC 1).

Année universitaire  
2021 - 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie Animale

كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences biologiques

**Spécialité :** *Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes*

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

---

**Contribution à la connaissance de la biodiversité des  
collembolles entomobryomorphes de la wilaya de Jijel**

---

**Présenté par :** NEDJAR Wassim  
SAADOUNI Ahmed

Le 22/06/2022

**Jury d'évaluation :**

**Encadreur :** BENDJABALLAH Mohamed (MAB - UFMC 1).

**Examineur 1 :** HAMRA KROUA Salah (Professeur - UFMC 1).

**Examineur 2 :** BRAHIM BOUNAB Hayette (MCA - UFMC 1).

**Année universitaire  
2021 - 2022**

Je dédie du fond du cœur ce modeste travail à toutes les personnes que j'aime et en particulier :

A mon défunt grand père « baba al hadj », pour ses encouragements incessants et son soutien moral. J'aurai souhaité qu'il soit avec moi en ce jour ... Allah yarahmek Baba.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

A mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde, à toi mon père.

A ma petit sœur Kawthar, mon frère Said, pour leur tendresse, leur soutien et leur encouragements.

Merci infiniment ma famille (Nedjar, Seriah) rien n'aurait été possible sans vous.

A mon binôme Ahmed. Et mes collègues : Sawsen, Amira Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

En fin je dédie ce travail à tous mes enseignants qui se sont donnés à fond, afin de m'assurer une bonne formation.

Wassim

Je tiens à remercier Dieu, le Tout-puissant, qui m' a donné la force et le courage pour poursuivre mes études

Je remercie mon soleil de vie ma chère maman « Monira » qui m'a appris à être responsable dès mon enfance ...je t'aime fort tu sais...

À ma lune, mon très chère papa qui a sacrifié sa vie pour faire de moi un homme. Je t'aime beaucoup

Au reste des planètes, mes sœurs et mes frères qui ont partagé avec moi le bien et le mal : Sarah, Allal, Somaya, Hussain, Khawla, Kholoud, Saif, la petite Asma. Sans oublier les défunts, que Dieu ait pitié d'eux (Choubeila et Moihamed). J'ai besoin de plus d'un cœur pour me suffire à contenir leur amour. Que Dieu garde la joie et le bonheur entre nous.

Un grand merci à Mr Bendjaballah Mohamed, mon encadreur, Ainsi que tous les enseignants que j'ai eu la chance d'avoir, je leurs témoigne toute ma gratitude.

Je tiens à remercier aussi mon partenaire dans ce travail celui qui a supporté ma nervosité et qui a tant contribué à son succès. Wassim, Tu serais bien si tu n'étais pas en retard tous les jours...

A mes chers collègues en en-tête de liste, mon ennemi éternelle Saousan, l'espionne Amira et celle qui a laissé une bonne trace Ibtihaj Nour El yakin et tous mes autres collègues je vous souhaite une bonne continuation

Ahmed...

## Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercieront avant tout Dieu le tout puissant qui a éclairé nos chemins tout au long de nos études.

Nous tenons à remercier Monsieur BENDJABALLAH Mohamed, pour sa qualité remarquable d'encadrement, pour sa grande disponibilité, sa grande contribution, et pour le temps qu'il a consacré à ce mémoire.

Nos remerciements les plus respectueux vont à Monsieur le Professeur HAMRA KROUA Salah et Dr. BRAHIM BOUNAB Hayette pour avoir accepté de faire partie du jury de ce mémoire. Qu'ils trouvent ici l'expression de nos profondes reconnaissances.

Nous remercions également les enseignants d'entomologie pour leur soutien et leur encouragement : Dr. BAKIRI, Dr. BETINA, Dr. BENKANANA et Mademoiselle Abed.

A tous nos collègues de la promotion 2022 BCPI. Sans oublier Monsieur DJENHI Foued, ingénieur du Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, MERCI pour votre soutien, votre présence et vos encouragements.

Nous ne remercierons jamais assez nos parents, nos frères et sœurs. Vous êtes notre pilier et notre force dans cette vie. Merci de nous avoir supportés pendant toutes ses années. A toutes nos familles, à tous nos cousins ... MERCI.

A tous nos amis : Badro, Aziz, Oussama, Brahim, Mahdi ... etc. MERCI pour vos encouragements, MERCI d'être toujours à nos côtés.

Que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

## SOMMAIRE

Dédicace

Remerciements

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction générale ..... 02

### Chapitre I : Données bibliographiques

1. Généralités sur les collemboles .....	05
2. Morphologie et anatomie externe .....	05
2.1. La tête .....	06
2.2. Le thorax .....	06
2.3. L'abdomen .....	06
3. Physiologie et anatomie interne .....	08
3.1. Le système nerveux .....	09
3.2. Le système digestif et excréteur .....	10
3.3. Le système respiratoire .....	10
3.4. Le système circulatoire .....	10
4. Reproduction et développement des collemboles .....	10
4.1. Appareil génital et cycle sexuel des femelles.....	10
4.2. Appareil génital et cycle sexuel du mâle.....	11
4.3. la ponte .....	12
4.4. L'œuf .....	12
4.5. Développement embryonnaire.....	12
5. Ecologie des collemboles .....	13
5.1. Régime alimentaire .....	13
5.2. Parasite et prédateurs .....	13
5.3. Différents types d'adaptations .....	13
5.3.1. Adaptation morphologique au milieu.....	13
5.3.2. Epitoquie.....	14
5.3.3. Ecomorphose.....	14
5.3.4. Cyclomorphose.....	15
6. Systématique actuelle des collemboles .....	15
7. Etat des connaissances sur les entomobryomorphes d'Algérie .....	18

### Chapitre II : Présentation des localités de récoltes et méthodes d'études

1. Présentation de la région d'étude.....	30
1.1. Le relief.....	31

1.2. Le climat.....	31
1.2.1. La température.....	33
1.2.2. La pluviométrie.....	33
1.3. La végétation.....	32
2. Matériels et méthodes.....	35
2.1. Méthodes d'échantillonnage.....	35
2.2. Extraction des collemboles.....	37
2.3. Tri et dénombrement.....	37
2.4. Identification des collemboles.....	38
2.5. Conservation et étiquetage.....	39
Clé des familles	

### Chapitre III : Résultats et discussion

1. Compostion faunistique .....	41
2. Etude taxonomique .....	43
2.1. Famille Isotomidae .....	43
2.2. Famille Tomoceridae .....	46
2.3. Famille Entomobryidae .....	46
3. Discussion .....	47
Conclusion .....	49
Références bibliographiques	



## **LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau 1.** Classification actuelle des collemboles.

**Tableau 2.** Hiérarchie taxonomique moderne des collemboles (Deharveng, 2004).

**Tableau 3.** Moyennes mensuelles des températures enregistrées à Jijel

**Tableau 4.** Valeurs mensuelles de la pluviométrie dans la Wilaya de Jijel

## LISTE DES FIGURES

**Figure 01.** Différentes caractéristiques morphologiques des Entomobryomorpha.

**Figure 02.** Face ventrale de la furca.

**Figure 03.** Le système nerveux des collemboles.

**Figure 04.** OEufs d'Isotomurus sp. montrant la tache oculaire.

**Figure 05.** Soies selon la structure

**Figure 06.** Soies selon la forme

**Figure 07.** Soies sensilles

**Figure 08 :** Localisation de la région de Jijel au 1/400 000 (Anonyme, 1997)

**Figure 09 :** Carte du relief de la wilaya de Jijel (Anonyme, 1997).

**Figure 10.** Extraction des collemboles par la méthode sèche (Appareil de Berlèse-Tullgren)

**Figure 11 :** Appareil de Berlèse –Tullgren pour l'extraction des Collemboles par la méthode de " voie sèche". ( photo original )

## **Résumé**

Plusieurs mois de prospection dans différentes localités dans la wilaya de Jijel nous ont permis d'effectuer une série d'échantillonnages dans des milieux édaphiques divers, dans le but d'enrichir nos connaissances sur la faune des collemboles.

De nombreux échantillons (litière, mousse et bois pourri) provenant de localité la wilaya de Jijel sont analysés au laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes. Un effectif total de plus de 13603 individus ont été extraits suite à l'emploi des technique courantes d'extraction des collemboles. Les résultats du dénombrement des individus de collemboles, indiquent que l'ordre des Entomobryomorpha est représenté par 7346 individus, soit 54 %.

Notre étude taxonomique est sur l'ordre Entomobryomorpha révèle la présence d'un total de 26 espèces appartenant à 3 familles et 17 genres.

Du point de vue diversité la plus grande proportion appartient à la famille de Isotomida avec 59 % (16 espèces). La famille de Entomobryidae est représentée par un taux de 35% (9 espèces) et les Tomoceridae avec seulement 6% (1 espèces).

La diversité biologique du pays demeure encore mal connue et les résultats obtenus ne reflètent pas la diversité d'un territoire aussi vaste et diversifié que l'Algérie ce qui nécessite d'élargir la prospection à d'autres région habitats et structures géologiques.

**Mots clés :** Biodiversité, Collemboles, Entomobryomorpha, Jijel.

## **Abstract**

Several months of prospecting in different localities in the wilaya of Jijel allowed us to carry out a series of samplings in various edaphic environments, with the aim of enriching our knowledge of the springtail fauna.

Many samples (litter, moss and rotten wood) from the locality of the wilaya of Jijel are analyzed in the laboratory of Biosystematics and Ecology of Arthropods. A total of more than 13603 individuals were extracted following the use of common springtail extraction techniques. The results of the counting of springtail individuals indicate that the Entomobryomorpha order is represented by 7346 individuals, or 54%.

Our taxonomic study on the order Entomobryomorpha reveals the presence of a total of 26 species belonging to 3 families and 17 genera.

From a diversity point of view, the greatest proportion belongs to the Isotomida family with 59% (16 species). The Entomobryidae family is represented by a rate of 35% (9 species) and the Tomoceridae with only 6% (1 species).

The biological diversity of the country is still poorly known and the results obtained do not reflect the diversity of a territory as vast and diversified as Algeria, which requires expanding the prospecting to other regions, habitats and geological structures.

**Keywords:** Biodiversity, Collembola, Entomobryomorpha, Jijel.

## ملخص

سمحت لنا عدة أشهر من التنقيب في أماكن مختلفة في ولاية جيجل بإجراء سلسلة من العينات في بيئات متنوعة ، في الذرة لإثراء الجمر.

تم تحليل العديد من العينات من ولاية ولاية جيجل في مختبر النظم الحيوية وعلم البيئة لمفصليات الأرجل. تم استخراج أكثر من 13603 فرداً باستخدام تقنيات استخلاص ذيل الربيع القياسية. تشير نتائج إحصاء أفراد الذيل الربيعي إلى أن ترتيب Entobryomorpha يمثل 7346 فرداً ، أي 54٪.

دراستنا التصنيفية حسب الترتيب Entomobryomorpha تكشف عن وجود ما مجموعه 26 نوعاً تنتمي إلى 3 عائلات و 17 جنساً.

من وجهة نظر التنوع ، تنتمي النسبة الأكبر إلى عائلة Isotomida بنسبة 59٪ (16 نوعاً). يتم تمثيل فصيلة Entomobryidae بنسبة 35٪ (9 أنواع) و Tomoceridae بنسبة 6٪ فقط (نوع واحد).

لا يزال التنوع البيولوجي في البلاد غير معروف جيداً والنتائج التي تم الحصول عليها لا تنتج عن تغطية منطقة شاسعة ومتنوعة مثل الجزائر ، الأمر الذي يتطلب التوسع.

الكلمات المفتاحية: التنوع البيولوجي ، Entomobryomorpha ، Collembola ، جيجل.

# Introduction

## **Introduction**

L'évocation du mot « insecte » suggère presque toujours les papillons, scarabées, Abeilles, guêpes, mouches ou moustiques, C'est-à-dire animaux qui volent et qui, en général, sont de taille respectable. Bien peu songent aux insectes minuscules, sans ailes, vivant dans le sol ou parfois à la surface de l'eau que sont les Collemboles.

Du fait de leur petite taille, en général de l'ordre du millimètre, (le géant de l'ordre, Qui vit en Europe Centrale, atteint dix millimètres) et de leur mode de vie, les Collemboles ont une biologie encore mal connue. La plupart sont des animaux terrestres vivant dans la litière et les couches superficielles du sol où ils existent en très grand Nombre (jusqu'à 50000 par mètre carré) ce qui représente une biomasse non négligeable. D'autres vivent en milieu aquatique soit marin, dans la zone de balancement des Marées, soit sur les eaux douces des mares (Pichard 1989)

Pendant les 20 dernières années, de 2003 jusqu'à ce jour, la connaissance de la biodiversité des sols d'Algérie a fait plus de progrès que durant tout le siècle précédent. Les Collemboles groupe d'hexapodes le plus diversifié dans les milieux terrestres où ils jouent un rôle essentiel dans le cycle de la matière organique ont fait l'objet d'intenses prospections grâce à l'importante contribution apportée par Hamra Kroua (2005).

Les résultats de ces recherches révèlent une diversité insoupçonnée, notamment la description de 10 nouvelles espèces: (Deharveng et Hamra Kroua, 2004 ; Deharveng et al., 2007 ; Baquero et al., 2009 ; Hamra Kroua et al., 2009 ; Arbea et al., 2013 ; Deharveng et al., 2015a, 2015b ; Zoughailech et al., 2016), ainsi que la redescription d'une espèce du genre *Isotominella* (Jordana et al., 2009).

L'objectif de ce travail est d'approfondir nos connaissances sur la biodiversité des Collemboles entomobryomorpha dans la wilaya de Jijel et d'enrichir l'inventaire de la faune collembologique du pays. Ce travail préliminaire constituerait l'ébauche d'un projet d'avenir afin de combler les lacunes qui continuent à marquer le patrimoine de la richesse biologique de notre pays et pourrait éveiller la curiosité d'autres chercheurs et les inciter à porter davantage d'attention pour l'étude de ces Arthropodes.

**Chapitre I :**  
**Données**  
**bibliographiques**



## **1. Généralités sur les collemboles**

Comme chez tous les Hexapodes, le corps des Collemboles est formé de 3 parties : la Tête, le thorax et l'abdomen. La tête porte une paire d'antennes en général courtes et des yeux en nombre réduit ; les pièces buccales, mandibules et mâchoires sont enfermées dans un vestibule buccal fermé par le labre et la lèvre inférieure. Le thorax porte trois paires de pattes (Pichard, 1989).

L'abdomen assez court comporte seulement six segments et présente sur sa face ventrale des organes particuliers, caractéristiques. Sur le premier segment abdominal un tube ventral, appelé aussi collophore, permet à l'animal de se coller au substrat. Sur le quatrième segment, une furca, organe du saut qui, à l'état de repos est repliée sous l'abdomen et dirigée vers l'avant et qui est maintenue en place par un petit organe d'accrochage, le rétinaclé, situé sous le troisième segment. Lorsque la furca se libère elle se rabat brusquement vers l'arrière et frappe violemment le substrat, ce qui projette l'animal vers le haut et en avant (Pichard, 1989).

Les Collemboles ne sont pas mouillables grâce aux propriétés de leur cuticule qui retient une mince couche d'air s'ils sont accidentellement submergés (Pichard, 1989).

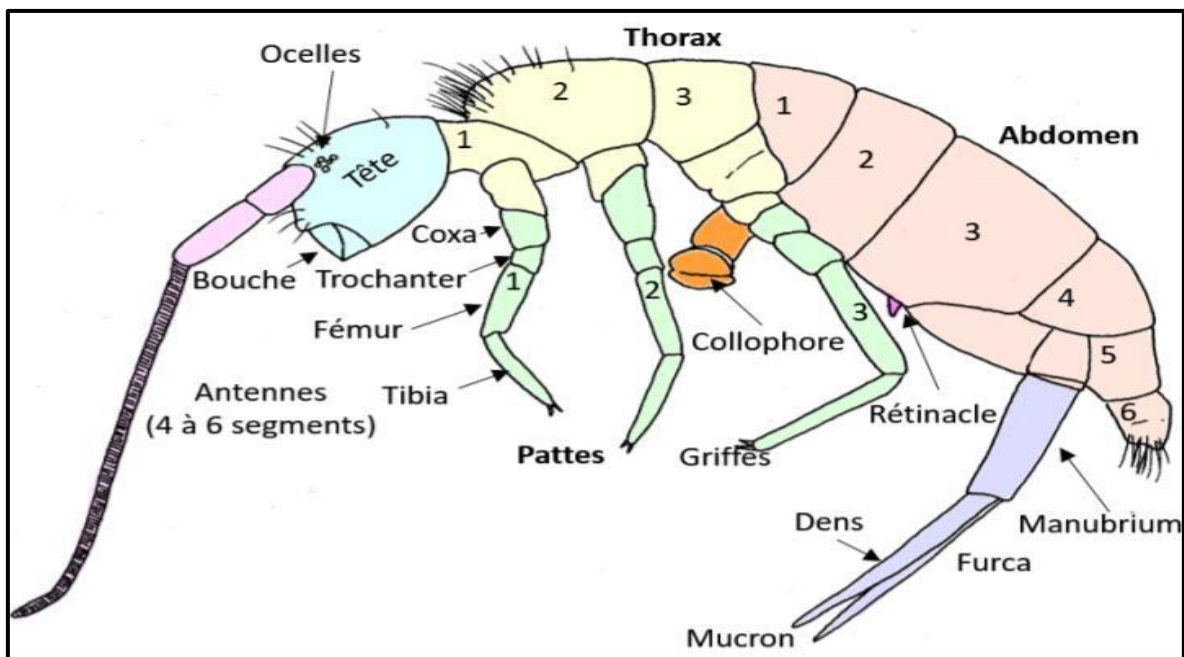
## **2. Morphologie et anatomie externe**

La tête des collemboles est distincte du thorax et surmontée d'une paire d'antennes possédant plusieurs articles. Outre les pièces buccales et les antennes, cette dernière est dotée de trois types de récepteurs sensoriels externes intégrés à l'épiderme que l'on classe en fonction de la nature des stimuli qu'ils permettent de recevoir. On y retrouve, les photorécepteurs, les mécanorécepteurs et les chimiorécepteurs, respectivement matérialisés par les plaques oculaires, les sensilles et l'organe post-antennaire (Garcelon, 2022).

Le reste du corps du collembole possède neuf segments post-céphaliques dont les trois premiers segments forment le thorax auquel sont rattachées trois paires de pattes dont les extrémités sont pourvues de griffes avec des terminaisons simples ou doubles. Les six segments suivants forment l'abdomen qui porte plusieurs organes qui seraient des vestiges d'anciennes pattes ayant évolués au cours des âges pour donner la furca, le collophore et le rétinaclé (Garcelon, 2022).

Le sixième segment qui porte l'orifice anal et l'orifice génital n'est généralement pas visible dorsalement. On notera que les segments évoqués ne sont quasiment pas visibles sur les collemboles de type symphypléones où ils sont fusionnés entre eux, seule la tête apparaît encore (Garcelon, 2022).

Le corps des entomobryomorphes est plutôt sombre et coloré, généralement couvert de soies. Ils s'aventurent davantage à l'air libre que les poduromorphes car leur corps couvert de soies et constitué de téguments durs et brillants résiste bien mieux à la déshydratation (Garcelon, 2022).



**Figure 01.** Différentes caractéristiques morphologiques des Entomobryomorpha

## 2.1. La tête

Chez les collemboles la tête est soit prognathe soit hypognathe. Elle est surmonté d'une paire d'antennes de quatre articles, les articles Trois et quatre pouvant être subdivisé chez quelque groupes. Les antennes sont ornementées De soies et de sensilles (récepteurs sensorielles) à grande valeur systématique (Cassagnau, 1990).

Sur la partie inférieure de la tête se trouve les pièces buccales le plus souvent de type broyeur, seuls les Poduromorphes Odontellidae, Brachystomellidae et Neanuridae possèdent des pièces buccales de type suceur-piqueur. Les mandibules de type primitif portent une pars apicalis et une pars molaris broyeuse. La maxille possède un lobe externe palpigère et un

lobe interne à capitulum apical pourvu de griffes et de nombreuses lamelles. Le labium est court à différenciation digitée constituant le plancher de la poche gnathale (Cassagnau, 1990).

La tête porte aussi une plaque oculaire constitué de deux groupes de 8+8 Ommatidies dissociées, ce nombre est réduit ou nul chez certains espèces. Un Organe Post-Antennaire homologue à l'organe de Tömösvary situé entre la base de l'antenne et la Tache oculaire (Deharveng, 1983 cité par Bendjaballah, 2019).

## **2.2. Le thorax**

Le thorax est constitué de trois segments inégaux. Chaque segment thoracique porte ventralement une paire de pattes. Chaque patte est composé d'un praecoxa, d'une coxa, d'un trochanter, d'un fémur, d'un tibiotarse, d'un prétarse à nodule empodial et d'une griffe terminale (Cassagnau, 1990).

## **2.3. L'abdomen**

L'abdomen des collemboles est formé généralement de six segments (cas unique chez les Arthropodes) mais peut être réduit chez certains genres par la soudure du 5<sup>ème</sup> et du 6<sup>ème</sup> Segment, ou du 4<sup>ème</sup> au 6<sup>ème</sup> segment, allant jusqu'à la coalescence totale des métamères Post-céphaliques 1 à 7 Chez les symphypléones. Certains segments d'entre eux portent des appendices ventraux spécifiques aux collemboles :

Un tube ventral ou collophore toujours présent sur le 1<sup>er</sup> segment abdominal, il joue un rôle dans l'équilibre ionique et hydrique et dans l'adhérence de l'animal à certains substrats.

Le deuxième segment abdominal ne comporte aucun appendice. Le troisième segment abdominal porte ventralement un rétinacle ou tenaculum pourvu de crochets et servant à maintenir l'appendice du 4<sup>ème</sup> segment. La régression du rétinacle est corrélative à celle de la Furca.

La furca (Fig. 02) est un organe de saut insérée sur le 4<sup>ème</sup> sternite abdominal. La régression de cet organe est en général corrélative avec la régression oculaire. Cette régression ou cette disparition est un signe de vie euédaphique ou interstitielle.

Le cinquième segment abdominal ne comporte aucun appendice, dans sa face ventrale. Se situe l'orifice génital.

Le segment abdominal VI est dépourvu d'appendices. L'anus se situe en position ventrale à l'extrémité entre trois valves. Dans la partie dorsale existe des épines, dont la disposition est caractéristique du genre ou de l'espèce, exemple : *Hypogastrura*, *Xenylla*, *Tetracanthella* et *Uzelia*. Potapov (1989) a montré que les modèles de soies sur les tergites sont particulièrement diversifiés chez les Isotomidae, et que l'utilisation de la chaetotaxie s'est rapidement étendu dans les descriptions de taxa pour cette famille.



**Figure 02.** Face ventrale de la furca

### 3. Physiologie et anatomie interne

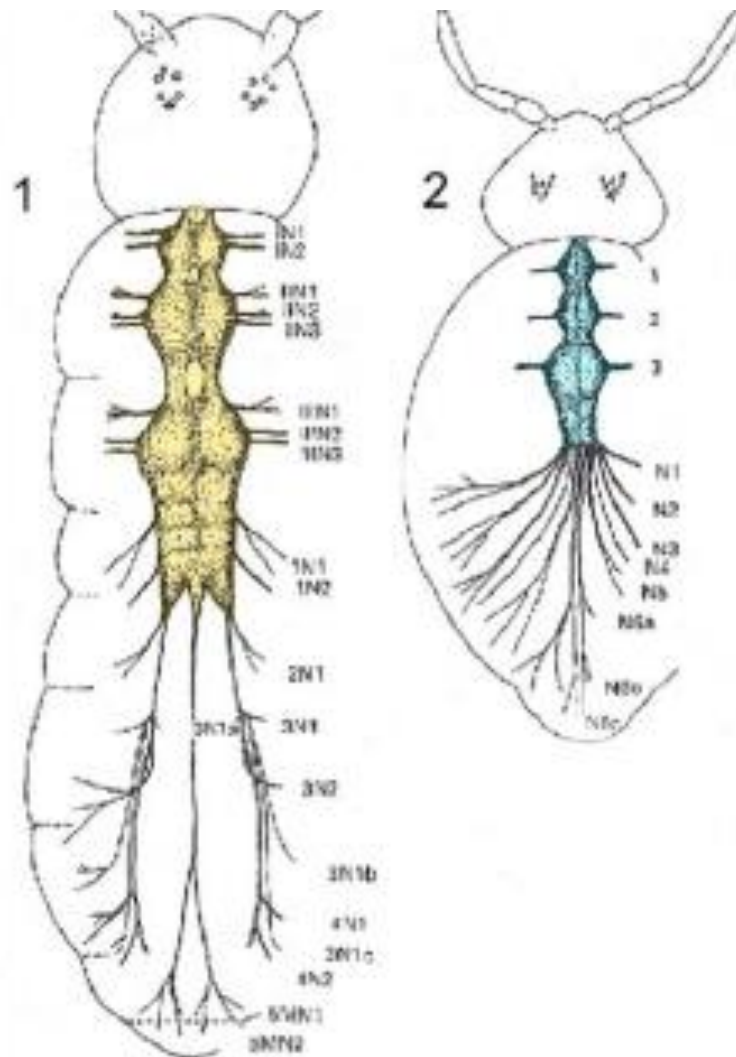
Les plus petits collemboles ne sont que quelques fois plus grand qu'une cellule de foie humain. Néanmoins, même les collemboles de cette petite taille possèdent une gamme complète d'organes internes. L'arrangement de base chez tous les collemboles est une tête contenant des glandes salivaires et néphridies ou des reins labiaux et un tube digestif qui est entouré par les autres organes thoraciques et abdominaux. Il y a aussi un système neurosécréteur et un cerveau formé à partir de la partie antérieure du cordon nerveux ventral (Chaudonneret, 1987).

### 3.1. Le système nerveux

Le système nerveux (Fig. 03) comprend un complexe céphalique de ganglions supéroesophagiens combinés aux lobes optique et aux ganglions suboesophagiens, formant le cerveau et plusieurs ganglions ventraux dont trois ganglions thoraciques (Nicolet, 1842).

Les ganglions abdominaux sont fusionnés au ganglion métathoracique (Cassagnau et Juberthie cité par Vandel, 1970) lequel habituellement s'étend au premier segment abdominal (Brauner, 1981 cité par Hopkin, 1997).

Les ganglions sont interconnectés longitudinalement par une paire de connecteurs latéraux. Le nerf médian de Leydig, impaire, passe d'un ganglion ventral à l'autre entre les connecteurs latéraux (Cassagnau et Juberthie cité par Vandel, 1970).



**Figure 03.** Le système nerveux des collembolles

### **3.2. Le système digestif et excréteur**

Le système digestif des collemboles se compose d'un intestin antérieur, un intestin moyen élargi, et un petit intestin postérieur.

Les bactéries et les champignons sont souvent observés dans le lumen de l'intestin (Christian 1993), et constituent l'essentiel de la nourriture des espèces. Certains peuvent former des populations symbiotiques résidentes qui secrètent des enzymes que les collemboles sont incapables de fabriquer eux-mêmes (Borkott & Insam 1990, Urbásek & Rusek 1994).

### **3.3. Le système respiratoire**

La majorité des collemboles ont une respiration superficielle via la diffusion des gaz dans lequel les vésicules de la collophore joue un rôle important (Palissa, 2000). Chez certains collemboles, les spiracles sont situés ventralement dans la tête où elle est attachée au reste au corps entre la tête et le prothorax (Lubbock, 1873).

### **3.4. Le système circulatoire**

La circulation de l'hémolymphe dans la cavité corporelle où baignent les différents organes est maintenue par des pulsations (60 à 160 pulsations par minute) du vaisseau dorsal ou « coeur » (Nicolet, 1842). Contrairement à la plupart des insectes, les collemboles semblent manquer d'organes circulatoires spécialisés pour pomper l'hémolymphe vers les antennes (Pass, 1991 cité par Hopkin, 1997)

## **4. Reproduction et développement des collemboles**

### **4.1. Appareil génital et cycle sexuel des femelles**

L'appareil génital de la femelle a fait l'objet d'études anatomiques approfondies chez plusieurs espèces (Krzysztofowicz 1977). L'ovogenèse a été étudiée par de nombreux auteurs, mais c'est Joosse et Veltkamp (1970) et Palevody (1976) qui établissent la chronologie la plus exacte du cycle en relation avec le rythme des mues imaginale. Le nombre de cycle de pontes et le nombre d'œufs par pontes dépendent de très nombreux facteurs. Chez certains Isotomidae, il n'est pas rare d'observer plus de 10 pontes, à raison

d'une tous les quinze jours en élevage (Snider, 1973). Le nombre d'œufs est lui aussi très variable, de 128 à 1654 chez *Folsomia candida* (Thibaud 1970).

#### **4.2. Appareil génital et cycle sexuel du mâle**

La gonade mâle est composée d'une paire de testicules à germarium latéral. Le fonctionnement du testicule est lui aussi rythmé par les mues imaginale. Les spermatozoïdes s'accumulent dans la vésicule séminale, mêlés à des gouttelettes nutritives secrétées par la paroi. Ils ont une tête filiforme et sont enroulés sur eux-mêmes (Cassagnau 1971, Dallai 1975). Ils sont acheminés par le conduit dorsal du ductus cependant que se forme dans le conduit ventral la tige du spermatophore qui pénètre au sein de la gouttelette spermatique ou forme des nervures à la surface de celle-ci ; le pédoncule du spermatophore est long chez les Symphypléones et les Entomobryomorphes. Les spermatophores sont disposés en grand nombre sur le substrat et les modalités de la prise par la femelle montrent des variations très nettes suivant les groupes : dépôt au hasard et fécondation ultérieure en l'absence du mâle (cas général) ; dépôt stimulé par la présence de la femelle (nombreux Entomobryens) ; dépôt et prise du spermatophore lors d'une pariade primitive (Dicyrtomina, Sminthurus) ou lors d'une pariade spécialisée liée à l'existence de caractères sexuels secondaires spectaculaires (Betsch 1980).

#### **4.3. La ponte**

Chez les Hypogastruridae, il n'y a pas de dimorphisme sexuel. Le sperme est éjaculé à partir d'une simple ouverture génitale dans un spermatophore (Hopkin 1997). Toujours chez les Hypogastruridae, les œufs sont déposés sur le substrat par lots de 30 œufs, une femelle pond de 2 à 6 lots d'œufs au cours de sa vie (Thibaud, 1970).

Chez beaucoup de *Neanuridae* on observe une seule ponte par an (Jablonska et al., 1993). Après la ponte, les œufs sont soumis à une forte prédation, y compris par les collembolés eux-mêmes (Brahim Bounab, 2016).

#### **4.4. L'œuf**

La forme de l'œuf, sa couleur et le tissu de l'enveloppe varient non seulement d'un genre à l'autre, mais encore d'espèce à espèce. Les œufs à enveloppe solide sont en général très peu transparents, lisses, d'une couleur brune plus ou moins foncée et plus souvent oblongs que sphériques, ils appartiennent au genre *Podura*. Ceux à enveloppe molle offrent

plus de variété dans la forme et la texture de la membrane extérieure, ils sont tantôt oblongs ou ovoïdes, tantôt sphériques ou en sphéroïde aplati des deux côtés. Leur couleur est généralement pâle, ou plutôt blanche, mais légèrement lavée de bleu, de jaune, de rose ou de violet, selon les espèces (Fig. 04) (Nicolet, 1842).

Les œufs de *Ceratophysella armata* sont sphériques et ne mesurent pas plus de 0,12 mm de diamètre sont pondus dans de petites touffes dans des conditions humides, sous la surface de pierres, de bois ou de feuilles détachées (Tiegs, 1942).



**Figure 04.** OEufs d'*Isotomurus* sp. montrant la tache oculaire

#### 4.5. Développement embryonnaire

Les œufs sont pondus soit isolément (cas des entomobryomorphes et des symphypléones), soit en groupes dans de petites cavités du substrat (majorité des cas), soit, chez des espèces à fort effectif, en pontes collectives pouvant rassembler plusieurs milliers d'œufs (Isotomidae, Hypogastruridae). Le développement de l'œuf est court chez la plupart des formes édaphiques mais chez les épigés, les œufs d'hiver peuvent voir leur développement différer pendant plusieurs mois. Il est vraisemblable que ces arrêts correspondent à des diapauses embryonnaires, mais il faut avouer que nous manquons de données dans ce domaine. Quant à la durée du développement embryonnaire lui-même, il est bien entendu conditionné par l'optimum thermique intrinsèque de l'espèce et la température extérieure. Les Isotomidae édaphiques semblent avoir les développements les plus rapides : une semaine chez *Isotomurus palustris* à 25°, 8 à 9 jours à 26° chez *Folsomia candida* (Snider et Butcher 1973).



## **5. Ecologie des collemboles**

### **5.1. Le régime alimentaire**

De nombreuses études basées sur l'analyse des contenus intestinaux ne montrent pas une spécialisation alimentaire stricte inféodée à un type de nourriture. Les collemboles se nourrissent de parenchymes végétaux frais, hyphes et spores de champignons, matière organique en décomposition, fragments minéraux, algues filamenteuses, pollens, bactéries, excréments d'autres animaux. Ils peuvent se nourrir de racines de plantes vivantes et plantules, d'où les dégâts causés par certaines espèces comme *Sminthurus viridis* (Linnaeus, 1758) sur les luzernières.

Cassagnau (1990) donne plus de détails sur la nourriture de certains groupes de collemboles, les Isotomidae des mousses humides consomment des diatomées dont on retrouve les squelettes dans le tube digestif. L'auteur rapporte que certaines espèces se nourrissent de cadavres d'animaux, mais d'autres sont des prédateurs, il cite le cas de l'Isotomidae *Cephalotoma grandiceps* qui possède des mandibules dissymétriques adaptées à ce type de nourriture. C'est le cas aussi des *Friesea* qui se nourrissent de tardigrades, protozoaires, rotifères et de nématodes (Hoskins et al., 2015).

### **5.2. Parasites et prédateurs**

Parmi les parasites rencontrés chez les Collemboles la plupart des auteurs ont signalé la présence de Grégarines et de Nématodes comme endoparasites. Cassagnau (1990b) mentionne des Coccidies, Champignons, Microsporidies, et Hélicosporidies. La liste des prédateurs des Collemboles s'étend à divers groupes zoologiques. Massoud (1971) cite des Chilopodes et des araignées, Delamare Debutteville (1951) des diptères Empidiidae, mais aussi certains coléoptères (Schomann et al. 2008) sont des prédateurs exclusifs et ont développé des adaptations particulières en lien avec la capture des Collemboles.

### **5.3. Différents types d'adaptations**

#### **5.3.1. Adaptation morphologique au milieu**

Plusieurs travaux ont été menés dans le but d'étudier les différentes «formes de vie» des Collemboles, associant morphologie et habitat. De tels systèmes sont utiles pour donner un aperçu général des principales adaptations morphologiques au milieu de vie.

Gisin (1943), propose une classification de type biologique, devenue classique. Une partition plus détaillée et un peu différente des formes éco-morphologiques, a été proposée par divers auteurs. Nous donnons ci-dessous, une classification modifiée d'après Cassagnau (1990), qui distingue :

- **Atmobios** : 8+8 yeux, présence de la furca, fréquente perte de l'organe postantennaire, pattes et antennes longues, présence de trichobothries, revêtement dense de soies ou d'écaillés, souvent de grande taille.
- **Hémiédaphon** : furca en général régressée, présence du post-antennaire parfois compliqué, pattes et antennes moyennes ou courtes, absence de trichobothries, plusieurs ergots aigus ou capités.
- **Euédaphon** : Yeux réduits ou absents, pigment réduit ou absent, épaissement des sensilles antennaires, furca réduite dans certaines lignées ou absente.

Ces catégories correspondent aux catégories taxinomiques supérieures (ordres), l'atmobios étant essentiellement constitué d'Entomobryomorphes, et de Symphypléones, tandis que l'édaphon est constitué de Poduromorphes et d'Isotomidae.

### 5.3.2. Epitoquie

Quand certains de ces changements, tels réductions du mucron et des épines anales, réduction ou agrandissement de certaines soies, se produisent en lien avec le cycle reproducteur, on parle alors d'épitoquie. Le nom d'épitoquie nom donné par Bourgois et Cassagnau (1973) cités par Hamra-Kroua (2005).

### 5.3.3. Ecomorphose

Sous certaines conditions climatiques, hautes températures et basse hygrométrie, surtout au printemps dans les régions méditerranéennes, certaines espèces d'Hypogastruridae et d'Isotomidae peuvent avoir une activité nutritionnelle et respiratoire réduites lors d'un ou plusieurs stades juvéniles. Ils développent alors des modifications morphologiques et chétotaxiques, comme une régression des pièces buccales et du mucron, et un développement d'épines surnuméraires sur leur abdomen. Ils présentent aussi des modifications internes, telles une atrophie du tube digestif et des gonades, et une accumulation de corps gras et de granules d'excrétion. Cette crise métabolique temporaire est déclenchée par l'inhibition des corpora allata à produire de l'hormone juvénile. Cette

absence plonge l'organisme de ces formes, essentiellement cryophiles, dans un contexte physiologique qui leur permet alors d'échapper aux vicissitudes de la saison chaude et sèche. Toutes ces modifications sont réversibles à la fin de l'écomorphose (Thibaud et D'Haese, 2010).

#### 5.3.4. Cyclomorphose

Quand certains de ces changements se produisent au cours d'un cycle saisonnier, on parle alors de cyclomorphose. Ceci surtout chez des espèces cryophiles d'Isotoma (Isotomidae) qui présentent alors une forme d'été et une forme d'hiver. Un même individu peut passer à travers 2 ou 3 stades et présenter 3 différents morphes, ou « formes » : A active, B active, puis transition vers C cyclomorphique (Fiellberg, 1976).

### 6. Systématique actuelle des collemboles

Les collemboles ne sont plus considérés comme insectes mais plutôt un groupe de même rang (classe). Il faut noter aussi que les protoures et les diploures sont actuellement considéré comme classes séparées l'une de l'autre.

La hiérarchie taxonomiques est principalement basée sur celle de Bretfeld (1994, 1999), D'Haese (2002) et Deharveng (2004). La systématique des taxons supérieurs présentée ci-dessous correspond à certaines des opinions les plus «récentes» (Tableau.1) (Bellinger et al., 2022).

**Tableau 1.** Classification actuelle des collemboles

<b>Super-règne</b>	Eucarya Woese et al., 1990
<b>Règne</b>	Animalia Linnæus, 1758
<b>Sous-règne</b>	Eumetazoa Butschli, 1910
<b>Super-phylum</b>	Ecdysozoa Aguinaldo et al., 1997
<b>Phylum</b>	Arthropoda Latreille, 1829
<b>Sous-phylum</b>	Pancrustacea Zrzavy et Stys, 1997
<b>Super-classe</b>	Hexapoda Blainville, 1816

**Tableau 2.** Hiérarchie taxonomique moderne des collemboles (Deharveng, 2004)

<b>Classe Collembola</b>			
<b>Ordre: Poduromorpha</b>	<b>Ordre: Entomobryomorpha</b>	<b>Ordre: Symphypleona</b>	<b>Ordre: Neelipleona</b>
Hypogastruroidea	Isotomoidea	Arrhopalitidae	Neelidae
Gulgastruridae	Isotomidae	Bourletiellidae	
Hypogastruridae <sup>a</sup>	Anurophorinae <sup>a</sup>	Dicyrtomidae	
Pachytullbergiidae	Isotominae <sup>a</sup>	Dicyrtominae	
Paleotullbergiidae	Pachyotominae	Pterothricinae	
Neanuroidea	Tomoceroidea	Katiannidae	
Brachystomellidae	Oncopoduridae	Mackenziellidae	
Neanuridae	Tomoceridae	Sminthuridae	
Caputanurinae	Entomobryoidea	Sminthurinae	
Frieseinae	Cyphoderidae	Sphyrothecinae	
Morulinae	Entomobryidae	Sminthurididae	
Neanurinae	Entomobryinae	Spinothecidae	
Pseudachorutinae <sup>a</sup>	Lepidocyrtinae	Sturmiidae	
Uchidanurinae <sup>a</sup>	Orchesellinae		
Odontellidae	Seirinae		
Onychiuroidea	Microfalculidae		
Onychiuridae	Paronellidae		
Onychiurinae			
Tetrodontophorinae	Incertae sedis		
Tullbergiidae	Actaletidae		
Austraphorurinae	Coenaletidae		
Stenaphorurinae			
Tullbergiinae			
Incertae sedis			
Acherongia			
Isotogastruridae			
Poduridae			

a : taxons para ou polyphylétiques possibles

Nous rapportons ci-après la liste des superfamilles, familles et sousfamilles appartenant à l'ordre Entomobryomorpha. Le nombre de genres et d'espèces pour chaque famille est représenté entre parenthèse tel qu'ils sont donnés par Janssens et Christiansen dans Zhang (2011). D'après ces mêmes auteurs, l'ordre Entomobryomorpha inclut 12 familles, 242 genres et 3894 espèces. Les familles ayant des représentants dans la faune algérienne sont notées d'un Astérisque (\*), les familles éteintes sont notées par le symbole (†).

Classe **Collembola** Lubbock, 1870

Ordre **Poduromorpha** Börner, 1913 sensu D'Haese, 2002

Ordre **Entomobryomorpha** Börner, 1913

Superfamille **Tomoceroidea** Schäffer, 1896

\* Famille **Oncopoduridae** Carl & Lebedinsky, 1905 (2 genres, 52 espèces)

\* Famille **Tomoceridae** Schäffer, 1896 (16 genres, 149 espèces)

Sousfamille **Lepidophorellinae** Absolon, 1903

Sousfamille **Tomocerinae** Schäffer, 1896

Superfamille **Isotomoidea** Schäffer, 1896

\* Famille **Isotomidae** Schäffer, 1896 (108 genres, 1346 espèces)

Sousfamille **Proisotominae** Stach, 1947

Sousfamille **Anurophorinae** Börner, 1901

Sousfamille **Isotominae** Schäffer, 1896

Sousfamille **Pachyotominae** Potapov, 2001

† Famille **Protentomobryidae** Folsom, 1937 (1 genre, 1 espèce)

Superfamille **Entomobryoidea** Schäffer, 1896

Famille **Microfalcuroidae** Massoud & Betsch, 1966 (1 genre, 1 espèce)

\* Famille **Entomobryidae** Schäffer, 1896 (56 genres, 1678 espèces)

Sousfamille **Nothobryinae** Soto-Adames et al., 2008 sensu Zhang et Deharveng,  
2015

Sousfamille **Orchesellinae** Börner, 1906 sensu Zhang et Deharveng, 2015

Sousfamille **Heteromurinae** Absolon et Kseneman, 1942 sensu Zhang et Deharveng,  
2015

Sousfamille **Bessoniellinae** Soto-Adames et al., 2008 sensu Zhang et Deharveng,  
2015

Sousfamille **Entomobryinae** Schäffer 1896, sensu Zhang et Deharveng, 2015

Sousfamille **Seirinae** Yosii, 1961 sensu Zhang et Deharveng, 2015

Sousfamille **Lepidocyrtinae** Wahlgren, 1906 sensu Zhang, et Deharveng, 2015

\* Famille **Cyphoderidae** Börner, 1906 (13 genre, 141 espèces)

Famille **Paronellidae** Börner, 1913 (39 genres, 511 espèces)

***Incertae sedis:***

Famille **Actaletidae** Börner, 1902 (2 genres, 10 espèces)

Famille **Coenaletidae** Bellinger, 1985 (1 genre, 2 espèces)

† Famille **Praentomobryidae** Christiansen & Nascimbene, 2006 (2 genres, 2 espèces)

† Famille **Oncobryidae** Christiansen & Pike, 2002 (1 genre, 1 espèces)

Ordre **Neelipleona** Massoud, 1971

Ordre **Symphyleona** Börner, 1901 sensu Massoud, 1971

## 7. Etat des connaissances sur les entomobryomorphes d'Algérie

Au 19<sup>ème</sup> siècle quelque espèces ont été signalées, mais difficiles à classer dans les systématique actuelle (Cassagnau, 1963.- Thibaud et Massoud, 1980.- Hamra Kroua, 2005)

- En 1846, Lucas d'écrit 2 nouvelles espèces d'**Entomobryomorpha** : *Orchesella mauritanica*, *Orchesella luteola* (= *Orchesella villosa* aujourd'hui), En 1849, Lucas cite les mêmes espèces.
- En 1924, Denis note 2 nouvelles espèces : *Seira obscuriventris*, et *Seira lesnei*, une autre espèce du même genre (*Seira*) appartenant au groupe *domestica-subdomestica*.
- En 1925, Denis décrit deux espèces du même genre: *Orchesella pseudoluteola* (= *Orchesella villosa*) et *Orchesella lucasi*. D'autre part Denis cite *Entomobrya nicoleti* (Lubbock, 1870 in Bendjaballah, 2019), *Orchesella pseudoluteola* (Denis, 1925, Bendjaballa, 2019) et décrit *Seira rosei* (Denis, 1925 in Bendjaballah, 2019).
- En 1926, Handschin décrit deux espèces nouvelles: *Isotoma mauretanicus* (= *Isotomurus mauretanicus* aujourd'hui) et *Lepidocyrtinus incertus*. Au total l'auteur cite 14 espèces parmi lesquelles 5 entomobryomorphes: *Isotoma bituberculata*, *Entomobrya quinquelineata*, *Lepidocyrtus curvicollis*, *Heteromurus nitidus*, *Cyphoderus albinus*.
- En 1928, Handschin cite 32 espèces de différentes régions du pays dont 18 entomobryomorphes (*Proisotoma schötti*, *Proisotoma ripicola*, *Isotoma viridis*, *Isotoma violacea*, *Isotoma mauretanicus*, *Tomocerus minor*, *Isotomurus palustris*, *Entomobrya quinquelineata*, *Entomobrya multifasciata*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Lepidocyrtus curvicollis*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Lepidocyrtinus incertus*, *Lepidocyrtinus dollfussi*, *Orchesella cintica*, *Orchesella pseudoluteola*, *Orchesella lucasi*, *Heteromurus major*).
- En 1937, Denis décrit une autre nouvelle espèce dans la région de Djurdjura ; *Heteromurus peyerimhoffi*.
- En 1948, Delamare-Deboutteville décrit une nouvelle espèce : *Megacyphoderus oraniensis*

- En 1953, Delamare-Deboutteville cite 4 entomobryomorphes de la zone intertidale ; *Archisotoma interstitialis*, *proisotoma minima*, *isotomina ooensis*, *Isotomina sp.*
- En 1958, Murphy décrit une autre nouvelle espèce d'**Isotomidae**: *Isotoma vaillanti* du massif du Djurdjura.
- En 1963, Cassagnau dans son travail sur le nord-constantinois, cite 30 parmi lesquelles 11 entomobryomorphes dont *Proctostephanus sanctiaugustini* est une espèce nouvelle pour la science (*Folsomides parvus*, *Isotoma olivacea*, *Isotomiella minor*, *Isotomina themophila*, *Proisotoma minuta*, *Pseudanurophorus isotoma*, *Heteromurus major*, *Sinella coeca*, *Cyphoderus bidenticulatus*, *Oncopodura crassicornis*).
- En 1974, Stomp cite 6 espèces parmi lesquelles ; *Heteromurus peyerimhoffi* et *Heteromurus tetrophtalmus* sont des entomobryomorphes.
- Jacquemart (1974) décrit 4 nouvelles espèces appartenant au même genre: *Seira insalahi*, *S. algira*, *S. vanderheydeni* et *S. debruyni*.
- En 1980, Thibaud et Massoud dressent une liste complète et mise à jour des collemboles d'Algérie (105 espèces qui se répartissent sur 55 genres appartenant à 13 familles des quatre ordres de collemboles) ; parmi lesquelles ils notent dedans 42 entomobryomorphes.
- En 1983, Stomp cite 12 espèces dont 5 entomobryomorphes : *Isotomurus nicolae*, *Isotoma viridis* (Bourlet, 1839), *Heteromurus peyerimhoffi* (Denis, 1937), *Heteromurus tetrophtalmus* (Borner, 1903) et *Orchesella delhezi*.
- En 2003, Hamra Kroua et Allatou citent 22 espèces de Collemboles récoltés dans la région d'Azzaba. Parmi lesquelles 17 entomobryomorphes. (*Cryptopygus thermophilus*, *Isotomiella minor*, *Isotoma (Desoria) olivacea*, *Isotomurus palustris*, *Isotomurus sp*, *Entomobrya sp*, *Pseudosinella alba*, *Pseudosinella octopunctata*, *Lepidocyrtus curvicollis*, *Lepidocyrtus lanuginosis*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Heteromurus major*, *Heteromurus nitidus*, *Orchesella cincta*, *Orchesella quinquefasciata*, *Orchesella sp.*, *Cyphoderus sp.*
- En 2007, Ait Mouloud et Lek-Ang s'intéresse particulièrement aux collemboles des tourbières de Kabylie. Les auteurs signalent la présence de 68 taxons parmi lesquels quatre genres et 3 espèces sont cités pour la première fois en Algérie. Dedans 12 espèces d'**Entomobryomorpha** : *Proisotoma ripicola* (Linnaniemi, 1912), *Isotomurus cf unifasciatus* (Boerner, 1901), *Isotomiella minor* (Schaeffer, 1896),

- Orchesella* sp., *Entomobrya lanuginosa* (Nicole, 1842), *Folsomia quadrioculata* (Tullberg, 1871), *Hemisotoma thermophila* (Axelson, 1900), *Lepidocyrtus cyaneus* (Tullberg, 1871), *Isotoma viridis* (Bourlet, 1839), *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835), *Pseudosinella* sp.A, *Entomobrya multifasciata* (Tullberg, 1871).
- En 2009, Baquero, Hamra Kroua et Jordana décrivent *Entomobrya numidica* et citent 21 d'espèces d'Entomobryomorpha : *Entomobrya mauretanic* (Handschin, 1925), *Entomobrya multifasciata mauretanic* (Salmon, 1964), *Cryptopygus* sp., *Hemisotoma thermophila* (Axelson, 1900), *Cyphoderus yugoslavicus* (Denis, 1933), *Heteromurus major* (Moniez, 1889), *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835), *Heteromurus* sp., *Isotomidae.*, *Isotomiella minor* (Schäffer, 1896), *Isotomurus palustris* (Müller, 1776), *Lepidocyrtus* sp. 03, *Lepidocyrtus* sp. 02, *Lepidocyrtus* sp., *Lepidocyrtus* sp. 01, *Lepidocyrtus tellecheae* (Arbea et Jordana, 1990), *Orchesella cincta* (Linnæus, 1758), *Parisotoma notabilis* (Schäffer, 1896), *Seira punica* (Jacquemart, 1974), *Tomocerus* sp. juv., *Tomocerus vulgaris* (Tullberg, 1871).
  - Jordana, Hamra Kroua et Baquero (2009) redécrivent *Isotominella geophila* (Delamare Deboutteville, 1948) sur du matériel algérien.
  - Hamra Kroua et Cancela da Fonseca (2009) étudient la dynamique saisonnière d'une communauté édaphique avec 17 espèces appartenant à 14 genres et ils notent 9 espèces d'Entomobryomorpha: *Cryptopygus thermophilus* (Axelson, 1900), *Cryptopygus bipunctatus* (Axelson, 1903), *Folsomides parvulus* (Stach, 1922), *Isotomiella minor* (Schäffer, 1896), *Isotomurus* sp., *Pseudosinella alba* (Packard, 1873), *Pseudanurophorus isotoma* (Börner, 1903), *Oncopodura crassicornis* (Shoebbotham, 1911), *Heteromurus major* (Moniez, 1889).
  - En 2012, Porco et al. Signalent la présence de *Parisotoma notabilis* (Schaffer, 1896) à deux régions dans l'Algérie ; Collo et l'Edough
  - En 2018, Bendjabalah et al dressent une liste de 27 Entomobryomorpha : *Folsomia penicula* (Bagnall, 1939), *Folsomia quadrioculata* (Tullberg, 1871), *Folsomides angularis* (Axelson, 1905), *Folsomides parvulus* (Stach, 1922), *Hemisotoma thermophila* (Axelson, 1900), *Isotoma viridis* (Bourlet, 1839), *Isotomiella minor* (Schäffer, 1896), *Isotomurus* sp., *Parisotoma notabilis* (Schäffer, 1896), *Proctostephanus sanctiaugustini* (Cassagnau, 1963), *Proisotoma minuta* (Tullberg, 1871), *Subisotoma meridionalis* (Dallai, 1973), *Tetracanthella pilosa* (Schött,



- 1891), *Oncopodura crassicornis* (Shoebbotham, 1911), *Tomocerus minor* (Lubbock, 1862), *Cyphoderus cf. albinus* (Nicolet, 1842), *Cyphoderus sp.*, *Entomobrya cf. multifasciata* (Tullberg, 1871), *Heteromurus major* (Moniez, 1889), *Heteromurus tetrophthalmus* (Börner, 1903), *Lepidocyrtus lignorum* (Fabricius, 1775), *Lepidocyrtus sp.*, *Orchesella quinquefasciata* (Bourlet, 1841), *Pseudosinella sp. 1*, *Pseudosinella sp. 2*, *Seira domestica* (Lubbock 1842), *Seira sp.*
- En 2020, Brahim Bounab et al dressent une liste de 26 d'Entomobryomorpha : *Folsomia candida* (Willem, 1902), *Folsomia trisetata* (Jordana et Ardanaz, 1981), *Folsomia sp.*, *Hemisotoma thermophila* (Axelson, 1900), *Isotomiella minor* (Schäffer, 1896), *Isotominella geophila* (Delamare Deboutteville, 1948), *Isotomurus cf. fucicolus* (Schött, 1893), *Isotomurus near balteatus* (Reuter, 1876), *Isotomurus maculatus* (Schäffer, 1896), *Parisotoma notabilis* (Schäffer, 1896), *Proctostephanus sanctiaugustini* (Cassagnau, 1963), *Proisotoma minuta* (Tullberg, 1871), *Proisotomodes bipunctatus* (Axelson, 1903), *Tetracanthella pilosa* (Schött, 1891), *Tetracanthella sp.*, *Oncopodura crassicornis* (Shoebbotham, 1911), *Cyphoderus sp.*, *Heteromurus major* (Moniez, 1889), *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835) (re-assigned to *H. tetrophthalmus*), *Heteromurus tetrophthalmus* (Börner, 1903), *Lepidocyrtus fimetarius* (Gisin, 1964), *Orchesella cf. quinquefasciata* (Bourlet, 1845), *Pseudosinella albida* (Stach, 1930), *Pseudosinella octopunctata* (Börner 1901b) *Pseudosinella sp.*, *Seira sp.*

# **Chapitre II :**

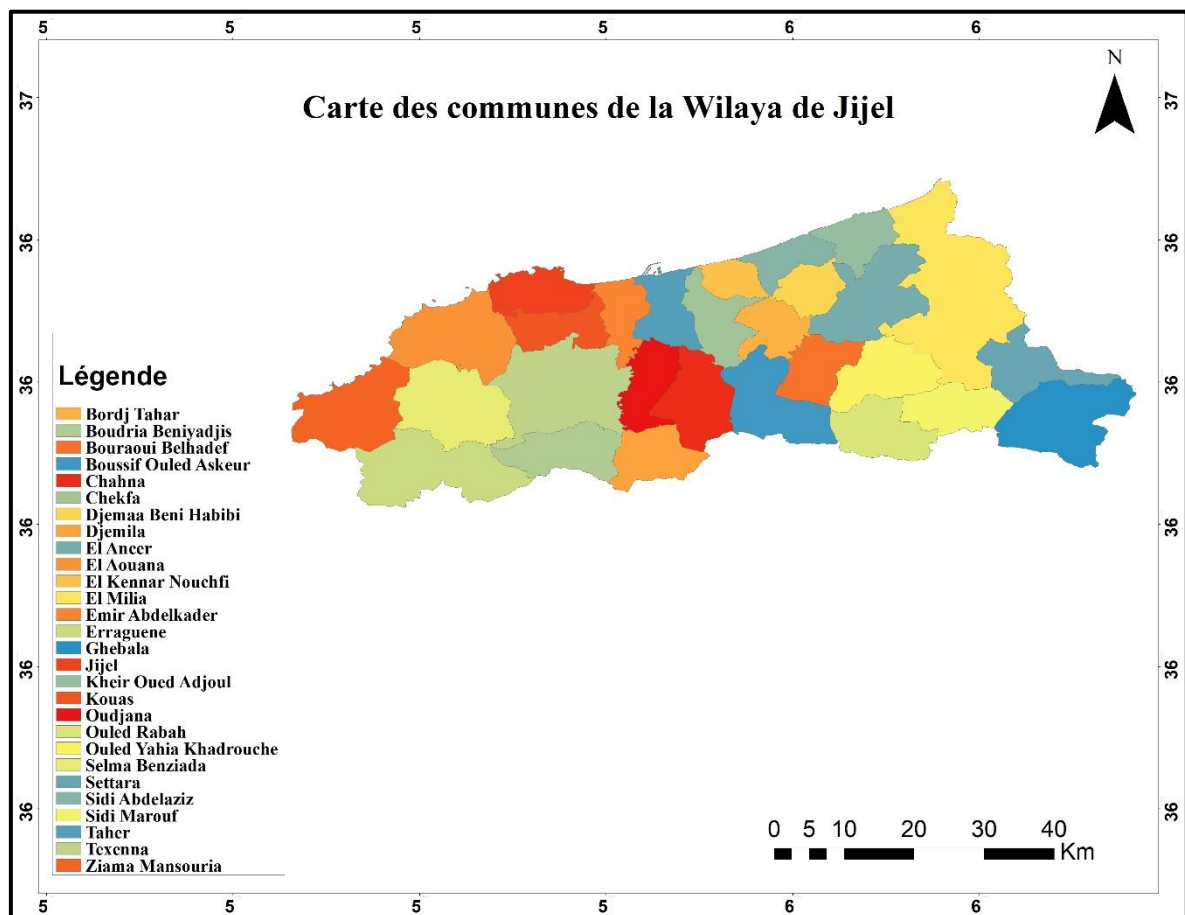
# **Matériel et**

# **méthodes**

## 1. Présentation de la région d'étude

### 1.1. Situation géographique

S'étalant sur une superficie de 2.398 km<sup>2</sup>, avec une façade de 120 kms, la wilaya de Jijel est limitée par la mer méditerranée au Nord, la wilaya de skikda à l'Est, la wilaya de Béjaïa à l'Ouest et les wilayas de Constantine et de Mila au Sud. (Fig. 05). Administrativement la wilaya compte 28 communes organisées en (11) onze Daira. les coordonnées géographiques de Jijel sont : 36° 48' 00" N, 5° 46' 00" E. (Anonyme, 2018).



**Figure 10.** Carte du découpage administratif de la Wilaya de Jijel (Carte originale)

## 1.2. Le relief

La ville est située sur la plaine côtière d'âge Miocène limitée entre la mer Méditerranée au Nord et les formations montagneuses du socle de la petite Kabylie au sud, formé par des gneiss, des micaschistes et des marbres ( des roches métamorphiques) attribuées au Paléozoïque, et métamorphisées au cours de l'orogénèse alpine, on note des formations de la nappe numidienne de nature grés-argileuses dans la forêt de Guerrouche. (Fig. 06) (Anonyme, 1997).



**Figure 06.** Carte du relief de la wilaya de Jijel (Anonyme, 1997).

## 1.3. Climat

La wilaya de Jijel bénéficie d'un climat méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et sec en été (juin, juillet et août). La pluviométrie annuelle de la région de Jijel est importante, il s'agit de l'une des régions les plus pluvieuses d'Algérie (1 028.9 millimètres en moyenne). Sa répartition inégale pendant l'année, concentrée de novembre à avril, est

l'une des caractéristiques du climat méditerranéen. Les mois de juin, juillet et août sont les plus secs de l'année. La température moyenne la plus élevée est celle du mois d'août (25.7 °C) et la plus basse est celle de février (11.5 °C); la région de Jijel est caractérisée par un étage bioclimatique humide à hiver doux (Zine, 2016).

### 1.3.1. La température

Les limites des aires des répartitions des êtres vivants sont souvent déterminées par la température. La Wilaya de Jijel bénéficie d'un climat tempéré, la saison fraîche dure 4 mois ; du 28 novembre au 29 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 18 °C. Le mois le plus froid de l'année à Jijel est janvier, avec une température moyenne minimale de 9 °C et maximale de 16 °C (Anonyme, 2022).

Les moyennes mensuelles de la température maximales (TM), minimales (Tm) et les températures moyennes (T), enregistrées dans la Wilaya de Jijel, durant une période de 10 ans, allant de 2012 jusqu'à 2021 sont représentées dans le tableau 3. Ces valeurs sont exprimées en degrés Celsius (°C) (Tutiempo Network, 2022).

**Tableau 3.** Moyennes mensuelles des températures enregistrées à Jijel

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>2012</b>	Tm	6,4	13,1	8,9	11,2	13,5	18,9	21,5	22,2	18,6	16,2	12,5	8,1
	T	11,5	8,7	14	16,5	19,4	25,1	26,6	28	23,7	21,2	17,1	13
	TM	16,4	4,1	18,5	21,2	24,3	30,3	31,7	33,4	28,5	26,3	22,4	18,1
<b>2013</b>	Tm	7,1	5,9	9,7	11,6	13,1	15,4	20,1	20,5	20	18,2	11,6	7,9
	T	12	10,7	15,2	16,6	18,2	21,1	25,4	25,5	23,8	22,8	15,4	12,5
	TM	16,6	15,6	20,3	21,1	22,5	26	30,3	30,1	28	28	19,5	17,6
<b>2014</b>	Tm	8,6	8,2	9,3	11,4	13,6	18,1	19,9	21,3	21,3	17,3	13,9	9,3
	T	13,2	13,6	13,4	17,2	18,9	23,2	25,4	26,5	26,3	22,2	18,8	13,2
	TM	18,2	18,8	17,4	22,4	23,8	28	30	31,7	31,5	27,4	23,4	17,1
<b>2015</b>	Tm	7	7,5	9	11,2	14,7	18	21,1	22,3	20,4	16,7	11,8	7,8
	T	11,9	11,4	14	16,6	20,4	23,4	27,1	27,3	24,6	21,3	16,2	13,1
	TM	16,7	15,2	18,7	21,4	25,5	28,2	32,5	32,2	28,9	21,3	21	19,5
<b>2016</b>	Tm	8,4	8,1	9	11,8	14,1	17,5	20,3	20,1	19,2	17,8	12,9	10,3
	T	13,4	13,5	13,9	16,8	19,1	23	26	25,4	24,1	22,9	17,6	14,3
	TM	18,9	19,1	18,3	21,2	23,4	27,5	30,7	30	28,7	28,1	22,5	18,5
<b>2017</b>	Tm	6,8	9	9,2	11,4	15,2	19,6	21,2	23	18,1	14,7	10,5	8,1
	T	10,9	13,8	14,9	16,4	20,5	24,9	27,1	28,1	23,7	19,7	15	12
	TM	14,8	17,9	19,8	20,4	24,9	29,5	31,9	32,6	23,7	24,4	19,8	16

**Tableau 3.** Moyennes mensuelles des températures enregistrées à Jijel (Suite)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>2018</b>	Tm	7,1	6,5	10	11,8	14,1	17,4	21,3	21,2	20,9	16,2	11,5	8,7
	T	12,4	10,9	14,4	16,5	17,9	22,2	26,4	26,2	25,4	20,4	16,3	13,1
	TM	17,2	14,8	18,2	20,4	20,9	26,1	30,5	30,4	29,6	24,5	20,7	17,8
<b>2019</b>	Tm	7,4	6,7	8,4	10,7	12,4	17,4	21,3	22,5	20,1	26,1	10,9	9
	T	11,1	11,6	13,7	15,2	17,7	22,9	26,4	27,3	24,6	21,1	15,2	14,3
	TM	14,3	15,8	18,3	19,2	22	28,1	30,8	31,8	28,7	16,1	19,5	19
<b>2020</b>	Tm	6,3	7	9,6	11,8	14,7	16,7	20	21,1	18,4	13	12	8,1
	T	11,5	12,9	14,2	16,6	20,2	22,4	25,6	26,5	23,1	18,2	16,6	17,5
	TM	16,8	18,4	18,6	21	25,3	27,3	30,1	31,3	27,3	23,4	20,9	12,8
<b>2021</b>	Tm	17,1	8,9	8,7	11	14,6	18,9	21,2	21,8	20,9	15	11,1	7,2
	T	12,4	14,9	13,5	16	19,6	23,7	26,8	27,4	25,8	19,7	15	12,3
	TM	17,2	19,9	18,1	20,5	24,1	28,5	31,6	33,2	30,6	24,5	18,7	17,5

### 1.3.2. La pluviométrie

La pluviométrie exerce une influence sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité, car l'eau est indéniablement l'un des facteurs écologiques les plus importants (Dajoz, 1971).

La cote de la wilaya de Jijel d'une longueur de 121,2 km et malgré ça elle bénéficie d'une pluviométrie de l'ordre de 1200 mm/an. Elle est parmi les régions les plus arrosées d'Algérie et de l'Afrique du Nord. La variation des précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 136 mm. On note aussi qu'au col de Texanna, qui se situe à 725 m d'altitude, l'enneigement dure plus de 11 jours/an. Les niveaux des précipitations de la région de Jijel sont rassemblés dans le tableau 4 (Tutiempo Network, 2022).

**Tableau 4.** Valeurs mensuelles de la pluviométrie dans la Wilaya de Jijel

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>2012</b>	64,26	372,12	97,03	191,01	0,25	0	0,25	3,05	179,83	96,77	84,58	110,24
<b>2013</b>	202,14	222,26	86,36	41,15	143,51	0,51	1,53	28,96	100,6	27,94	358,41	138,92
<b>2014</b>	127,26	71,87	165,11	12,95	7,61	13,46	0,25	4,06	25,15	51,29	183,13	282,19
<b>2015</b>	160,02	286,75	118,88	2,03	18,54	7,12	0	4,57	67,57	154,19	145,28	0
<b>2016</b>	115,31	108,46	223,28	62,74	50,8	17,27	0	1,02	45,96	32,52	180,86	93,98
<b>2017</b>	274,57	47,75	1,52	54,63	1,78	36,32	3,05	0	34,79	58,17	184,42	251,2
<b>2018</b>	55,12	191,76	200,4	43,44	115,07	14,73	1,01	34,04	17,27	335,03	95,49	31,48
<b>2019</b>	237,99	79,25	114,81	69,34	80,25	1,53	0	1,27	73,91	142,75	224,8	49,53
<b>2020</b>	41,16	0,51	119,14	74,66	1	19,05	7,11	1,26	179,3	71,11	110,5	383,78
<b>2021</b>	108,44	12,44	60,95	63,5	21,84	9,15	0	0	13,72	88,65	268,99	68,58

#### 1.4. La végétation dans la région d'étude

Selon les services des forêts de la région de Jijel, la superficie forestière est estimée à 115000 ha, elle représente 47,98 % de la superficie totale de la wilaya. Les forêts productives y occupent 57000 ha. La forêt de Jijel est une forêt de chêne liège (4720 ha), de chêne zène et afares (7750 ha), de chêne vert (342 ha) et de pin maritime (1140 ha). La superficie maquis et broussailles est estimée quant à elle à 58000 ha. La végétation naturelle qui correspond aux forêts + maquis + broussailles totalise donc 173000 ha soit 72,18% du territoire de la wilaya. Cette formation est présente pratiquement sur toutes les communes avec un taux de couverture variable. (BOUDJEDJOU, 2010).

#### 2. Matériels et méthodes

Notre présent travail est réalisé dans le Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes. Le laboratoire est localisé à Chaabat Erssas au campus de l'Université Frères Mentouri - Constantine 1 (Fig. 07).



**Figure 07.** Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes

Pour réaliser une étude de la faune du sol, il est nécessaire de prélever de nombreux échantillons bien représentatifs et de ramener ces échantillons au laboratoire en vue d'une extraction massive des microarthropodes par des techniques appropriées. Le nombre et le volume d'échantillons prélevés est en fonction du type d'étude (écologique ou faunistique), de l'abondance du peuplement, de la dominance et la rareté des espèces, de la dimension et du type de distribution spatiale des individus, (Cancela da Fonseca et Vannier, 1969 cité par Hamra Kroua, 2005).

## 2.1. Techniques de prélèvement des échantillons

L'échantillonnage s'est déroulé d'une manière aléatoire pendant la période humide entre le mois d'Octobre et Avril. L'échantillon est un volume de sol de 200 cm<sup>3</sup> de litière, soit l'équivalent d'une surface de 20 cm<sup>2</sup> environ.

Vannier et Vidal (1965) cités par Bachelier (1978) ont mis au point une sonde pédologique aidant à l'enfoncement de cylindres, faciles ensuite à récupérer et à ouvrir pour libérer l'échantillon. Une sonde cylindrique à sécateur et une sonde rectangulaire à éjecteur ont été aussi proposées par Vannier et Alpern (1968).

Nous avons prélevé dans différents biotopes (litière forestière, litière du sous-bois; lentisque, myrte et arbousier, mousse, lichens, bois pourris ... etc.). La litière est prélevée à la main. Seule la couche humide est prélevée. Les échantillons prélevés sont placés dans des sacs ou dans des boîtes en plastiques bien fermées. L'humidité des échantillons doit être maintenue et toute élévation anormale de température évitée.

## 2.2. Extraction des collemboles

Après avoir prélevé un échantillon de sol, il faut séparer les animaux de leur substrat (sol, mousses, litières, bois mort et autres annexes du sol). La récolte à vue se révèle vite fastidieuse et peu efficace. Les méthodes mécaniques sont nombreuses : elles combinent lavage, tamisage, centrifugation, sédimentation. Pour être réellement efficaces, ces techniques demandent une grande minutie et des manipulations souvent longues, avec un protocole spécifique des organismes que l'on cherche à récupérer. Si l'on ne désire pas une étude quantitative précise, mais un simple aperçu de la méso- et macrofaune du sol, un tamisage peut suffire (Deprince, 2003).

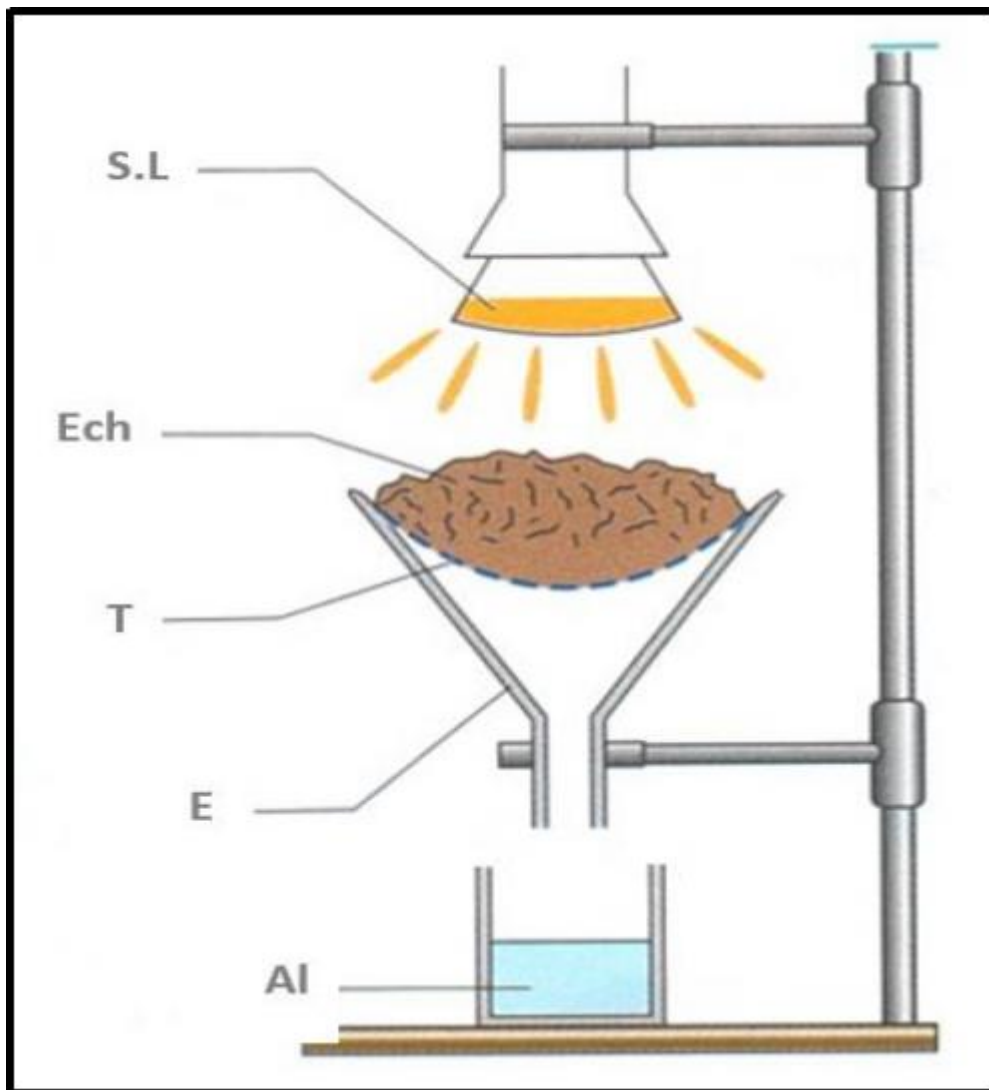
D'autres méthodes, dites sélectives ou actives, laissent les petites bêtes faire le travail : La méthode classique d'extraction des microarthropodes, imaginée en 1905 par Berlèse et perfectionnée plus tard par Tullgren, utilise une réaction de fuite. Un échantillon de terre est placé pendant trois à quatre jours sur un tamis au-dessus d'un entonnoir et surmonté d'une lampe puissante. Fuyant la dessiccation, Acariens, Myriapodes, Collemboles et petites larves d'Insectes quittent l'échantillon par le bas et tombent dans l'entonnoir jusqu'à un bécher contenant de l'alcool. Il faut noter que les individus blessés ou morts, qui ne se déplacent pas, ne seront pas comptabilisés. Les échantillons de sol doivent être manipulés avec



précaution, afin de ne pas les compacter et empêcher les animaux d'en sortir (Deprince, 2003).

Les échantillons récoltés sont traités au niveau du Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes. Il existe plusieurs méthodes d'extraction des collemboles et d'autres microarthropodes: Extraction par voie sèche, extraction par lavage (extraction par voie humide) et extraction par film graisseux de Aucamp (Pesson, 1971 ; Concela de Fonseca et Vannier, 1969) cité par Hamra Kroua (2005).

Dans la présente étude nous avons utilisé l'extraction par voie sèche ou méthode de Berlèse-Tullgren (Fig. 08, 09), C'est une méthode sélective ou dynamique, par laquelle les microarthropodes sont récoltés intacts sans l'intervention d'un opérateur complétée parfois par le lavage du substrat.



**Figure 10.** Extraction des collemboles par la méthode sèche

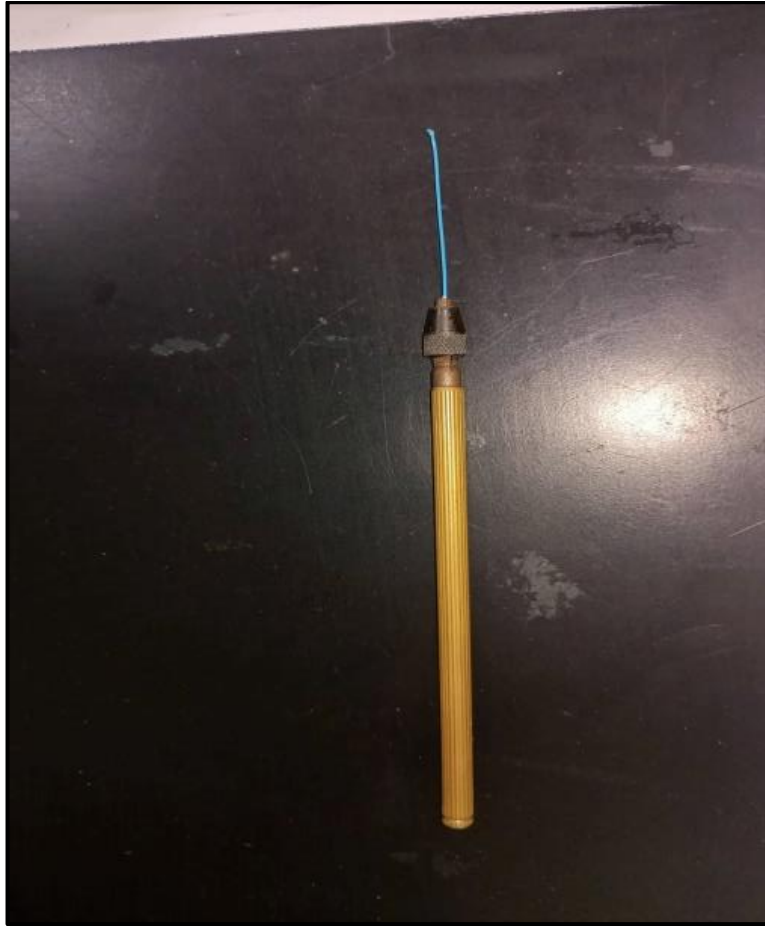


**Figure 09.** Appareil de Berlese pour l'extraction des Collemboles (photo original)

### 2.3. Tri et dénombrement

Les collemboles extraits d'un échantillon sont placés dans une boîte de Pétri pour entamer le tri. Ce dernier s'effectue sous loupe binoculaire à grossissement suffisant pour pouvoir séparer les collemboles des autres groupes d'arthropodes présents dans l'échantillon. Une fois que tous les collemboles sont séparés des autres arthropodes, on procède au dénombrement. Ce premier comptage permet de déterminer le nombre total d'individus de collemboles extraits.

On manipule les collemboles, pour le tri ou le dénombrement, soit : avec une tige en plastique très fine ( $> 1\text{mm}$ ) montée sur un mandrin métallique appelée communément « la brosse de Cassagnau » (Fig. 10), soit avec une minutie ou une aiguille métallique fine à extrémité courbée ou bien avec une pipette capillaire munie d'une poire en caoutchouc.



**Figure 10.** La brosse de Cassagnau (Photo originale)

#### **2.4. Identification des collemboles**

L'identification au niveau de l'ordre et la famille est réalisée sous loupe binoculaire (Fig. 11) et à l'aide de clefs dichotomiques qui donnent les caractéristiques morphologiques générales des collemboles.

L'identification au niveau spécifique est différente à celle des ordres et familles, un montage entre lame et lamelle est nécessaire pour pouvoir visualiser certains détails microscopiques (Pièces buccales, chaetotaxie antennaire, ...etc.). L'identification au niveau de l'espèce doit être réalisée par un spécialiste en taxonomie dans le cas d'espèces difficiles à classer.



**Figure 11.** Loupe binoculaire de marque « Carl Zeiss » à grossissement X32

## 2.5. Conservation et étiquetage

Les collemboles récupérés sont mis dans des tubes en plastique, ces tubes contiennent des étiquettes dans lesquelles sont mentionnées les informations requises : date d'échantillonnage, lieu d'échantillonnage, biotope, famille, et de l'alcool dont la concentration est de 70° (Fig. 12).



**Figure 12.** Tubes étiquetés (Photo original)

# **Chapitre III :**

# **Résultats et**

# **discussion**

### 1. Composition faunistique

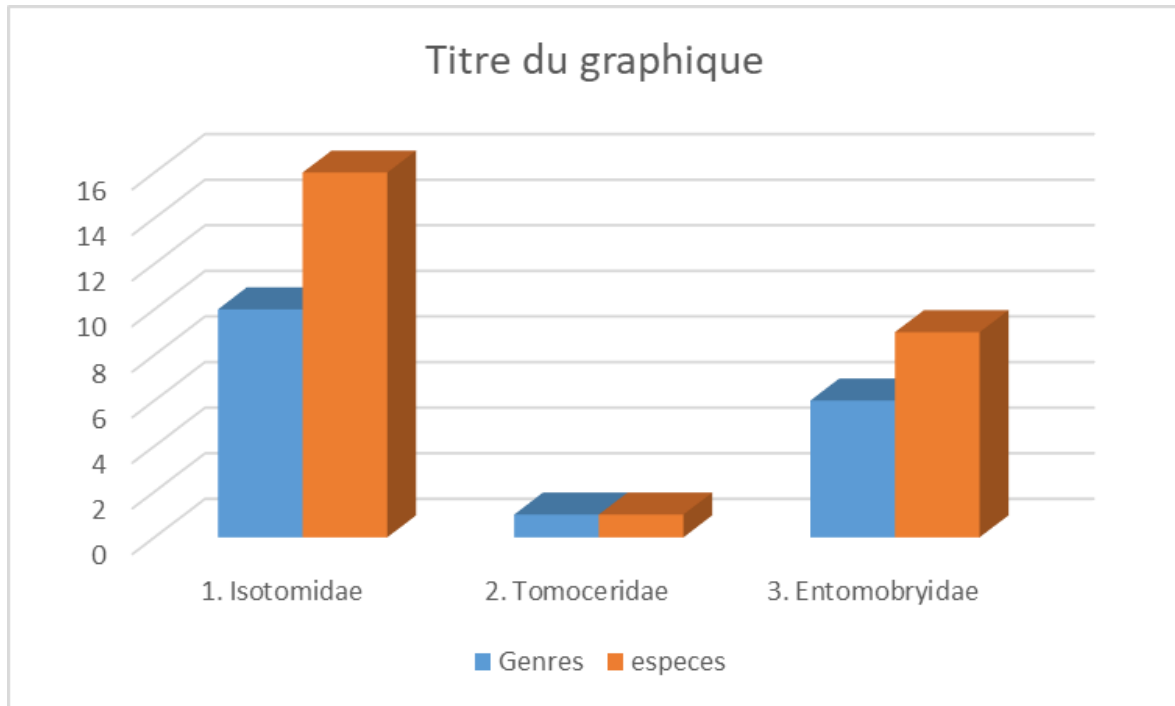
Nous donnons dans le tableau 5 la liste des collemboles identifiés dans le présent travail, et leur type d'adaptation morpho-écologique. Un total d'environ 7000 spécimens d'entomobryomorphes est extrait de 140 échantillons récoltés pendant la période allant de Décembre 2021 à Avril 2022. Ces spécimens appartiennent à 3 familles et 17 genres avec 26 espèces.

**Tableau 05.** Liste des entomobryomorphes rencontrées à Jijel

	Jijel	Collo	Edough	Type Biologique
	<b>1. Isotomidae</b>			
01	<i>Folsomia penicula</i>	X	-	H
02	<i>Folsomia quadrioculata</i>	X	-	H
03	<i>Folsomides angularis</i>	-	-	H
04	<i>Folsomides parvulus</i>	X	-	E
05	<i>Folsomides sp.</i>	X	-	N/A
06	<i>Hemisotoma thermophila</i>	X	X	H
07	<i>Isotoma viridis</i>	X	-	H
08	<i>Isotoma sp.</i>	-	-	N/A
09	<i>Isotomiella minor</i>	X	X	E
10	<i>Isotomurus maculatus</i>	-	X	H
11	<i>Isotomurus sp.</i>	-	-	N/A
12	<i>Parisotoma notabilis</i>	X	X	H
13	<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	X	X	H
14	<i>Proisotoma minuta</i>	X	X	H
15	<i>Tetracanthella pilosa</i>	X	X	H
16	<i>Tetracanthella sp.</i>	X	X	N/A
	<b>2. Tomoceridae</b>			
17	<i>Tomocerus minor</i>	X	-	H
	<b>3. Entomobryidae</b>			
18	<i>Entomobrya multifasciata</i>	X	-	H
19	<i>Entomobrya sp.</i>	-	-	N/A
20	<i>Heteromurus major</i>	X	X	A
21	<i>Heteromurus tetrophtalmus</i>	-	X	H
22	<i>Lepidocyrtus cf apicalis (nsp?)</i>	X	-	N/A
23	<i>Orchesella quinquefasciata</i>	X	-	A
24	<i>Orchesella villosa</i>	-	-	H
25	<i>Pseudosinella sp.</i>	X	X	N/A
26	<i>Seira domestica</i>	X	-	H

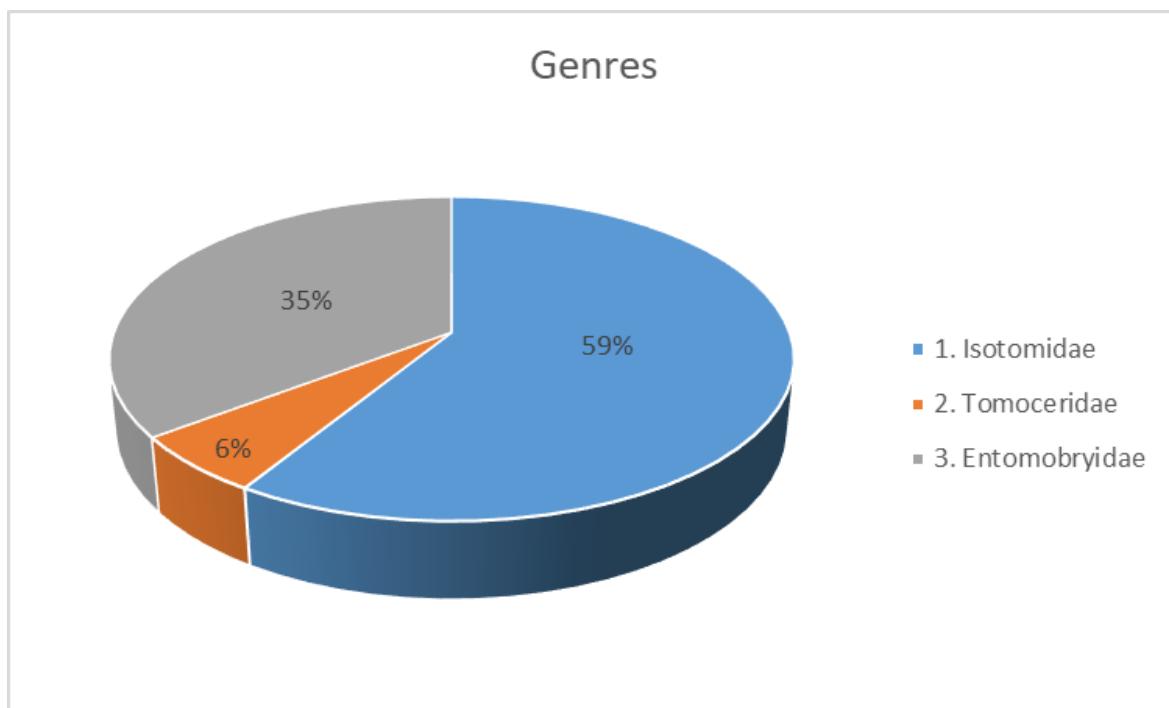
**Abréviations :** X : présent dans la région, - : absent dans la région, E : Euédaphique, H : Hemiédaphique, N/A : non appliqué.

Les résultats consignés dans le tableau 5 montrent la liste des espèces d'entombryomorphes récoltées et identifiées dans la région d'étude. La présence ou l'absence de ces espèces dans les deux régions où les collemboles sont le plus étudiés en Algérie est donnée (Fig. 13).



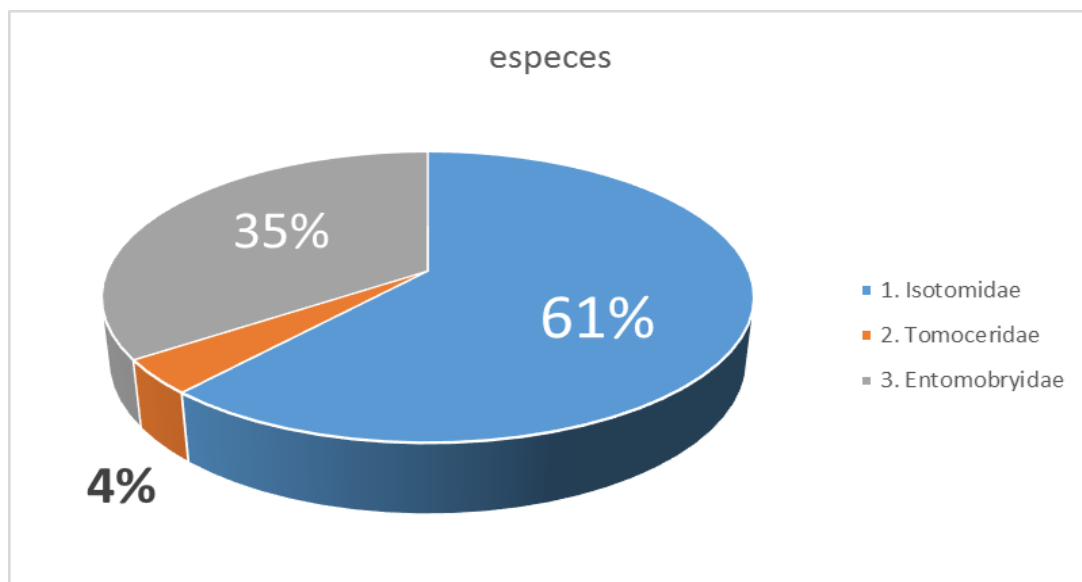
**Figure 13.** Fréquences absolues des genres et espèces récoltés

La figure 13 illustre les fréquences absolues, genres et espèces récoltés pour l'ordre Entomobryomorpha est représenté par 03 familles, 17 genres et 26 espèces. La famille **Isotomidae** est représentée par 10 genres et 16 espèces. Elle est suivi par la famille **Entomobryidae** est représenté par 6 genres et 9 espèces et la famille de **Tomoceridae** est représenter par 1 genre et 1 espèce.



**Figure 14.** Proportions en pourcentage (%) des différents genres récoltés.

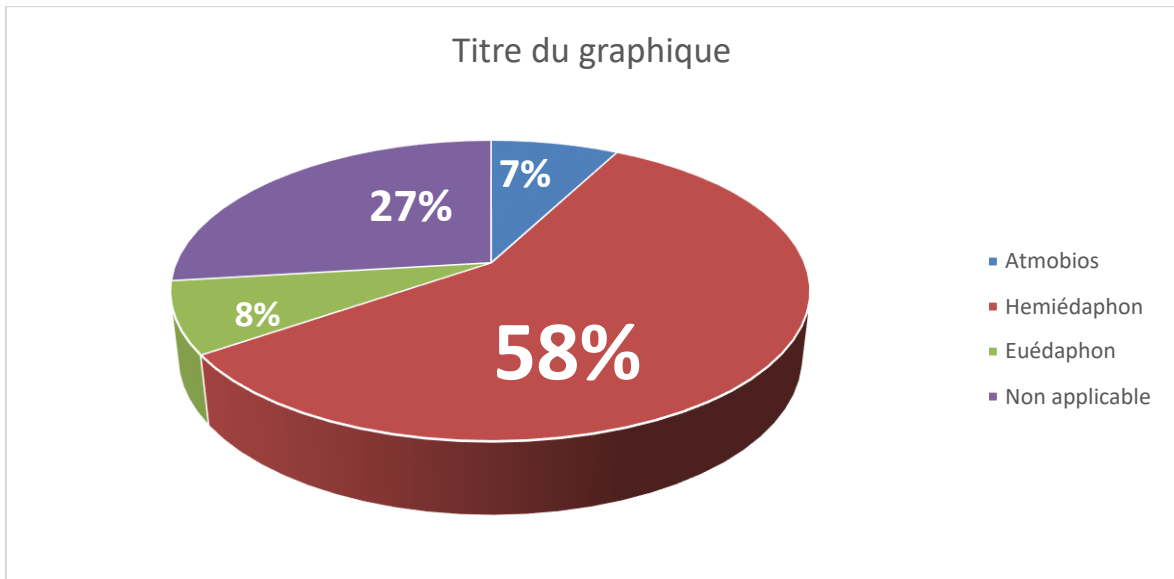
La famille des **Istomidae** est le mieux représenté avec 59% des genres récoltés, les **Entomobryidae** représentent 35%, les **Tomoceridae** 06%.



**Figure 15.** Proportions en pourcentage (%) de différentes espèces récoltées.

La famille des **Istomidae** est le mieux représenté avec 61% des espèces récoltées, les **Entomobryidae** représentent 35%, les **Tomoceridae** 04%

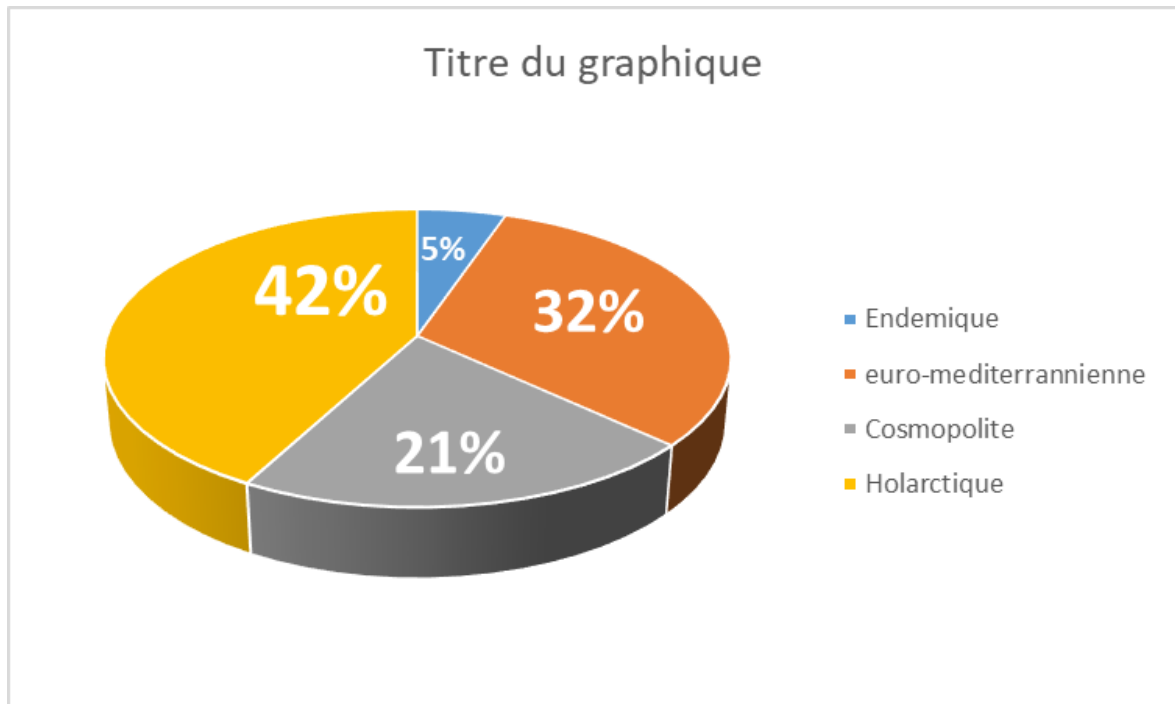




**Figure 16.** Proportions du type d'adaptation morphologique des espèces récoltées.

La figure 16 illustre la proportion en pourcentage des espèces récoltées en fonction de leur adaptation morpho-écologique. L'hémiédaphon est le mieux représenté avec 15 espèces (58%) suivi par les espèces appartenant à l'euédaphon avec 2 espèces (8%). L'atmobios est représenté par 2 espèces, soit (7%). Les formes non identifiées jusqu'au niveau de l'espèce sont au nombre de 7, soit (27%).

Nous représentons dans la figure 17 les proportions de l'appartenance biogéographique des espèces de collemboles récoltées dans les différentes localités. 42% sont holarctique. 32% sont euro-méditerranéennes, 05% sont endémiques, 21% sont cosmopolites.



**Figure 17.** Proportions de l'appartenance biogéographique des espèces récoltées

## 2. Etude taxonomique

### 2.1. Famille : Isotomidae

#### - *Folsomia penicula* Bagnall, 1939

**La description.** – Taille 1,6 mm. Couleur blanchâtre avec une pigmentation noire tachetée dispersée sur tout le corps, taches oculaires distinctes. Corps mince, cylindrique. Ocelli 2+2, but posterior pair small. PAO étroit, légèrement plus long que la largeur de ant.1. Face ventrale de l'ant.1 avec deux microsensilles apicales et une basale, face dorsale avec deux. Ant.2 avec une sensille latéro-apicale sétacée et deux microsensilles basales (ventrales/dorsales). Ant.3 en position latéro-apicale avec une sensille en forme d'épine uniquement. Ant.4 avec 4–5 sensilles courbes légèrement épaissies. Soies prélabrales 4. Tête avec 4 + 4 soies postlabiales. Maxillaire très semblable à celui de spinosa (Fig. 28M). Macrochaeta sur le corps long, macrochaeta M1 sur abd.4–6 mesure 3,0–3,5 aussi longtemps que la longueur interne de la dernière griffe. Microsensilla sur th.2–abd.3 distribuée en 11/111. Macrosensille supérieure sur abd.1–3 en position médio-tergale. Macrosensille sur abd.4–6 comme chez spinosa (Fig. 28H), avec sensille postérieure inférieure élargie. Thorax sans soies ventrales. Tube ventral avec 5+5 soies distales et 6–7 soies postérieures. Griffes

avec une paire de dents latérales près de la base, unguiculus seulement la moitié de la longueur du bord interne de la griffe. Manubrium avec 15–20 soies antérieures, 3+3 rangées inapicales (Fig. 28O). Posterior sideas Fig. 28N. Dens à 4 soies postérieures.

**- *Folsomia quadrioculata* (Tullberg, 1871)**

**La description.** – Taille jusqu'à 2,0 mm, sexuellement mature à partir d'environ 1,0 mm. Prêteur de forme de corps, cylindrique. Ocelles 2 + 2, PAO étroites, allongées (Fig. 25B). Pigmentation gris brunâtre, d'intensité variable. Taches oculaires plus foncées. Des spécimens blancs non pigmentés peuvent apparaître. Ant.1 avec deux sensilles ventroapicales. Sensille sétacée latéro-apicale présente sur la fourmi.2. Ant.3 avec une sensille en forme d'épine latéro-apicale, la sensille sétacée étant absente. Un microsensille dorso-basal dressé est présent sur ant.3. Ant.4 avec de nombreuses sensilles courbées et pointues qui ne sont que modérément épaissies. Soies prélabrales 4. Partie centrale du champ frontoclypéal avec jusqu'à 10 soies ou plus (chez les grands spécimens). Maxilla comme Fig. 26, lamelles avec des marginalciliations fortes et incurvées. Lam.1 avec une frange subapicale régulière de cils en plus des marginaux. Lam.6 avec un râteau apical de très longs cils grossiers et une rangée transversale régulière de cils près de la base. La partie centrale avec 2–3 rangées irrégulières de cils. Palpe maxillaire bifurqué, 4 sous-lobés. Tête avec 4–5 soies de chaque côté le long de la ligne ventrale. Corps avec de longues macrochètes dressées qui sont lisses. Sur abd.4–6 soies, M1 est environ 3 fois (2,5–4,5) plus longue que le bord interne de la dernière griffe. De plus, la couverture végétale générale des poils est composée de soies longues et grossières, en particulier celles des rangées p des tergites. Macrosensilla distribuée sous la forme 43/2228 (Fig. 25E). Sensille médiane de th.2–abd.3 devant le p-row, sur th.2 encore plus proche du a-row que du p-row. Mésothorax avec la sensille du coin postérieur placée légèrement en avant de la rangée p (Fig. 17D). Sur abd.4–6 les sensilles S1–3 sont courtes et sétacées, S4–6 sont longues et sétacées, tandis que S7–8 sont courtes et légèrement épineuses (cf. Fig. 21B). Thorax sans soies ventrales. Tube ventral avec 3+3 soies distales et 6–8 soies postérieures. Furca comme Fig. 25D, F, tanières généralement avec 8 soies sur le côté antérieur et 3 soies sur le côté postérieur (la partie médiane uniquement avec une soie intérieure). Manubrium à 1+1 soies ventroapicales. Face postérieure comme Fig. 25D, avec seulement 11 sièges et 3+3 dans la partie basale. La soie apicale (ap) est parfois doublée. Les macrochètes latérales (L1, L2) sont absentes. Groupe proximal uniquement avec les soies primaires 1+1. Le faible nombre de soies est dû à la

quasi-absence de néochétose au cours du développement post-embryonnaire. Dans les stades après le juvénile de 1er stade, seules les soies ap0 et l2 sont ajoutées. Tibiotarsi avec des soies supplémentaires dans la partie basale. Griffes simples, sans dents. Mâles présents.

**- *Folsomides angularis* (Axelson, 1905)**

**La description.** – Forme du corps comme Fig. 40B, taille jusqu'à 0,6 mm. Blanc, à l'exception des 5+5 ocelles foncés. PAO et yeux comme Fig. 40F. Champ frontoclypéal à 3 soies. Maxilla comme Fig. 40D, toutes les lamelles plus courtes que le capitule à 3 dents. Lam.1–5 avec une ciliation plutôt grossière le long des bords, pas de denticules sur la face interne. Lam.6 avec une ciliation faible le long du bord antérieur et quelques denticules derrière. Répartition des sensilles comme Fig. 40A. Les deux sensilles inférieures sur abd.5 plus épaisses que les deux supérieures. La sensille supérieure abd.4 située à distance des macrochètes (Fig. 40J). Rétinaculum à 4+4 dents et une soie. Furca comme Fig. 40K, tanières avec 3 soies dorsales et une soie ventrale. Une variation asymétrique du nombre de soies peut se produire. Mucro à 2 dents.

**- *Folsomides parvulus* Stach, 1922**

**La description.** – Forme du corps très longue et tubulaire, taille jusqu'à 0,9 mm. Abd.5–6 prolongé (Fig. 40H). PAO allongé étroit. Ocelles 2+2 (Fig. 40G). Taches blanches et sombres uniquement sous les ocelles. Champ frontoclypéal et maxillaire comme chez les espèces précédentes. Macrochètes bien développées, également sur les segments abdominaux antérieurs. Deux paires inférieures de sensilles sur abd.5 pas plus épaisses que les paires supérieures. La sensille supérieure abd.4 située près des macrochètes (Fig. 40I). Rétinaculum à 3+3 dents, sans soie. Furca avec des tanières longues et minces qui n'ont que 3 soies dorsales, pas de ventrale (Fig. 40L). Mucro à deux dents. Seules les femelles sont visibles. Les échantillons nordiques semblent toujours avoir 2 + 2 ocelles. Dans d'autres populations, des individus avec 1+1 ocelles peuvent apparaître (Fjellberg, 1992).

**- *Isotoma viridis* Bourlet, 1839**

**La description.** – Couleur variable, généralement verdâtre. Petits individus pâles, faiblement pigmentés. Grands individus souvent plus foncés, bruns ou rougeâtres. Bords postérieurs des tergites souvent assombris. Antennes avec un équipement sensillaire normal. Tous les segments avec de nombreuses sensilles ressemblant à des cheveux.

Sensilles dressées présentes chez les mâles et femelles. Ant.4 avec pin-seta subapical bifurqué. Organite subapical petit, dans une fosse. Bord du labrum comme Fig. 67D, plis latéraux plus grands que la paire médiane. Champ basomédian de labium avec plus de 10 soies chez les grands individus. Maxillaire comme Fig. 67A. Lam.4–5 similaire à lam.2–3. Pilosité terrestre sur la face dorsale de la tête et les tergites notamment "doubles" avec des soies longues et courtes. Soies les plus longues et macrochètes dentelées. Macrochètes médianes sur abd.5 plus de deux fois plus longues que le tergite. Épines ventroapicales sur manubrium simple (Fig. 67F). Macrochètes manubriales dorsales A plus courtes que B (Fig. 67C). Partie basale des tanières avec 2 macrochètes dorsales. Mucro généralement avec une quatrième dent minuscule sur le bord ventral (Fig. 67E). Le juvénile de 1er stade avec 1+1 soies manubriales ventroapicales (comme Fig. 59L).

**- *Isotomiella minor* (Schäffer, 1896)**

**La description.** – Taille jusqu'à 1,1 mm. Blanc, yeux et organe post-antennaire absents. Forme du corps comme un *Isotoma* typique (Fig. 34A). Ant.1 avec deux sensilles ventroapicales (une agrandie, Fig. 34D), environ 18 soies ordinaires et deux microsoies basales (dorsale, ventrale). Ant.2 avec de nombreuses soies ordinaires et deux microsoies basales (ventrale, dorsale), sans sensille. L'organe sensoriel de l'ant.3 se compose de deux sensilles minces, librement exposées, flanquées de longues soies de garde, et de deux sensilles courtes ventrolatérales (Fig. 34E). Ant.4 avec de nombreuses sensilles minces incurvées et un groupe distinct de généralement 6 sensilles apicales épaisses en position dorsolatérale. L'organe apical de l'ant.4 se compose d'une courte sensille droite et d'un long sensoriel incurvé

**cheveux** (Fig. 34J). Apex d'ant.4 pointu, sans papilles apicales. Labre à trois rangées de 544 soies, dont les quatre antérieures sont élargies en forme d'épines. Bord antérieur du labrum avec 4 papilles fines et recourbées vers l'arrière (Fig. 34H). Soies prélabrales 4. Champ frontoclypéal à 6 soies. Palpe labial avec une soie complète de papilles et de soies de garde. Sensille terminale des papilles A et B à pointe émoussée. Soies proximales 3, champs basaux avec 4+5 soies. Tête avec 3 soies postlabiales. Palpe maxillaire bifurqué, à 4 poils sublobés. Mandibules fortes, de forme normale. Capitule maxillaire à 3 dents solides. Lamelles maxillaires 1–5 avec de longs cils marginaux seulement, pas de champs denticulés. Lam.6 très réduit (Fig.34I). Tête, thorax et les deux premiers segments dominants avec un système

dorsal élaboré de canaux tégumentaires ramifiés qui se connectent à la face ventrale du corps et aux parties coxales des pattes. Couverture générale des poils forts, avec des soies lisses. Macrochètes longues, grossièrement dentelées (1+1 dans les coins antérieurs de th.2–3, 3+3 sur abd.1–4, nombres plus élevés sur les segments fusionnés de abd.5–6). De plus, certaines des soies ordinaires les plus longues des abd.4–6 et les parties basales des pattes sont dentelées. Nombre de sensilles dorsales réduites dans la partie antérieure du corps, correspondant à la formule 22/00135 (Fig. 34B). Pas de microsensille. Abd.5–6 fusionné, une des sensilles élargie (Fig. 34C). Face ventrale du thorax sans soies. Tube ventral de chaque côté avec 3–4 soies frontales et 4–5 soies latéroapicales. Dos avec 4–5 soies. Rétinaculum à 4+4 dents et une soie. Furca long et mince. Manubrium généralement à 10 soies ventrales (Fig. 34G). Épaississement manbrial émoussé. Dens longs, annelés. Dorsalsidewith6setaeinthebasal 1/3 only. Face ventrale avec de nombreuses soies, poils distaux prolongés. Mucro à 3 dents, sans soies latérales (Fig. 34F). Tibiotarsi avec 7 soies distales (soies en T absentes). Poils de Tenent non développés. Griffes et unguiculi simples, non dentés. Mâles non observés.

**- *Isotomurus maculatus* (Schäffer, 1896)**

**La description.** – Taille jusqu'à 1,1 mm. Blanc, yeux et organe post-antennaire absents. Forme du corps comme un *Isotoma* typique (Fig. 34A). Ant.1 avec deux sensilles ventroapicales (une agrandie, Fig. 34D), environ 18 soies ordinaires et deux microsoies basales (dorsale, ventrale). Ant.2 avec de nombreuses soies ordinaires et deux microsoies basales (ventrale, dorsale), sans sensille. L'organe sensoriel de l'ant.3 se compose de deux sensilles minces, librement exposées, flanquées de longues soies de garde, et de deux sensilles courtes ventrolatérales (Fig. 34E). Ant.4 avec de nombreuses sensilles minces incurvées et un groupe distinct de généralement 6 sensilles apicales épaisses en position dorsolatérale. L'organe apical de l'ant.4 se compose d'une courte sensille droite et d'un long sensoriel incurvé

**cheveux** (Fig. 34J). Apex d'ant.4 pointu, sans papilles apicales. Labre à trois rangées de 544 soies, dont les quatre antérieures sont élargies en forme d'épines. Bord antérieur du labrum avec 4 papilles fines et recourbées vers l'arrière (Fig. 34H). Soies prélabrales 4. Champ frontoclypéal à 6 soies. Palpe labial avec une soie complète de papilles et de soies de garde. Sensille terminale des papilles A et B à pointe émoussée. Soies proximales 3,

champs basaux avec 4+5 soies. Tête avec 3 soies postlabiales. Palpe maxillaire bifurqué, à 4 poils sublobés. Mandibules fortes, de forme normale. Capitule maxillaire à 3 dents solides. Lamelles maxillaires 1–5 avec de longs cils marginaux seulement, pas de champs denticulés. Lam.6 très réduit (Fig.34I). Tête, thorax et les deux premiers segments dominiaux avec un système dorsal élaboré de canaux tégumentaires ramifiés qui se connectent à la face ventrale du corps et aux parties coxales des pattes. Couverture générale des poils forts, avec des soies lisses. Macrochètes longues, grossièrement dentelées (1+1 dans les coins antérieurs de th.2–3, 3+3 sur abd.1–4, nombres plus élevés sur les segments fusionnés de abd.5–6). De plus, certaines des soies ordinaires les plus longues des abd.4–6 et les parties basales des pattes sont dentelées. Nombre de sensilles dorsales réduites dans la partie antérieure du corps, correspondant à la formule 22/00135 (Fig. 34B). Pas de microsensille. Abd.5–6 fusionné, une des sensilles élargie (Fig. 34C). Face ventrale du thorax sans soies. Tube ventral de chaque côté avec 3–4 soies frontales et 4–5 soies latéroapicales. Dos avec 4–5 soies. Rétinaculum à 4+4 dents et une soie. Furca long et mince. Manubrium généralement à 10 soies ventrales (Fig. 34G). Épaississement manubrial émoussé. Dens longs, annelés. Dorsal side with 6 setae in the basal 1/3 only. Face ventrale avec de nombreuses soies, poils distaux prolongés. Mucro à 3 dents, sans soies latérales (Fig. 34F). Tibiotarsi avec 7 soies distales (soies en T absentes). Poils de Tenent non développés. Griffes et unguiculi simples, non dentés. Mâles non observés..

**- *Parisotoma notabilis* (Schäffer, 1896)**

**La description.** – Taille jusqu'à 1,1 mm. Blanc, yeux et organe post-antennaire absents. Forme du corps comme un *Isotoma* typique (Fig. 34A). Ant.1 avec deux sensilles ventroapicales (une agrandie, Fig. 34D), environ 18 soies ordinaires et deux microsoies basales (dorsale, ventrale). Ant.2 avec de nombreuses soies ordinaires et deux microsoies basales (ventrale, dorsale), sans sensille. L'organe sensoriel de l'ant.3 se compose de deux sensilles minces, librement exposées, flanquées de longues soies de garde, et de deux sensilles courtes ventrolatérales (Fig. 34E). Ant.4 avec de nombreuses sensilles minces incurvées et un groupe distinct de généralement 6 sensilles apicales épaisses en position dorsolatérale. L'organe apical de l'ant.4 se compose d'une courte sensille droite et d'un long sensoriel incurvé

**cheveux** (Fig. 34J). Apex d'ant.4 pointu, sans papilles apicales. Labre à trois rangées de 544 soies, dont les quatre antérieures sont élargies en forme d'épines. Bord antérieur du labrum avec 4 papilles fines et recourbées vers l'arrière (Fig. 34H). Soies prélabrales 4. Champ frontoclypéal à 6 soies. Palpe labial avec une soie complète de papilles et de soies de garde. Sensille terminale des papilles A et B à pointe émoussée. Soies proximales 3, champs basaux avec 4+5 soies. Tête avec 3 soies postlabiales. Palpe maxillaire bifurqué, à 4 poils sublobés. Mandibules fortes, de forme normale. Capitule maxillaire à 3 dents solides. Lamelles maxillaires 1–5 avec de longs cils marginaux seulement, pas de champs denticulés. Lam.6 très réduit (Fig.34I). Tête, thorax et les deux premiers segments dorsaux avec un système dorsal élaboré de canaux tégumentaires ramifiés qui se connectent à la face ventrale du corps et aux parties coxales des pattes. Couverture générale des poils forts, avec des soies lisses. Macrochètes longues, grossièrement dentelées (1+1 dans les coins antérieurs de th.2–3, 3+3 sur abd.1–4, nombres plus élevés sur les segments fusionnés de abd.5–6). De plus, certaines des soies ordinaires les plus longues des abd.4–6 et les parties basales des pattes sont dentelées. Nombre de sensilles dorsales réduites dans la partie antérieure du corps, correspondant à la formule 22/00135 (Fig. 34B). Pas de microsensille. Abd.5–6 fusionné, une des sensilles élargie (Fig. 34C). Face ventrale du thorax sans soies. Tube ventral de chaque côté avec 3–4 soies frontales et 4–5 soies latéroapicales. Dos avec 4–5 soies. Rétinaculum à 4+4 dents et une soie. Furca long et mince. Manubrium généralement à 10 soies ventrales (Fig. 34G). Épaississement manbrial émoussé. Dens longs, annelés. Dorsal side with 6 setae in the basal 1/3 only. Face ventrale avec de nombreuses soies, poils distaux prolongés. Mucro à 3 dents, sans soies latérales (Fig. 34F). Tibiotarsi avec 7 soies distales (soies en T absentes). Poils de Tenent non développés. Griffes et unguiculi simples, non dentés. Mâles non observés.

**- *Proctostephanus sanctiaugustini* Cassagnau, 1963**

**Diagnose:** Longueur 1 mm. Couleur bleu-vert. Tégument lisse à très finement réticulé ou grenu, sans aucun grain tégumentaire. Soies de longueur moyenne formant un revêtement uniforme dense. Soies au bord postérieur de chaque segment dont quelques unes sont plus longues sur Abd.5 et 6. Soie sensorielle courte et mousse à l'apex à l'angle postérieur des segments post-céphaliques. 8+8 cornéules subégales. OPA oval égal à 2-2,5 fois le diamètre des cornéules les plus proches. Soies sensorielles d'Ant.IV peu différenciées. Organe antennaire III typique. Il existe en plus un organite sensoriel court sur la face



inférieure d'Ant.III. Pièces buccales broyeuses. Griffes et appendice empodial simples. Il y a 2 ergots peu différenciés, légèrement plus courts que la crête interne de la griffe. Tube ventral pourvu de 5+5 soies, rarement 6+6. Rétinacle portant 3+3 dents (parfois 4+4) et généralement une seule soie sur le corps. Furca courte, comparable à celle de *P.stuckenie*, mais avec seulement 2 soies dorsales à la dens. Mucron bidenté, mal séparé de l'extrémité de la dens. Manubrium portant 20 soies dorsales et 1 paire de soies ventrales en position distale. Les rapports mesurés entre: - Griffe de Patte 3 / ergot / appendice empodial = 16 / 13 / 8. - Opa / manubrium / dens / mucron = 12 / 30 / 17 / 9. Plaque génito-anale bien individualisés. Couronne chitineuse portant 9 à 10 dents périphériques; son disque parfois dépourvu de dents en présente en général 7 à 10. Cette espèce se distingue des autres espèces connues du genre, par son tégument lisse, le nombre de soies dorsales de la dens et la structure de la couronne anale.

**- *Proisotoma minuta* (Tullberg, 1871)**

**Diagnose:** Longueur 1,1 mm. Couleur gris tacheté, yeux noirs. Longues soies différenciées sur tous les tergites abdominaux. Opa en ellipse large, non resserré, 3-4 fois plus long qu'un œil. Huit yeux de chaque côté, dont un groupe de 4 disposés en carré à l'avant. Griffes sans dents. Soie sensorielle des tibiotarses pointue, parfois capitée. Tenaculum avec 4+4 dents et 1 grosse soie. Manubrium à l'avant avec 1 paire de grosses soies. Dens avec 6 soies à l'avant, avec 3 soies basales à l'arrière et avec 1 paire au centre et 1 subapicale. Environ 8 annélations sur chaque dent

**- *Tetracanthella pilosa* Schött, 1891**

**Diagnose:** Longueur: 0,8 à 1,1 mm. Coloration: gris foncé, y compris les antennes. Plaques dorsales alvéolaires, de la dimension d'une ambase de mésochète, jusqu'à 5 ou fois plus grandes sur Abd.IV; couloirs profonds; pas de plage lisse. Mésochètes dorsaux assez courts à assez longs à l'arrière d'Abd.IV, non regressés dans la zone axiale des tergites; macrochètes assez courts à moyens, droits parfois capités. 8+8 cornéules. Soie s' d'ant.iii absente chez le mâle. Quatre soies prélabrales, lobe externe de la maxille avec 1 poil sublobal. Cinq soies pp entre l'axe et pc3 à l'arrière de la tête. Soie frontale présente. Revêtement des tergites abondant. Chétotaxie axiale 12, 8 / 4, 4, 6. Macrochétaxie: 2 / 2, 2 / 2, 2, 2. Sternite de Th.III sans soie. Coxa I avec 1 soie externe. Tibiotarses avec 1, 2, 2 ergots dorsaux capités et 1, 1, 0 ergots ventraux non ou faiblement capités. Soie x du tibiotarse III

non épaissies en bâtonnets chez le mâle. Appendice empodial réduit. Rétinacle à 3+3 dents et 1 soie au corpus. Subcoxa furcal antérieure avec 5–6 soies, postérieure avec 4 soies. Manubrium à 10 – 12 + 10 – 12 soies dorsales. Dens longue ou assez longue munie de 3 soies dorsales et 1 soie ventrale subapicale. Mucron bidenté. Epines anales assez courtes, parallèles, sur de petites papilles.

## 2.2. Famille : Tomoceridae

### - *Tomocerus minor* (Lubbock, 1862)

**La description.** – Taille du corps jusqu'à 4 mm. Couleur de fond blanchâtre, avec une pigmentation grisâtre variable dans la partie antérieure du corps (Pl. 11 : 3). Champ frontoclypéal nettement foncé, rouge bleuté. Tibiotarsi plus foncé que les fémurs, rouge bleuâtre. Antennes plus courtes que le corps. Maxillaire (Fig. 94F) avec lam.1 étroit, portant un petit champ de denticules derrière la ciliation apicale. Lam.2 avec une seule rangée de longs râteaux en plus d'un champ proximal de denticules. Lam.5 sans projection proximale. Distribution des soies sur le labium comme Fig. 93C, champ basolatéral uniquement avec le jeu standard de 5 soies. Chétotaxie dorsale (juvénile) du thorax et de l'abdomen comme Fig. 93J. Trichobothria distribué comme 21/00120. Dens avec 3 épines fourchues comme Fig. 94H. Mucro avec 5–7 dents sur la lamelle dorsale externe, dent basale externe avec une petite dent secondaire (Fig. 93E). Griffes à 4–6 dents intérieures.

## 2.3. Famille : Entomobryidae

### - *Entomobrya multifasciata* (Tullberg, 1871)

**La description.** – Taille jusqu'à 1,5 mm. Modèle de couleur comme Pl. 5 : 2, pigmentation bleutée, couleur de fond blanche. La caractéristique est les étroites bandes postérieures pointues sur th.2–abd.1 qui ne sont pas ou seulement reliées de manière diffuse aux bandes latérales, les deux taches latérales triangulaires sur la bande postérieure de abd.2–3, la bande postérieure pointue de abd. 3 qui se connecte latéralement avec la bande latérale d'abd.4, la large bande transversale en zigzag d'abd.4 qui n'est connectée que de manière diffuse avec les taches postérieures du segment. Rarement, les éléments médians peuvent fusionner et former une figure en forme de V dans la nivalis. Ocelles G et H légèrement plus petits que E et F. Papilles labrales avec de petites saillies. Maxillaire comme. Ampoule apicale de l'antenne variable, bilobée ou simple. Dents latérales des

griffes presque au niveau de la paire de dents internes. Bord ventral de l'unguiculus lisse. Abd.3 avec deux macrochètes devant le trichobothrium médian

**- *Heteromurus major* (Moniez, 1889)**

**Diagnose:** Longueur: 3 mm. Coloration: jaunâtre avec un pigment violet diffus, écailles brun fumeux dans l'alcool. Deux yeux de chaque côté, zones oculaires noires. Les 3 derniers articles antennaires sont violets. Face interne du tibiotarse III avec seulement 1 soie lisse sur la face subapicale. Soie sensorielle des tibiotarses élargie en forme de spatule à l'extrémité. Partie non annelée de la dens 5-10 fois plus longue que le mucron

**- *Orchesella quinquefasciata* (Bourlet, 1842)**

Longueur: 5 mm. Coloration: fond jaune à brun clair; pigment brun à violet. Antennes avec 2 bandes foncées sur les articles proximaux, articles distaux clairs jusqu'aux extrémités. Se distingue des autres espèces du même genre par des bandes longitudinales dorso-latérales de Abd. II et III convergeant vers l'arrière.

**- *Orchesella villosa* (von Linné, 1767)**

**Diagnose:** Longueur: 5 mm. Coloration: fond jaune à brun clair; pigment brun à violet. Antennes avec 2 bandes foncées sur les articles proximaux, articles distaux clairs jusqu'aux extrémités. Se distingue des autres espèces du même genre par des bandes longitudinales dorso-latérales de Abd. II et III convergeant vers l'arrière

### **3. Discussion**

Pendant les 20 dernières années, de 2003 jusqu'à ce jour, la connaissance de la biodiversité des sols d'Algérie a fait plus de progrès que durant tout le siècle précédent. Les Collembolés groupe d'hexapodes le plus diversifié dans les milieux terrestres où ils jouent un rôle essentiel dans le cycle de la matière organique ont fait l'objet d'intenses prospections grâce à l'importante contribution apportée par Hamra Kroua (2005).

L'objectif de ce travail est d'approfondir nos connaissances sur la biodiversité des Collembolés entomobryomorpha dans la wilaya de Jijel et d'enrichir l'inventaire de la faune collembologique du pays. Ce travail préliminaire constituerait l'ébauche d'un projet d'avenir afin de combler les lacunes qui continuent à marquer le patrimoine de la

richesse biologique de notre pays et pourrait éveiller la curiosité d'autres chercheurs et les inciter à porter davantage d'attention pour l'étude de ces Arthropodes.

Nous avons trouvé dans la région de Jijel 26 espèces dont 16 sont de la famille Isotomidae. En comparaison entre la zone de Jijel et Collo et Edough, nous avons observé que la zone de Collo n'est pas disponible dans quatre espèces (*Folsomides angularis*, *Isotomurus maculatus*, *Isotomurus maculatus*, *Isotomurus sp*) par rapport à la wilaya de Jijel et la zone d'Edough n'est pas disponible dans 8 types de espèces (*Folsomia penicula*, *Folsomia quadrioculata*, *Folsomides angularis*, *Folsomides parvulus*, *Folsomides sp*, *Isotoma viridis*, *Isotoma sp*, *Isotomurus sp*) Disponible dans Jijel. Est en a trouvé une seule espèce (*Tomocerus minor*) dans la famille Tomoceridae nous avons observé que la région de Collo est disponible et dans la zone d'Edough n'est pas disponible. Est dans la dernière famille entomobryidae on a trouvé 9 espèces dans notre région (Jijel), par rapport à Jijel nous avons observé que la zone de Collo n'est pas disponible dans 3 espèces par rapport à Jijel (*Entomobrya sp*, *Heteromurus tetrophtalmus*, *Orchesella villosa*) et la zone d'Edough n'est pas disponible de la plus par des espèces est sont (*Entomobrya multifasciata*, *Entomobrya sp*, *Lepidocyrtus cf apicalis*, *Orchesella quinquefasciata*, *Orchesella villosa*, *Seira domestica*) par rapport à Jijel.

# Conclusion

## **Conclusion**

Un total de 26 espèces a été identifié dans la wilaya de Jijel appartenant à l'ordre Entomobryomorpha. Elles se répartissent sur 3 familles et 17 genres de collemboles connus.

Toutes les espèces identifiées sont déjà signalées en Algérie dans différentes localités du pays. La faune rencontrée est composée d'espèces à large répartition et cosmopolites.

Cette étude constitue un premier élément de base pour une meilleure connaissance de la faune collembologique de la wilaya de Jijel. Cependant la liste obtenue ne reflète pas la diversité réelle des localités d'étude. Les résultats faunistiques obtenus par ce travail nous permettent d'ouvrir de grandes perspectives pour une meilleure connaissance de ce groupe zoologique.

Plusieurs indices donnent à penser que nous n'avons récoltés qu'une petite proportion de la faune collembologique de la localité d'étude. Tout d'abord, la prospection est restée limitée à quelques stations. Ensuite, les biotopes échantillonnés ne représentent qu'une petite partie des habitats existants. Enfin la proportion des espèces encore non identifiées est très importante.

Le présent travail, quoique préliminaire, ouvre de larges perspectives pour la connaissance de la biodiversité de la faune collembologique de cette région du pays encore inconnue.

# **Références bibliographiques**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A -

**Absolon, K.**, (1913). - Ube reine neue subterrane Collembole *Acherontiella onychiuriformis* n.g., n.sp. aus den Höhlen Algiers. Arch. Zool. Exp. gén. (Notes et Revues), t. 51, p. 1-7.

**Adams, E.C.G. et Salmon, J.T.**, (1972). - The mouthparts and feeding methods of *Brachystomella parvula* (Schaeffer) (Collembola: Brachystomellidae). Trans. R. ent. Soc. Lond. 124 (3) : 269-286.

**Aissat, L.**, (2012). - Evaluation et caractérisation de la faune des milieux insulaire de la région de Jijel. Mémoire de Magister, Analyse de l'environnement et biodiversité, Université Abderrahmane Mira de Béjaia, 157p.

**Ait Mouloud, S.**, (2011). - Biodiversité et distribution des collemboles dans l'écotone eau-sol forestier dans la mare d'Aghrib et dans la tourbière d'El-Kala. Thèse de Magister en Sciences Biologiques. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 115 p.

**Ait Mouloud, S., Lek-Ang, S., Deharveng, L.**, (2007). - Fine scale changes in biodiversity in a soil - water ecotone: Collembola in two peat-bogs of Kabylia (Algeria). Vie et milieu - Life and environment, 57 (3): 149-157.

**Altner, H. et Thies, G.**, (1973). - A functional unit consisting of an eversible gland with neurosecretory innervation and a proprioceptor derived from a complex sensillum in an insect. Zeitschrift für Zellforschung und Mikroskopische Anatomie, 145, 503-19.

**Amri, C.**, (2006). - Les Collemboles de quelques habitats et biotopes de l'est algérien : Inventaire et dynamique saisonnière. Thèse de Magister en Entomologie. Université Mentouri, Constantine. 108 p.

**Arbea, J.I., Brahim Bounab, H. et Hamra Kroua, S.** (2013).- Collembola Poduromorpha from Guelma Province (Northeastern Algeria), with description of a new *Superodontella* species (Collembola: Odontellidae). Zootaxa 3709 (2): 177–184.

**Arbea, J.I., Brahim Bounab, H. et Hamra Kroua, S.**, (2013). - Collembola Poduromorpha from Guelma Province (Northeastern Algeria), with description of a new *Superodontella* species (Collembola: Odontellidae). Zootaxa 3709 (2) : 177–184.



**- B -**

**Baquero, E., Hamra Kroua, S. et Jordana R.,** 2009. A new species of Entomobrya from North Algeria (Collembola: Entomobrya). Entomol. News. 120 (1): 65-75.

**Baquero, E., Hamra Kroua, S., and Jordana, R.,** (2009). - New species of entomobrya from northern algeria (collembola: entomobryidae). Entomological news, vol.120, n°1.

**Bellinger, P.F., Christiansen, K.A. et Janssens, F.,** (1996-2022). - Checklist of the Collembola of the World. <http://www.collembola.org>. Consulté le 16 avril 2022.

**Bendjaballah, M.,** (2019). - Biodiversité des microarthropodes litéricoles (Hexapoda : Collembola) de quelques localités du Nord-Est algérien. Thèse De Doctorat : Univ.Mentouri,Constantine, 31-40 p.

**Betsch, J.M.,** (1980). - Éléments pour une monographie des Collemboles Symphypléones (Hexapodes, Aptérygotes)., Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Nouvelle Série, Série A, Zoologie, Tome 116, p.1-227.

**Betsch, J.M.,** (1990). - Le comportement reproducteur des Collemboles. Insectes N°77, OPIE –INRA.

**Börner, C.,** (1903). -Über neue Altweltliche Collembolen, nebst Bemerkungen zur Systematik der Isotominen und Entomobryinen. Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin 3: 129-182. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.29866>

**Boucena, R. et Noui, R.,** (2021). - Etat des connaissances sur la diversité et l'appartenance biogéographique des collemboles du Nord-Est Algérien. Mémoire de Master, Université Metori Constantine, 15p.

**Bouseba, C. et Lekikot, A.,** (2017). - La biodiversité des collemboles des habitats urbains et semi urbains de la Région de Constantine. Mémoire de Master. Biologie de contrôle et population d'insectes. Université des frères Mentouri, Constantine 1. 85p.

**Brachen, M. et Adjeroud, A.,** (2011). - Etude géologique et géotechnique du POS N°1 d'El Aouana, Wilaya de Jijel (Algérie). Mémoire de Master ; Génie g2ologique, université de Jijel, 65p.

**Brahim Bounab, H., Zoughailech, A. et Hamra Kroua S.,** (2014). - The Collembola Poduromorpha Families: Neanuridae and Odontellidae of some localities of Northeastern Algeria. *Sciences et Technologie C.* 39 : 40-45.

**Brahim Bounab, H. Bendjaballah, M. and Hamra Kroua, S.,** (2017). - Some Poduromorpha (Hexapoda: Collembola) of Northeastern Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 5 (4) : 966-971.

**Brahim Bounab, H.,** (2016). - Les Collemboles (Hexapoda : Collembola) de quelques localités du Nord-est algérien : Taxonomie et Appartenance Biogéographique. Thèse de Doctorat 3eme Cycle en Biologie Animale. Université Frères Mentouri, Constantine. 229p.

**Brahim Bounab, H., Zoughailech, A., Hamra Kroua, S.,** (2014). - THE Collembola poduromorpha FAMILIES: NEANURIDAE AND ODONTELLIDAE OF SOME LOCALITIES OF NORTHEASTERN ALGERIA. *Sciences et Technologie C.* 39 : 40-45.

**Bretfeld, G.,** (1997). - Redescription and new descriptions of Sphaeridia species (Insecta, Collembola) from Algeria, Gambia, Peru, and Spain. *Abh. Ber. Naturkundemus, Gorlitz* 69, 3: 1-14.

**Bretfeld, G.,** (2001). - Symphypleona from Northwest and West Africa collected in the years, 1979-1986, by Johans Mertens, *Gent. Senckenbergiana biologica*, 80, 87-131.

- C -

**Cassagnau, P.,** (1990). - Des hexapodes vieux de 400 millions d'années : les Collemboles : Biologie et évolution ; 2. Biogéographie et écologie. *Rév. Année biologique* 29 (1) :1-69.

**Cassagnau, P.,** (1974). – Chétotaxie et phylogénèse chez les Collemboles Poduromorphes. *Iième Symp. Intern. Apt., Jevany. Pedobiologia* 14 : 300-312.

**Cassagnau, P.** (1963).- Les Collemboles d'Afrique du Nord avec une étude de quelques espèces du Nord-Constantinois. *Bul. Soc. Hist Nat. Toulouse.* 95 (1-2), 197-206.

**Cassagnau, P.** (1971).- Le spermatophore des Collemboles Neanuridae. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 8, 609-616.

**- D -**

**Deharveng, L.,** (1983). - Morphologie évolutive des Collemboles Neanuridae, en particulier de la lignée Néanurienne. Trav. Lab. Ecobiol. Arthr. Edaph. Toulouse 4 (2).

**Deharveng, L., Ait Mouloud, S., et Bedos, A.,** (2015). - A new species of Deutonura (Collembola: Neanuridae: Neanurinae) from Algeria, with revised diagnosis of the genus and key to western Palaearctic species. Zootaxa 4000 (4) : 464–472.

**Deharveng, L., Hamra-Kroua, S. et Bedos A.,** 2007. Edoughnura rara n.gen., n.sp., an enigmatic genus of Neanurinae Collembola from the Edough Massif (Algeria). Zootaxa 1652: 57-61.

**Deharveng L., Hamra-Kroua S. et Jordana R.,** (2004). -The Neanuridae Collembola from the Edough massif (Algeria) XIth International Colloquium on Apterygota, Univ. Rouen Mont Saint Aignon, (France), September 5th to 9th.

**Deharveng, L., Zoughailech A., Hamra-Kroua S. et Porco D.,** (2015). - A new species of Deutonura (Collembola: Neanuridae: Neanurinae) from north-eastern Algeria, and characterisation of two intraspecific lineages by their barcodes. Zootaxa. 3920 (2) : 281–290.

**Delamare Deboutville, C.,** (1953).- Collemboles marins de la zone souterraine humide des sables littoraux. Vie et milieu, 2, 290-319.

**Denis, J.R.,** (1925).- Sur les Collemboles d’Afrique du Nord. Bulletin de la Société d’histoire naturelle d’Afrique du Nord. Tome 6, 254-256.

**Denis, J.R.,** (1935).- Sur les Collemboles de l’Afrique du Nord (2<sup>o</sup>note).Bull.Socent.Fr. 16: 230-233.

**Derradj, L.,** (2014).- Les collemboles (Hexapoda, Arthropoda) Répertoire mondial et national des espèces connues. Mémoire de Master. Biologie, Evolution et contrôle des populations d’insectes. Université des frères Mentouri, Constantine. 81p

**- G -**

**Gama M. M. DA.,** (1969). – Notes taxonomiques et lignées généalogiques de quarante deux espèces du genre *Xenylla*. Memes. Estud. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 308, 1-61

**Goto, H.E.,** (1972). - On the structure and function of the mouthparts of the soil-inhabiting Collembolan *Folsomia candida*. Biological Journal of the linnean Society, 4, 147-68.

**- H -**

**Hamra Kroua, S. et Alatou D.,** (2003). - Les Collemboles du Nord-Est Constantinois. Sciences et Technologie C, Univ.Mentouri Constantine : n° 20, pp 21-24.

**Hamra Kroua, S.,** (2005). - Les Collemboles (Hexapoda, Arthropoda) du Nord-est algérien : Taxonomie, Biogéographie et Ecologie. Thèse de doctorat d'Etat en sciences naturelles. Université Mentouri, Constantine. 266 p.

**Hamra Kroua, S., Jordana, R. et Deharveng, L.,** (2009). - A new Friesea of the mirabilis-group from Algeria (Collembola : Neanuridae, Frieseinae). Zootaxa, 2074: 65-68.

**Handschin, E.,** (1926). - Collembolen aus Algerien. Neue Beitr. Syst. Insektenk. 3 : 117-126.

**Hopkin, S.P.,** (1997). - Biology of the Springtails (Insecta : Collembola). Oxford University Press., 196,1979, p.39-57.

**- J -**

**Jabłońska, A., Szklarzewicz, T., Larink, O., et Biliński, S.,** (1993). - Structure of ovaries in two collembolans, Allacma fusca and Arrhopalites coecus (Hexapoda, Entognatha). Folia Histochemica et Cytobiologica, 31(2), 87-92.

**Janssens F. et dethier M.,** (2005). - Contribution à la connaissance des Collemboles des milieux souterrains de Belgique », Bulletin des Chercheurs de la Wallonie, 44 : 145-165.

**Jordana, R., Arbea, J.I., Simón, C. et Luciññez, M.J.,** (1997). - Fauna Iberica, Collembola Poduromorpha Museo Nacionalde Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Madrid. Vol.8, 807 p.

**Juberthie, C. et Cassagnau, P.,** (1971). - L'évolution du système neurosécréteur chez les Insectes; l'importance des Collemboles et des autres Aptérygotes. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol, 8, 59-80.

**- K -**

**Kuznetsova, N.A. et Potapov, M.B.,** (1988). - New data on the taxonomy of springtails of the family Neanuridae and Odontellidar (Collembola). Moscow state V.I. Lenin Pedagogical Institute. T LXVII, 12: 1833-1844.

**- L -**

**Leblalta, A.,** (2009). - Les Collemboles de la litière du Chêne-vert (*Quercus ilex*) dans le massif forestier de Belezma. Mémoire de Magister ; Entomologie Agricole et Forestière, Batna : Univ. El Hadj Lakhdar, Batna, 4-10 p.

**Lee, B.H. et Thibaut, J.M.,** (1998). - New family gulgastruidae of collembola (Insecta) Based on Morphological, Ecobiological and Molecular Data., Korean J. Biol.Sci. 2,1998,p.451-454.

**Lubbock, J.,** (1873). - Monograph of the Collembola and Thysanura. Ray Society. London. p.1-276.

**Lucas, H.,** (1846). -Aperçu des espèces nouvelles d'insectes qui se trouvent dans nos possessions françaises du Nord de l'Afrique. Rev. Zool., t. 9, pp. 252- 256.

**- M -**

**Massoud, Z.,** (1971).- Un élément caractéristique de la pédofaune : les Collemboles. In : La vie dans les sols, Gauthier –Villars, Pesson (P.), ed., Paris, 337-388.

**Moulai, R. et Aissat, L.,** (2015). - Contribution à l'analyse de diversité entomologique des milieux insulaire de la région de Jijel (Algérie), Entomologie faunistique 2011 (2010) 63 (3), 109- 113p.

**- N -**

**Nicolet, H.,** (1842). - Recherches pour Servir à l'Histoire des Podurelles. Nouv. Mém. Soc. Helvet. Sci. Nat., 6, p.1-88.

**- P -**

**Palissan A. cité par Schweorbel,J. et Zwick,P.,** (2000). - Suwasserfauna von Miteuropa, Band 10 : Insecta.collembola, Spektrum, Akkad. Verlag, p.1-166.

**Pedigo, L.P.** (1967). - Selected life history phenomena of *Lepidocyrtus cyaneus* f. *cinereus* Folsom with reference to grooming and the role of the collophore (Collembola : Entomobryade). Entomological News, 78, 263-7.Pedobiologia 37: 1123-244

**Ponge J.F.,** (1993). - Biocenoses of Collembola in Atlantic temperate grass-land ecosystems.

**- R -**

**Raccaud-Schoeller, J.**, (1980). - Les insectes : physiologie, développements.

**Rusek, J.**, (1987). - New types of linea ventralis in Collembola and its function. In Soil fauna and soil fertility (ed . B.R. Striganova), 699-706. Nauka, Moscow.

**Rusek, J.**, (1998). - Biodiveristy of collembola and their functional role in the ecosystem. 1207-1219. 13p.

**- S -**

**Schliwa, W.**, (1965). - Vergleichend anatomisch-histologische Untersuchungen über die Spermatophorenbildung bei Collembolen (mit Berücksichtigung der Dipluren und Oribatiden)., Zool. Jb. Anat, Bd. 82, 1965, p.445-520.

**Slifer, E.H. et Sekhon, S.S.**, (1978). - Sense organs on the antenna of two species of Collembola (Insecta). Journal of Morphology, 157, 1-20.

**Soto-Adames F.N.**, (1996). - Collembola. Department d'Entomologie, Université de Illinois, 505 S. Googwin Ave. Urbana, Il 61801. <http://www.life.uiuc.edu>

**Stomp, N.**, (1983). - Collemboles cavernicoles d'Afrique du Nord. II (Insecta). Revue suisse de Zoologie, 90 (1) : 191-198.

**- T -**

**Thibaud J.M. et Massoud Z.**, (1973). - Etude de la régression des cornéules chez les insectes Collemboles. Ann. Spéléo., 28 (2), 159-166.

**Thibaud J.M.**, (1970). - Biologie et écologie des Collemboles Hypogastruridae édaphiques et cavernicoles. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Nouvelle Série, Série A, Zoologie, Tome LXI, Fascicule 3, p.83-201.

**Thibaud, J.M.**, (2004). - Synopses on palaeartic collembola: hypogastruridae. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Gorlitz, 75, 1-287.

**Thibaud, J.M.**, (2013). - Essai sur l'état des connaissances de la diversité des collemboles de l'Empire Africano-Malgache. Russian Entomol. J. 22 (4): 233-248.

**Thibaud, J.M. et Massoud, Z.,** (1980). - Etude des Collemboles de certains milieux du Maroc et considérations biogéographiques sur la faune du Maghreb. *Revue Suisse de Zoologie*, 87, 513-48.

**Thibaud, J.M. et Najt, J.,** (1992). - Isotogastruridae, a new family of terrestrial interstitial Collembola from the Lesser Antilles. *Bonner zoologischer Beitrag*, 43(4), 545–551.

**Tiegs O.W.,** (1942). - The 'Dorsal Organ' of Collembolan Embryos., *Quarterly Journal of Microscopical Science*, s2-83, 330, p.153-169.

- U -

**Uemiya, H. et Ando, H.,** (1987). - Embryogenesis of a springtail *Tomocerus ishibashii* (Collembola: Tomoceridae): external morphology. *Journal of Morphology*, 191, 37-48.

- V -

**Verhoef, H.A et Prast, J.E.,** (1989). - Effect of dehydration on osmotic and Ionic Regulation in *Orchesella Cincta* (L) and *Tomocerus Minor* (Lubbock collembola) and (the role of the coelomoduct kidneys). *93 A, N° 4*. 691-694p

- Z -

**Zhang, Z.Q. cite par Zhang, A.Q.,** (2011). - Phylum Arthropoda von siebold, 1848. Animal biodiversity : An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness, *Zootaxa* 3475, 23 Dec.2011, p.99-103.

**Zoughailech, A., Hamra Kroua, S. et Deharveng, L.** (2016). – New species of *Pseudochorutes* (Collembola: Neanuridae) from North Eastern Algeria. *Zootaxa* 41548 (4) : 557- 567.

**Zoughailech, A.,** (2017). - Biodiversité comparée et endémisme des Collemboles (Hexapoda: Collembola) de deux massifs algériens dans un même contexte bioclimatique. Thèse de Doctorat 3eme Cycle en Biologie Animale. Université Frères Mentouri, Constantine. 294p.

**Zoughailech, A., Hamra Kroua, S. et Deharveng, L.,** (2016). - New species of *Pseudachorutes* (Collembola: Neanuridae) from Northeastern Algeria. *Zootaxa*, 4158 (4): 557-568.





Année universitaire : 2021-2022

Présenté par : NEDJAR Wassim  
SAADOUNI Ahmed

## Contribution à la connaissance de la biodiversité des collemboles entomobryomorphes de la wilaya de Jijel

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes

### Résumé

Plusieurs mois de prospection dans différentes localités dans la wilaya de Jijel nous ont permis d'effectuer une série d'échantillonnages dans des milieux édaphiques divers, dans le but d'enrichir nos connaissances sur la faune des collemboles.

De nombreux échantillons (litière, mousse et bois pourri) provenant de localité la wilaya de Jijel sont analysés au laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes. Un effectif total de plus de 13603 individus ont été extraits suite à l'emploi des technique courantes d'extraction des collemboles. Les résultats du dénombrement des individus de collemboles, indiquent que l'ordre des Entomobryomorpha est représenté par 7346 individus, soit 54 %.

Notre étude taxonomique est sur l'ordre Entomobryomorpha révèle la présence d'un total de 26 espèces appartenant à 3 familles et 17 genres.

Du point de vue diversité la plus grande proportion appartient à la famille de Isotomida avec 59 % (16 espèces). La famille de Entomobryidae est représentée par un taux de 35% (9 espèces) et les Tomoceridae avec seulement 6% (1 espèces).

La diversité biologique du pays demeure encore mal connue et les résultats obtenus ne reflètent pas la diversité d'un territoire aussi vaste et diversifié que l'Algérie ce qui nécessite d'élargir la prospection à d'autres région habitats et structures géologiques.

**Mots-clefs :** Biodiversité, Collemboles, Entomobryomorpha, Jijel

### Laboratoires de recherche :

Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes (Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Encadreur :** BENDJABALLAH Mohamed (MAB - UFMC 1).

**Examineur 1 :** HAMRA KROUA Salah (Professeur - UFMC 1).

**Examineur 2 :** BRAHIM BOUNAB Hayette (MCA - UFMC 1).