

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      كلية علوم الطبيعة والحياة      Département de Biologie  
قسم بيولوجيا الحيوان      Animale

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 l'étude des Collemboles urbains et semi-urbains dans deux wilaya s Constantine et Mila**

---

Présenté par : OUAHCHI Warda

Le 21/06/2023

BENTALEB Fadhila

Jury d'évaluation :

Président du jury :	HAMRA KROUA Salah	(Prof - UFMC 1).
Encadrant:	BRAHIM BOUNAB Hayette	(MCA -UFMC 1).
Examineur :	BENDJABALLAH Mohamed	(MCB -UFMC 1).

Année universitaire  
2022- 2023

# *Remerciements*

*Avant tout nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la patience  
et le courage durant toutes les années d'études*

*Nous souhaitons exprimer nos remerciements à Madame Dr "BRAHIM BOUNAB Hayette",  
Notre encadreur pour accepter de diriger ce travail.*

*Un grand remerciement aux membres du jury : Monsieur le professeur "HAMRA KROUA  
Salah" pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire qu'il trouve ici l'expression de nos  
profonds reconnaissances.*

*Nous adressons toutes nos gratitudees à Mr BENDJABALLAHMOHAMED pour avoir accepté  
d'examiner ce travail, aussi pour son aide, sa gentillesse et ses orientations.*

*Nous voudrions profiter de cette occasion pour remercier tous nos professeurs pour les  
conseils et les connaissances données au cours de nos années universitaires.*

*Enfin, nous remercions également toutes les personnes qui ont participé, à titre  
professionnel ou personnel, à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Je dédie modeste travail*

*À mes chers parents Ali et Belferoum Jouina, source de vie, d'amour et d'affection*

*À mes frères, mes sœurs et leurs enfants*

*Un grand et spécial merci à ceux qui m'accompagnent dans l'obtention de diplôme, mon mari  
et mon soutien " Khaled Taibeche "*

*À ma belle-famille Taibeche*

*À mon binôme Ouahchi Warda et toutes les amis : Chiraz, Lyna, Wissem et Rokia.*

*Fadhila*

# Dédicaces

*Après que la louange soit à Dieu, et que la prière et la paix soient sur Son Saint Messager*

*Je dédie ce mémoire à mon cher père, qui m'a donné tout l'amour et la tendresse, les sacrifices et le soutien tout au long de mon parcours universitaire jusqu'à la remise de diplôme*

*A ma mère bien-aimée pour ses encouragements et ses prières constantes pour moi, grâce auxquelles j'ai atteint mon objectif*

*A ma chère sœur et mon cher frère pour leur soutien moral*

*A mon fiancé que je remercie pour son soutien constant et ses conseils*

*A mon binôme Bentaleb Fadhila, qui a été pour moi un exemple de persévérance et de diligence pour réussir*

*A mes amis, qui je souhaite plein succès dans leur vie, merci à tous.*

*Warda*

# Sommaires

Introduction.....	01
<b>Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les Collemboles.</b>	
<b>1- Morphologie des collemboles.....</b>	<b>02</b>
1.1-la tête.....	03
1.2-Le thorax.....	03
1.3-L'abdomen.....	03
<b>2- Anatomie interne.....</b>	<b>04</b>
2.1-Système digestif.....	04
2.2-Letégument.....	05
2.3-Le système nerveux.....	05
2.4-Le système respiratoire.....	06
2.5-Le système circulatoire.....	06
2.6-Le système musculaire.....	07
2.7-Le système endocrinien.....	07
2.8-Le système excréteur.....	07
<b>3- La reproduction et Développement .....</b>	<b>08</b>
3.1-La reproduction.....	08
3.2-L'appareil génital et cycle sexuel femelles.....	08
3.3-L'appareil génital mâle.....	09
3.4-Les œufs.....	09
3.5-La fécondation.....	10

<b>3.6-Le développement .....</b>	<b>10</b>
<b>3.6.1--Développement embryonnaire.....</b>	<b>10</b>
<b>3.6.2- Le développement post – embryonnaire.....</b>	<b>11</b>
<b>4-Ecologie des collemboles .....</b>	<b>11</b>
<b>4.1-Habitat et mode de vie.....</b>	<b>11</b>
<b>4.2-La nutrition des collemboles.....</b>	<b>11</b>
<b>4.3-Rôles écologique des collemboles.....</b>	<b>12</b>
<b>4.4-Prédateurs et parasites.....</b>	<b>12</b>
<b>5-Adaptations des collemboles.....</b>	<b>12</b>
<b>5.1- Adaptation morphologiques.....</b>	<b>12</b>
<b>5.2- Adaptations physiologiques aux milieux extrêmes.....</b>	<b>13</b>
<b>5.2.1-Adaptation au froid.....</b>	<b>13</b>
<b>5.2.2- Adaptation à la dessiccation ou l'anhydrobiose.....</b>	<b>13</b>
<b>5.2.3-Adaptation à l'inondation.....</b>	<b>13</b>
<b>6-Influence des factures du milieu sur la vie des collemboles.....</b>	<b>14</b>
<b>6.1- Humidité.....</b>	<b>14</b>
<b>6.2- La température.....</b>	<b>14</b>
<b>6.3- La lumière.....</b>	<b>14</b>
<b>7- Classification des collemboles.....</b>	<b>15</b>
<b>7.1-Position au sein du règne animal.....</b>	<b>15</b>
<b>7.2-Taxonomie des collemboles.....</b>	<b>15</b>
<b>7. 3-Ordres etfamilles.....</b>	<b>16</b>

<b>8. Les collemboles d'Algérie.....</b>	<b>17</b>
--	-----------

## **Chapitre 2 : Présentation de la localité d'étude et méthodologie**

<b>1. Présentation de la localité d'étude.....</b>	<b>20</b>
--	-----------

<b>1.1-Localité du la wilaya de Constantine.....</b>	<b>20</b>
--	-----------

<b>1.1.1- Climat .....</b>	<b>21</b>
----------------------------	-----------

<b>1.1.2-Précipitation.....</b>	<b>21</b>
---------------------------------	-----------

<b>1.1.3-Relief.....</b>	<b>22</b>
--------------------------	-----------

<b>1.2-El Khroub.....</b>	<b>22</b>
---------------------------	-----------

<b>1.3-Oued Seguin.....</b>	<b>23</b>
-----------------------------	-----------

<b>2-Techniques de récolte des échantillons.....</b>	<b>23</b>
--	-----------

<b>2.1-Extraction.....</b>	<b>24</b>
----------------------------	-----------

<b>2.2-Extraction des collemboles.....</b>	<b>25</b>
--	-----------

<b>2.3-Tri et dénombrement.....</b>	<b>25</b>
-------------------------------------	-----------

<b>2.4-Identification des collemboles.....</b>	<b>26</b>
--	-----------

<b>2.4.1-Fixation.....</b>	<b>27</b>
----------------------------	-----------

<b>2.4.2- Eclaircissement.....</b>	<b>27</b>
------------------------------------	-----------

<b>2.4.3-Montage et conservation.....</b>	<b>27</b>
---	-----------

<b>2.5-Clé des ordres .....</b>	<b>28</b>
---------------------------------	-----------

## **Chapitre III: Résultats et discussion**

<b>1. Composition faunistique.....</b>	<b>31</b>
--	-----------

<b>2. Etude statistique.....</b>	<b>36</b>
----------------------------------	-----------

<b>2. 1-Abondances des ordres de Collemboles.....</b>	<b>36</b>
---	-----------

<b>2.1.1-Bounouara.....</b>	<b>36</b>
-----------------------------	-----------

<b>2.1.2-Boussouf.....</b>	<b>36</b>
<b>2.1.3-Ouesd Seguin.....</b>	<b>37</b>
<b>3. Discussion.....</b>	<b>41</b>
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>45</b>
<b>Références Bibliographiques .....</b>	<b>46</b>

## **Liste des tableaux**

<b>Tableaux 01 : le nombre d'espèces appartenant aux différentes familles formant un ordre donné.....</b>	<b>16</b>
<b>Tableaux 02 : Liste des espèces des collemboles identifiées dans les différentes localités....</b>	<b>31</b>



# Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Aspects de différents types morphologiques des Collemboles.....	<b>02</b>
<b>Figure 2 :</b> Morphologie externe d'un collembole.....	<b>04</b>
<b>Figure 3 :</b> Système digestif d'un collembole (Bellinger & al. 2014) .....	<b>05</b>
<b>Figure 4 :</b> Système nerveux de <i>Smynturus signatus</i> (Allacmafusca) d'après Nicolet, 1842 .....	<b>06</b>
<b>Figure 5 :</b> Le système respiratoire (Bellinger & al. 2014) .....	<b>06</b>
<b>Figure 6 :</b> Croquis repris à partir de « Le petit collembole illustré (Sacchi, 2011).....	<b>08</b>
<b>Figure 7 :</b> Quelques spermatophores de collemboles.....	<b>09</b>
<b>Figure 8 :</b> <i>Neanura muscorum</i> (Neanuridae) et sa ponte (Thibaud et D'Haese, 2010) .....	<b>10</b>
<b>Figure 9 :</b> Les quatre ordres de collemboles (Anonyme, 2023) .....	<b>15</b>
<b>Figure 10 :</b> Poduromorphes : (3650 espèces) - Entomobryomorphes : (4445 espèces) .....	<b>17</b>
<b>Figure 11 :</b> Symphypléones : (1302 espèces) - Neelipléones : (62 espèces).....	<b>17</b>
<b>Figure 12 :</b> Carte du Nord-est Algérien avec les localités de récoltes (Carte Originale).....	<b>20</b>
<b>Figure 13 :</b> Point de récolte de la localité Boussouf (Google maps,2023).....	<b>21</b>
<b>Figure 14 :</b> Point de récolte de la localité d'El Khroub. (Google maps,2023).....	<b>22</b>
<b>Figure 15 :</b> Point de récolte de la localité d'Oued Seguin (Google maps,2023).....	<b>23</b>
<b>Figure 16 :</b> Habitat échantillonné dans localité d'étude.(photos original).....	<b>24</b>
<b>Figure 17 :</b> Extraction des collemboles par la méthode sèche. (Appareil de Bérlesse- Tullgren).....	<b>25</b>
<b>Figure 18 :</b> Loupe binoculaire de Marque«Carle zeiss» (photo original).....	<b>26</b>

<b>Figure 19:</b> Brossede Cassagnau(photo original).....	<b>26</b>
<b>Figure20 :</b> Tubes étiquettes (photo original).....	<b>26</b>
<b>Figure 21 :</b> Les ordres des collemboles (Jordana et <i>al.</i> ,1997) .....	<b>30</b>
<b>Figure 22 :</b> Répartition en pourcentage des différents ordres des collemboles identifiés.....	<b>32</b>
<b>Figure 23 :</b> Pourcentage des différentes familles de collemboles identifiés.....	<b>33</b>
<b>Figure 24 :</b> Répartition des collemboles identifiés par localité.....	<b>33</b>
<b>Figure 25 :</b> Répartition en pourcentage des familles de Poduromorpha.....	<b>34</b>
<b>Figure 26 :</b> Proportion des familles d'Entomobryomorpha.....	<b>34</b>
<b>Figure 27 :</b> Proportion des familles De Symphypleona.....	<b>35</b>
<b>Figure 28 :</b> Fréquences absolues des familles, genre et espèces des collemboles.....	<b>35</b>
<b>Figure 29 :</b> Abondance par ordre de Collemboles dans la localité Bounoura.....	<b>36</b>
<b>Figure 30 :</b> Abondance par ordre de Collemboles dans la localité Boussouf.....	<b>37</b>
<b>Figure31 :</b> Abondance par ordre de Collemboles dans la localité Oued Seguin.....	<b>38</b>

## Résumé

Dans le laboratoire de Biosystématique et Écologie des Arthropodes nous avons analysés de nombreux échantillons de la litière prélevés dans quelques habitats urbains et semi urbains des deux régions de Constantine (Bounoura, Boussof) et de la région de Mila (Oued Seguin), Grâce à cette analyse plus de **12597** individus en été extrais, en utilisant des techniques d'extraction des Collemboles (l'appareil de Berlese).

L'inventaire des Collemboles a révélé la présence d'un total de **26** espèces de Collemboles appartenant à **3** ordres ,**8** familles, **22** genres.

Parmi les trois localités prospectées, c'est de Bounoura d'où provient l'essentiel du total récoltés et identifiées, soit **40%** et d'où provient la moitié des Collemboles dénombrés soit **61%** avec **6203** individus, suivi par Boussof avec **30%** soit **3840** individus et Oued Seguin avec **9%** soit **2554** individus.

À travers des résultats du dénombrement des individus de Collemboles indiquant que l'ordre des **Poduromorpha** est le plus abondante dans les trois localités avec une proportion de **46%** avec **7700** individus et le plus diversifiée avec **12** espèces , suivi par **Entomobryomorpha** avec **42%** soit **3723** individus et **11** espèces, **les Symphypleona** avec une proportion de **12%** soit **1174** individus et le moins diversifié avec **3** espèces seulement, les **Neelipleona** sont absents dans nous échantillons.

**Les mots clés :** Milieux urbains, Constantine, Mila, L'inventaire, Collemboles.

## Summary

In the laboratory of Biosystematics and Ecology of Arthropods, numerous samples of litter taken from urban and semi-urban dwellers in two regions of Constantine (Bounoura, Boussof) and the region of Mila (Oued Seguin) were analysed. As a result of this analysis, more than 12597 individuals were extracted, using Collembola extraction techniques (Berlese apparatus).

The Collembola inventory revealed the presence of a total of 26 Collembola species belonging to 3 orders, 8 families and 22 genera.

Of the three localities surveyed, it was Bounoura that accounted for most of the total collected and identified, 40%, and where half of the Collembola counted came from, 61% with 6203 individuals, followed by Boussof with 30% with 3840 individuals and Oued Seguin with 9% with 2554 individuals.

The results of the count of Collembola individuals indicate that the **Poduromorpha** order is the most abundant in the three localities with a proportion of 46% coming from 7700 individuals and the most diversified with 12 species, followed by Entomobryomorpha with 42% coming from 3723 individuals and a diversity of 11 species, **Symphyleona** with a proportion of 12% or 1174 individuals and the least diversified with only 3 species, **Neelipleona** are absent in our samples.

**Key words:** Urban environments , Constantine ,Mila , Inventory , Collmeboles.

## الملخص.

تم تحليل العديد من العينات المأخوذة من الأوساط الحضرية وشبه الحضرية لمنطقتي منقسنطينة (بونوارة، بوصوف) ومنطقة فيميلا (وادي سفن) في مختبر بيولوجيا وإيكولوجيا المفصليات.

بفضل هذا التحليل تم استخراج 12597 فرداً باستخدام تقنيات استخراج الكولومبولا (جهاز Berlese).

كشفت الكولومبولا عن وجود ما مجموعه 26 نوعاً منها تنتمي إلى 3 رتب، 8 عائلات، 22 جنساً.

سمحت التجمعات الثلاثة التي شملها المسح، أنبونوارة التي تبتثرت الجزء الأكبر من إجمالي المحاصيل وتم تحديدها، أي 40 % والتي أتت منها أكثر من نصف الكولومبولا أي 61 % في 6203 أفراد، تليها بوصوف بنسبة 30 % من 3840 فرداً وادي سفن 9 % في 2554 فرداً.

من خلال نتائج إحصاء أفراد الكولومبولا التي تشير إلى أنرتبة Poduromorpha هي الأكثر وفرة في المحليات الثلاثة بنسبة

46 % تأتي من 7700 فرداً الأكثر تنوعاً ب 12 نوعاً، تليها Entomobryomorpha بنسبة 42 % تأتي من 3723 فرداً وتنوع 11

نوعاً، Symphypleona بنسبة 12 % أو 1174 فرداً والأقل تنوعاً مع 3 أنواع فقط، Neelipleona غائبة في عيناتنا.

**كلمات مفتاحية:** الأوساط الحضرية، قسنطينة، ميلا، جرد، كولومبولا.

# **Introduction**

## **Introduction**

Les collemboles (Collembola) sont de petits invertébrés, anciennement représentent le groupe d'Arthropodes, leur apparition remonte au Dévonien, il y a environ 400 Millions d'années, donc bien avant les insectes. Ils ont longtemps été considéré comme des insectes primitifs mais ils sont altérés et ametaboles (c'est-à-dire dépourvus d'ailes et ne passant pas par une phase larvaire). Ils forment aujourd'hui une classe soit le sous-embranchement des Hexapodes, soit dans les Pancrustacea. Ces hexapodes sont le plus diversifié dans les milieux terrestres où jouent un rôle très important dans la restitution au sol de matière organique, dans la dégradation de la litière, certains Collemboles peuvent même servir d'indicateurs de fertilité.

Les études consacrées à la connaissance des Collemboles d'Algérie sont très limitées et Anciennes. Plusieurs études sont réalisées par Lucas (1846 et 1849), qui fut le premier à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. D'autres travaux notamment ceux d'Absolon (1913), Denis (1922- 1925-1935- et 1937) et Handschin (1925, 1926 et 1928) cités par (Thibaud et Massoud, 1980) au début du 20<sup>ème</sup> siècle.

Les travaux les plus proches de nous remontent au milieu du siècle dernier sont réalisés par Cassagnau, (1963) qui travaille sur le nord-Constantinois et signale une liste de 30 espèces de Collemboles dont 21 nouvelles pour l'Afrique du nord et 2 nouvelles pour la science.

Enfin, la meilleure étude réalisée sur les zones humides d'Algérie a été réalisée par Hamra-Kroua (2005) dans le Nord-Est Algérien, qui énumère une liste de 113 espèces dans le constantinois (massif de l'Edough, El Kala, Azzaba, Jijel, Ain M'lila et Constantine) dont 56 sont des citations nouvelles pour l'Algérie et 4 nouvelles pour la Science.

L'objectif de ce travail consiste à faire un inventaire de la faune collombologique et contribuer à la connaissance des caractéristiques de cette faune dans un milieu urbain et semiurbain, pour cela nous avons choisi trois localités, Bounouara, Boussof (Constantine) et Oued Seguin (Mila).

A travers ce travail, nous avons voulu étudier la diversité biologique des collemboles, et ces efforts s'ajoutent aux travaux qui ont été menés précédemment afin d'avoir une bonne connaissance des Collemboles et de découvrir la diversifier de cette faune et d'autres espèces.



# **Chapitre I Données bibliographiques sur les collemboles**



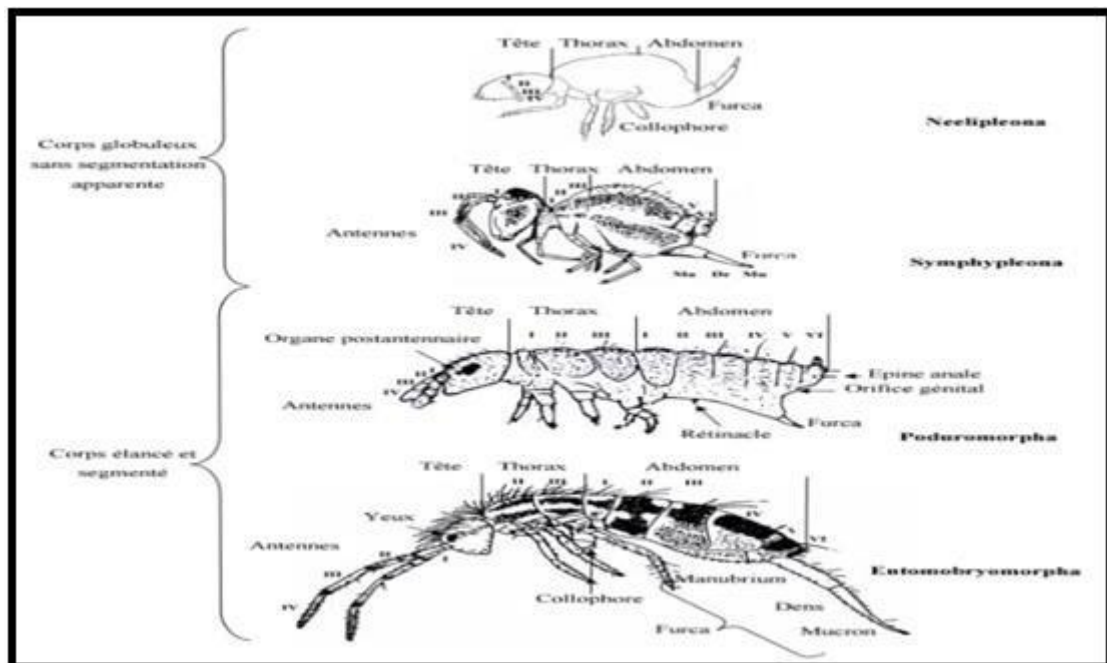
## Chapitre I : Données bibliographiques sur les collemboles

Les Hexapodes (Hexapoda) constituent un sous-embranchement qui regroupe les insectes et d'autres arthropodes à trois paires de pattes (protoures, diploures et collemboles). Les Hexapodes sont composés de trois parties, la tête, le thorax et l'abdomen.

Du grec arthron (articulation) et podos (pied), les arthropodes sont un embranchement d'animaux dont le plan d'organisation est caractérisé par un corps formé de segments dont certains sont munis d'une paire d'appendices articulés et recouverts d'une cuticule ou d'une carapace rigide, qui constitue leur exosquelette, dans la plupart des cas constitué de chitine. Leur mue dite de croissance leur permet, (en remplaçant périodiquement leur squelette externe), de grandir en taille ou d'acquérir de nouveaux organes et pour certains, de changer de forme (mue de métamorphose) (Anonyme, 2023)

### 1- Morphologie des collemboles

Les collemboles sont apparus très tôt au cours de l'histoire évolutive du vivant. Il y a 400 millions d'années donc avant les insectes Ils sont des Aptérygotes de petite taille (0,5 à 8 mm, 1 à 2 mm en moyenne). Les collemboles ont 3 paires de pattes, la tête, Thorax et l'abdomen, leur pièce buccale sont caché à l'intérieur d'une cavité c'est-à-dire ce sont des Entognathes, par ailleurs ils sont sans ailes.



**Figure 1:** Aspects de différents types morphologiques des Collemboles.

### 1.1-la tête

La tête est orthognathe ou prognathe portant une paire d'antennes à 4 articles, Un organe photosensible possède deux groupes de 8 + 8 ommatidies. Entre la base de l'antenne et la tache oculaire, se développe un organe de Tömösvary (organe post - antennaire), Les pièces buccales sont de type entotrophe, La mandibule de type primitif porte une parsapicalis dentée et une pars molaris broyeuse . La maxille contient un lobe externe palpigère et un lobe interne à capitulum apical pourvu d'une griffe et de nombreuses lamelles. Le labium est court L'appareil buccal peut évoluer suivant le régime alimentaire, en particulier par étirement des mandibules, ou même peuvent disparaître, et la transformation du capitulum maxillaire en stylet (régime alimentaire sous forme liquide) (Cassagnu, 1990).

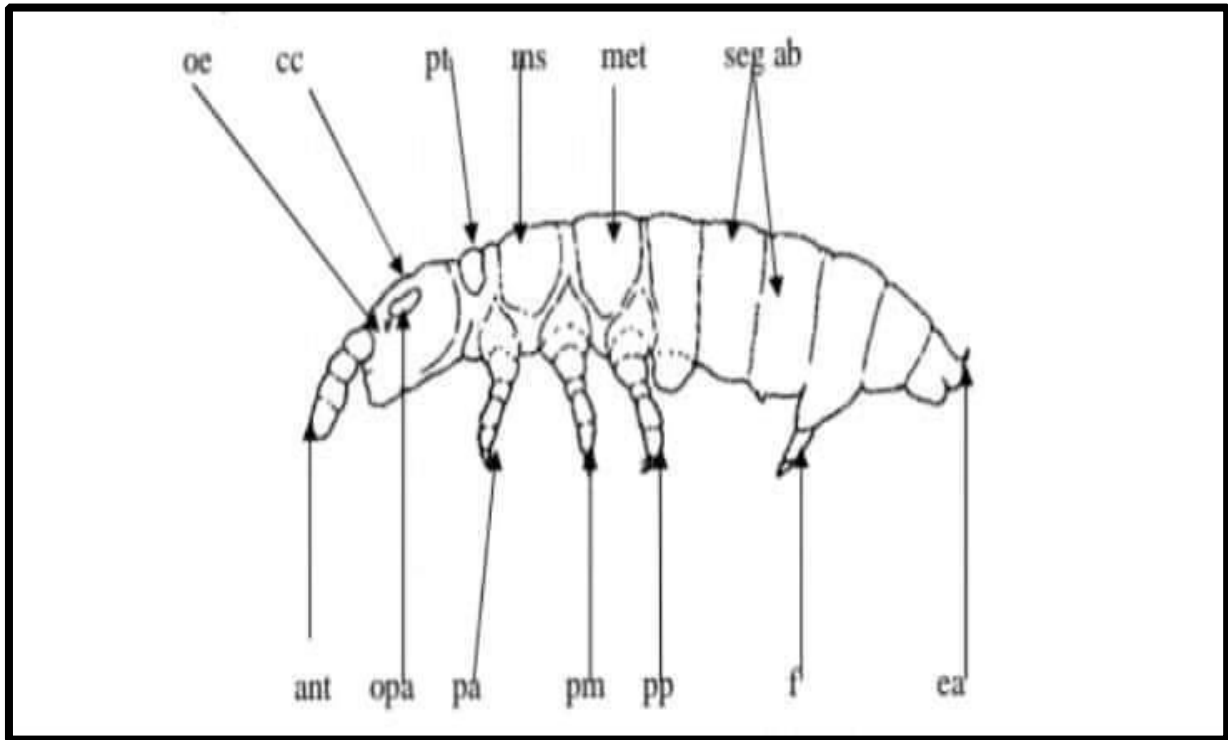
### 1.2-Le thorax

Le thorax possède 3 segments inégaux, le premier toujours plus ou moins réduit (Cassagnu 1990).Les trois paires de pattes ont chacune 6 segments et une griffe : subcoxa 1, subcoxa 2. Coxa, trochanter, fémur et tibiotarse. Les soies du tibiotarse se différencient et se modifient souvent.Les griffes ont une partie supérieure (unguis), et une partie inférieure (unguiculus, appendice empodial) issues d'une section basale (pretarsus) (Fjellberg, 1998).

### 1.3-L'abdomen

L'abdomen est formé de six segments, chez les Arthropleona, les quatre premiers s'assemblent comme les quatre derniers chez les Symphypleona. L'abdomen porte trois organes, très caractéristiques des Collemboles

- Le tube ventral ou colophore, situé sur le premier segment abdominal et peuvent également fonctionner comme un organe adhésif utilisé pour l'autonomie.
- Le rétinacle ou tenaculum est situé sur la face ventrale du troisième segment .utilisé comme dispositif d'accrochage.
- La furca est l'organe sauteur des collemboles, situé sur la face ventrale du quatrième segment (Fjellberg, 1998)



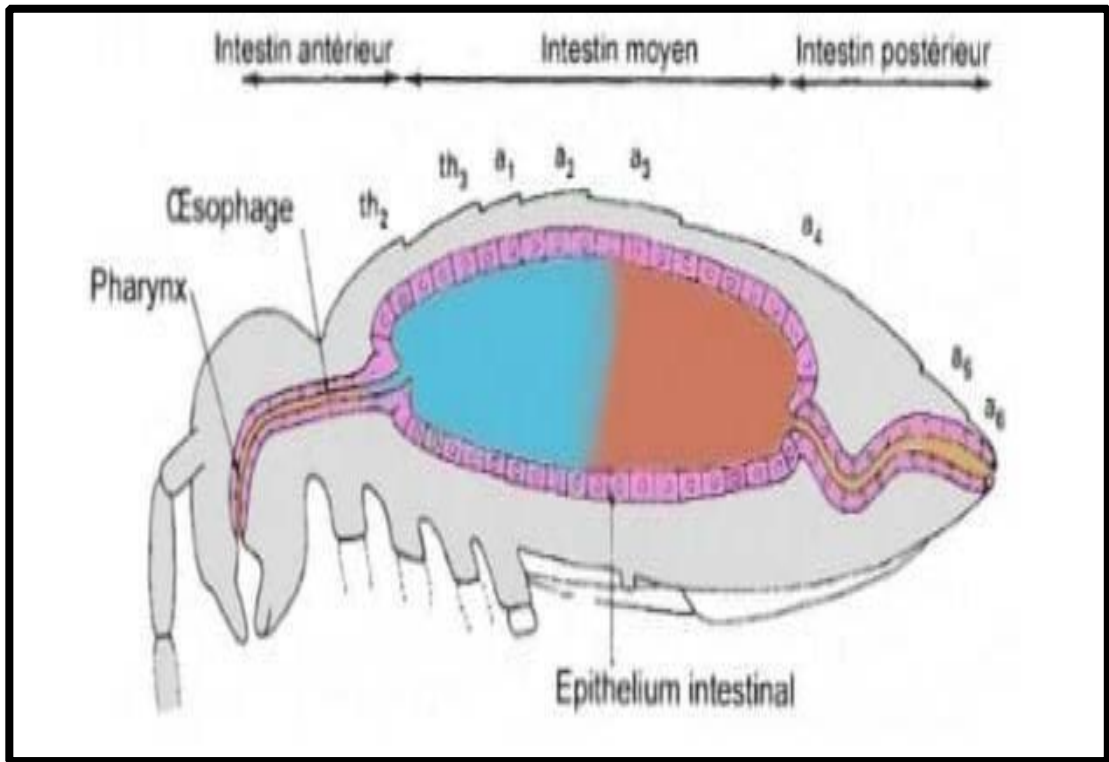
**Figure 2:** Morphologie externe d'un collembole,

c.c. capsule céphalique, pt : prethorax, ms metathorax, seg. ab. : segment abdominal , ant. : antenne , pa. : patte antérieure , pm : patte médiane , pp : patte postérieure , f : furca , ea : épine anale , opa : organe post - antennaire , oe : oeil réduit .

## 2- Anatomie interne

### 2.1-Système digestif

Le système digestif se compose d'un intestin antérieur, d'un intestin moyen et d'un intestin tubulaire postérieur. L'intestin moyen est en contact direct avec la membrane péritonéale sécrétée par les cellules postérieures entre l'intestin antérieur et l'intestin moyen. Quant à l'intestin postérieur et à l'intestin antérieur, ils sont constitués d'invaginations de l'ectoderme embryonnaire et sont tapissés d'épiderme qui se détache à chaque mue. Malgré la présence de petites papilles Malpighi de l'intestin postérieur, les tubules Malpighi sont absents. Les muscles circulaires longitudinaux entourant l'intestin moyen pressent les restes du tube digestif dans l'intestin postérieur par contraction (Hopkin, 1997).



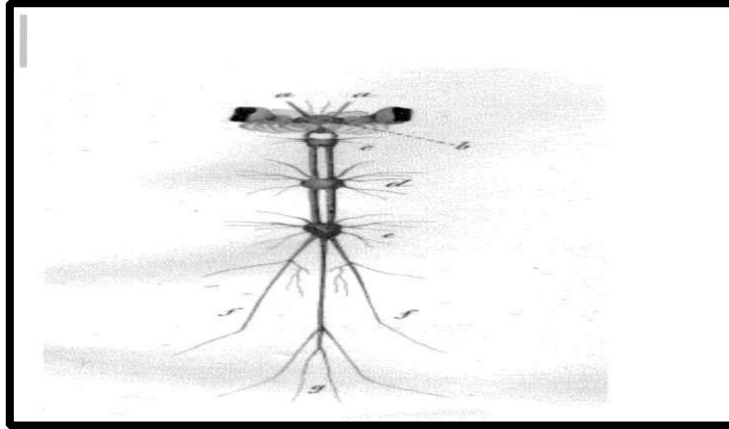
**Figure3** : Système digestif d'un collembole (Bellinger &al. 2014)

## 2.2-Le tégument

Le tégument l'organe le plus grand dans le corps des collemboles, qui est responsable de la réussite des collemboles dans l'environnement terrestre. Le tégument est constitué d'un épiderme intérieur (hypoderme), une seule couche de cellules épidermiques, et une cuticule extérieure, une membrane extracellulaire plus ou moins inertes (Wigglesworth, 1965) cité par Brahim-Bounab (2016). Il porte des ornements ou granulations, organisées en structures primaires et secondaires, d'aspects variés, qui participent à l'existence de propriétés tégumentaires hydrophobes et lipophobes remarquables. Il porte également chez certaines espèces des pores particuliers appelés pseudocelles, capables de sécréter des substances répulsives pour se protéger des attaques de prédateurs. La pigmentation est très variée chez les collemboles : lorsque présente, une grande diversité de couleurs est retrouvée, avec ou sans motifs (Jonathan, 2021).

## 2.3-Le système nerveux

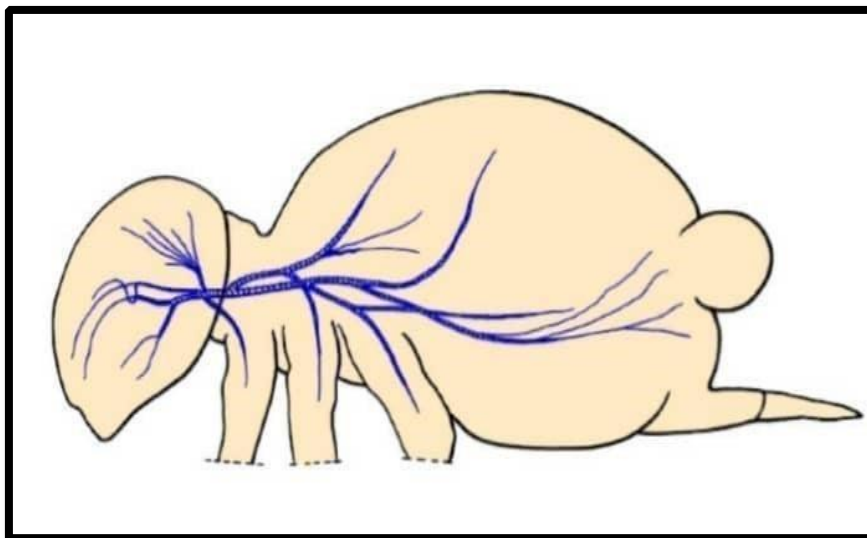
Le système nerveux comprend les ganglions supra- et sous-œsophagiens qui forment le cerveau. Les ganglions ventraux fusionnent avec le ganglion métathoracique, qui s'étend généralement dans la première partie de l'abdomen.



**Figure4** : Système nerveux de *Smynturus signatus* (Allacmafusca) d'après ( Nicolet,1842).

#### 2.4-Le système respiratoire

La plupart des espèces des Collemboles ont une respiration cutanée. Seuls les Actaletidae et la plupart des Symphyléones ont un système respiratoire trachéen (Thibaud et D'Haese, 2010). Chez certains Symphyléones qui possèdent un stigmate collaire et un tronc trachéen arborescent (Cassagnu, 1990).



**Figure5** : Le système respiratoire (Bellinger &al, 2014).

#### 2.5-Le système circulatoire

Les collemboles sont manque d'organes circulatoires qui sont spécialisé pour le pompage du sang dans les antennes (palissa 1991 Cité par Hopkin 1997). La circulation du sang dans la cavité corporelle est entretenue par pulsation (60 à 160 pulsation par minute) du vaisseau sanguin dorsale au cœur (Nicolet, 1842).

### 2.6-Le système musculaire

A la différence des insectes, les collemboles ont à chaque segment thoracique et abdominale comprendre un pair de muscles dorsaux et ventraux longitudinaux. Les deux segments mésothoracique et métathoracique et abdominale en plus munis d'une configuration basique de segmentation, et du muscles est intersegmentaire dorsoventrale latérale. Pour la fonctionnalité le quatrième segment abdominale porte des segments muscles supplémentaires si la furca est présent (Palissa, 2000).

### 2.7-Le système endocrinien

Le système endocrinien (neurosecrétoire) qui est emmagasine et libère les substances de la neurosécrésation, il est content à deux organes céphaliques suboesophagéaux sans cellules sécrétrices, plus primitifchez les Annélides (Juberthie & Cassagnau 1971).

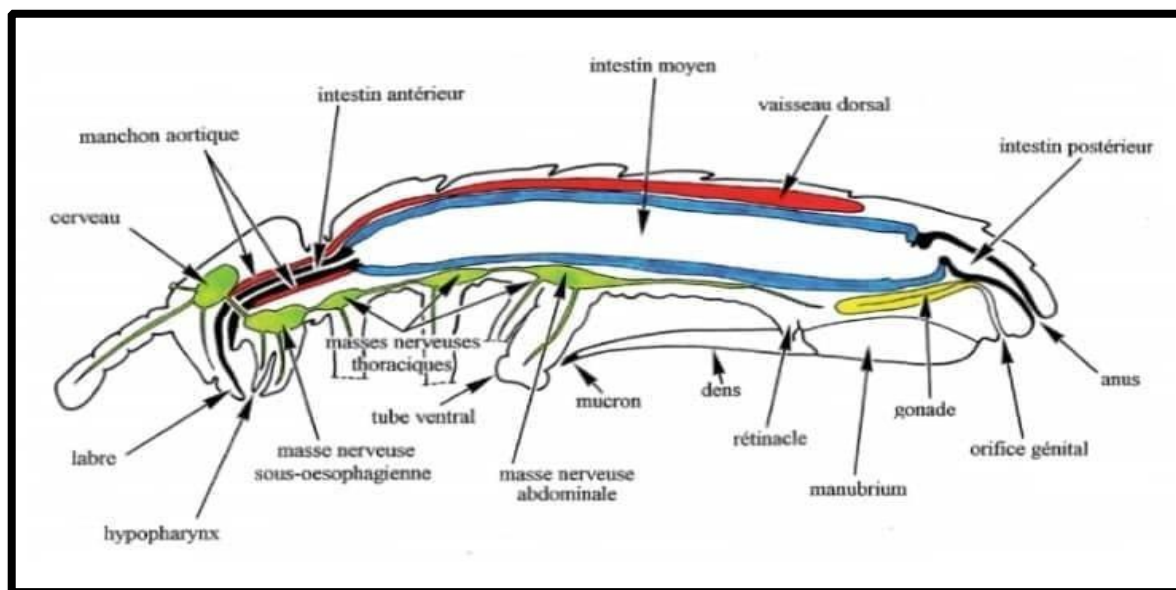
Les cellules neuroglandulaires qui produisent neurohormone situées dans la partie dorsale latéro du protocérébron et dans la pars intercerebralis à la fois du complexe ganglionnaire superoesophagealchez les Neanura, Tomocerus, Orchesella et Bourletiella.

Le groupe des axones des cellules latéro - dorsales protocérébrales et neuroglandulaires est sous forme d'un nerf appelé le nerf corporis cardiacus 1. Les nerfs corporis cardiacus 1 forment un chiasma : les cellules neuroglandulaires gauches sont reliées aux cellules droites et vice versa. Le groupe des axones des cellules intercérébrales neuroglandulaires forme un nerf appelé le nerf corporis cardiacus 2.

### 2.8-Le système excréteur

Chez les Collemboles les glandes labiaux sont très comparables aux glandes antennaires ou reins céphaliques des Crustacés Décapodes, qui ont un rôle excréteur incontestable. Ces glandes ou reins labiaux comprennent un saccule terminal formé d'unépithélium aux cellules aplaties, un labyrinthe, long tube enroulé dont les cellules ont la même caractéristique que les cellules des tubes de Malpighi et un canal évacuateur (Schoeller, 1980).





**Figure 6 :** Croquis repris à partir de « Le petit collembole illustré (Sacchi, 2011).

### 3- La reproduction et Développement

#### 3.1-La reproduction

Chez les collemboles, il y a toujours deux sexes : mâle et femelle. Habituellement, il n'y a pas de différences morphologiques entre les deux sexes, à l'exception de la forme de l'orifice génital.

#### 3.2-L'appareil génital et cycle sexuel femelles

L'appareil génital est composée d'une paire d'ovaires de type méroïstique poly trophique, ventraux latéraux à germarium latéral et externe, de courts oviductes terminaux débouchant au vagin impair qui s'ouvre ventralement sur le 5<sup>ème</sup> sternite au niveau d'une fente génitale transversale. L'ovogenèse a été étudiée par de nombreux auteurs mais Joose et Veltkamp (1970) et Palévody (1976) qui établissent la chronologie la plus exacte du cycle en relation avec le rythme des mues imaginale. Le nombre de cycles de ponte est variable d'une espèce à l'autre, et selon les conditions de vie. Chez les Neanurinae, on n'observe qu'une seule ponte par an. Les Isotomidae, il n'est pas rare d'observer jusqu'à 10 pontes. *Hypogastrura boldorii* n'a qu'une ou deux pontes par an dans la nature, mais une même femelle peut pondre 7 à 8 fois de suite en élevage. Chez les Neanurinae, on n'observe dans la nature ou en élevage qu'une seule ponte par an. Le nombre de pontes et le nombre d'œufs par pontes dépendent en effet de très nombreux facteurs qu'il n'est pas possible d'analyser ici. (Cassagnu, 1990).

### 3.3-L'appareil génital mâle

L'appareil génital mâle est composé d'une paire de testicules à germanium latéral. Un canal déférent qui se développe en vésicule séminale lors de la reproduction, court chez les Arthropléones , long et contourné chez les Symphypléones , aboutit dans l'axe du corps à un ductus ejaculatorius impair à parois épaisses glandulaires(Cassagnu,1990).Le mâle dépose sur le substrat des spermatophores formés d'une gouttelette de sperme portée , le plus souvent , par un pédoncule . La taille de ces spermatophores varie selon les espèces (Thibaud ,2010), long chez les Symphypléones et les Entomobryens subépigés , beaucoup plus réduit chez les Poduromorphes (fig . 7 ) , pratiquement absent chez les *Hypogastrura* et les *Onychiurus*.(Cassagnu,1990).

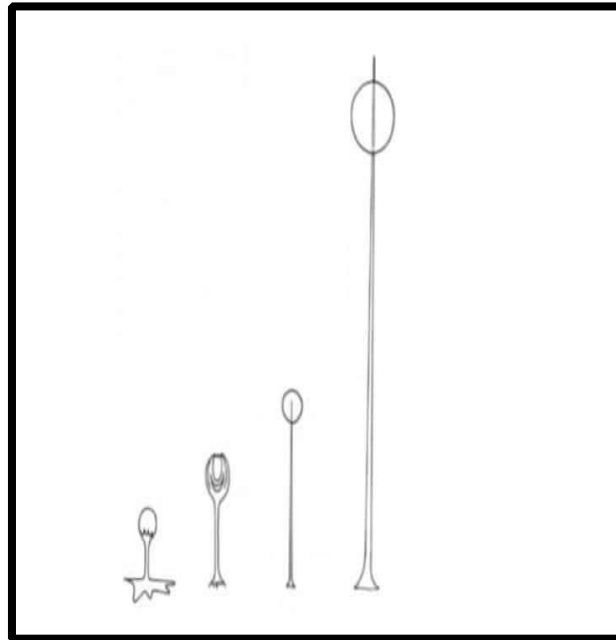


Figure 7 :.Quelque spermatophore de collemboles

### 3.4-Les œufs

Selon Bachelier(1978), Les Collemboles possède des œufs de forme sphériques et apparemment lisses chez les Arthropléones. Les œufs sont déposés soit isolément, soit en paquets plus ou moins étalés et renfermant de 2 à 35 œufs.Le diamètre des œufs varient de 0,10 à 0,30 mm. Ils deviennent du couleur plus foncés au cours de leur développement et leur taille croît avec l'augmentation de l'humidité du milieu.



**Figure 8 :** *Neanura muscorum* (Neanuridae) et sa ponte (Thibaud et D'Haese, 2010)

### 3.5- La fécondation

Chez les collemboles le transfert de sperme indirect, où les mâles déposent des spermatophores pédonculés sur le substrat qui sont ensuite récupérés par les femelles (Fjellberg, 1998). Chez la plupart des espèces le dépôt des spermatophores et la fécondation de la femelle se font au «hasard» (Thibaud et D'Haese, 2010). Pour assurer la reproduction, soit le mâle peut guider la femelle jusqu'au spermatophore, soit pondre à proximité de celle-ci. (L'Erable, 2012).

### 3.6-Le développement

#### 3.6.1-Développement embryonnaire

Chez les collemboles Entomobryomorphes et Symphypléones les œufs sont pondus soit isolément, soit en groupes correspondant à une ponte dans de petites cavités du substrat, soit, chez des espèces à fort effectif en pontes collectives pouvant rassembler plusieurs milliers d'œufs (Isotomidae, Hypogastruridae). Chez les Symphypléones, la tendance vers des modes de vie épigée entraîne l'enrobage des œufs par la femelle à l'aide d'excréments ou de matériel du substrat ayant transité rapidement par le tube digestif (Cassagnu, 1998). Le développement embryonnaire varie selon les espèces et dépend des conditions environnementales et des températures : de 3 jours seulement à 2 mois, mais en générale il faut environ 2 semaines.

### 3.6.2- Le développement post – embryonnaire

Le développement post - embryonnaire des Collemboles est qualifié classiquement de protomorphe et amétabole, le premier stade sortant de l'œuf avec ses 9 segments post - céphaliques définitifs sans possibilité d'anamorphose ultérieure. Les juvéniles des collemboles ressemblent à ce point aux adultes qu'il est souvent possible de déterminer l'espèce dès la naissance. Le nombre d'inter-mues juvéniles varie de 3 à 5 chez les Symphypléones, de 4 à 6 chez les Poduromorphes, de 6 à 7 chez les Isotomidae. La durée du développement postembryonnaire est très variable selon les espèces et les conditions du milieu : de 1 semaine jusqu'à 5 mois, en général de 1 à 2 mois. (Thibaud et D'Haes, 2010).

Il y a Deux catégories de transformations ont été mises en évidence ces dernières années : Des transformations progressives des caractères tégumentaires d'un stade à l'autre, stabilisées au cours de l'ontogenèse et Des transformations réversibles, parfois spectaculaire, qui ne relèvent pas de processus ontogénétiques, mais de déterminismes hormonaux passagers eux - mêmes tributaires des cycles biologiques ou des conditions mésologiques. (Cassagnu, 1998).

## 4-Ecologie des collemboles

### 4.1-Habitat et mode de vie

Les collemboles sont répandus sur toute la terre. Ils vivent au sol, sur l'eau au bord des étangs, en haute montagne, dans les déserts, les grottes et même sous les latitudes polaires. Dans certains habitats, leurs densités atteignent des centaines de millions d'individus par hectare. , en particulier dans les habitats forestiers où elles sont Les feuilles mortes et en décomposition abondent (Cousson, 2019).

La terminologie ainsi créée met l'accent sur ce second aspect, décrivant les espèces comme atmobiontes (vivant au contact de l'air, en surface des parties émergées des végétaux par exemple), héli-édaphiques (en surface du sol ou dans la litière) et eu édaphiques (dans les couches plus profondes du sol) (Christiansen, 1964).

### 4.2-La nutrition des collemboles

La plupart des espèces se nourrissent de microorganismes (champignons, micro- algues terrestres, bactéries), le plus souvent de filaments fongiques. D'autres consomment des organes végétaux morts, ou des déjections d'autres invertébrés. D'autres encore percent les parois des

## Chapitre I : Données bibliographiques sur les collemboles

végétaux et des champignons et aspirent les liquides qu'ils contiennent. Enfin, une très faible proportion est prédatrice de Nématodes, Rotifères, Tardigrades ou d'autres Collemboles. C'est essentiellement via leur activité trophique, c'est - à - dire leur recherche et leur consommation de nourriture, que les Collemboles vont exercer différentes fonctions dans les sols. (Salmon, 2017).

### 4.3-Rôles écologique des collemboles

Les collemboles comptent parmi les insectes les plus communs et les plus nombreux dans le sol. Ils jouent des rôles cruciaux dans cet écosystème en décomposant la matière organique, tant animale que végétale .rappelons que la majorité des Collemboles se nourrissent aux dépens de la microflore du sol (Algues, Bactéries et Champignons) et jouent ainsi un rôle important dans le maintien de l'équilibre de la chaîne alimentaire et, donc, dans l'équilibre des écosystèmes terrestres dans leur ensemble .Ils forment un maillon de la chaîne des décomposeurs du sol. Ce sont aussi des fragmentaires secondaires qui réduisent peu à peu la taille des éléments organiques soit directement, soit par l'intermédiaire des déjections des fragmentaires primaires (Isopodes, Diplopedes, larves d'Insectes) (Thibaud et D'Haes,2010).Comme la majorité des acteurs de la faune du sol, les Collemboles exercent un effet direct et indirect sur la décomposition de la matière organique et le recyclage des nutriments (Salmom,2017).

### 4.4-Prédateurs et parasites

La plupart des auteurs ont signalé la présence de Grégarines et de Nématodes comme endoparasites. Cassagnau (1990) mentionne des Coccidies, Champignons, Microsporidies, et Hélicosporidies. Les prédateurs de collemboles sont représentés par de nombreuses espèces de chilopodes, opilionides, japygides et d'arachnides tels que les acariens, araignées et pseudoscorpions (Thibaud , 1970), Parmi les insectes on trouve des punaises, larves de coléoptères, ainsi que des adultes de Pselaphina, de Staphylinidae et aussi des Fourmis (Bellinger et *al.*, 2017)cité par Bendjaballah,(2019).

## 5-Adaptations des collemboles

### 5.1- Adaptation morphologiques

Les principales caractéristiques de la taxonomie des collemboles : correspondent à des tendances adaptatives résultant de la différence entre les peuplements interstitiels et le milieu épigé. SelonGisin en 1943 proposait une classification de type biologique combinant la

morphologie et milieu, (yeux, pigments, furca). La classification de Gisin peut se résumer ainsi :

- A. Atmobios : espèce des macrophytes ; 8 + 8 yeux, antennes très longues.
- B. Hemiedaphon : pigment bien développé, antennes moyennes.
- C. - Euedaphon peuplement des couches profondes du sol, yeux réduits ou manquants, pigment limité aux yeux (Cassagnu, 1990).

### 5.2- Adaptations physiologiques aux milieux extrêmes

#### 5.2.1- Adaptation au froid

Les Collemboles sont connus depuis longtemps comme susceptibles de peupler des régions et des biotopes particulièrement froids : étage nival, régions arctiques et antarctiques. On a trouvé des populations actives de *Tetracanthella* Dans les Pyrénées sur les rochers glacés par 15 ° C en hiver, à 2.000 mètres d'altitude. *Cryptopygus antarcticus* supporte des températures de 27 ° C. grâce aux propriétés « antigel » du milieu intérieur à base de cryoprotecteurs comme le glycérol, manitol, tréhalose, fructose (Block et Sømme ,1982)

#### 5.2.2- Adaptation à la dessiccation ou l'anhydrobiose

La plupart du temps, l'assèchement total des biotopes en saison sèche est compensé par la résistance des œufs pondus dans les cavités, capables de rétablir des agrégations au retour des précipitations. Chez *Folsomides variabilis*, les individus maintenus dans des cultures à séchage progressif présentent un comportement constructif et forment des compartiments vacuoliques dont les interstices sont remplis de granules du substrat (plâtre ou argile) ayant traversé le tube digestif Au fur et à mesure de la dessiccation, les individus se contractent, se creusent en gouttière sur la face ventrale, les antennes repliées vers l'arrière. Ils peuvent rester ainsi desséchés plusieurs mois et reprennent leurs activités si l'on procède à la réimbibition du milieu (Cassagnu, 1990).

#### 5.2.3- Adaptation à l'innodation

Lorsque le milieu corrosif devient saturé d'eau, la plupart des espèces remontent à la surface car leur peau n'est pas hydratée, mais certaines espèces restent piégées en profondeur et la vie sous-marine peut entraîner leur mort. La survie dans telles conditions est liée à la teneur en oxygène disponible en profondeur (Zinkler et Rüsbeck, 1986) cité par Hamra Kroua, (2005).

## 6- Influence des factures du milieu sur la vie des collemboles

### 6.1-Humidité

Les collemboles sont généralement très hygrophile, en particulier ceux qui vivent dans le sol (Bachelierl, 1978), Où la plage hydrométrique maximale des Collemboles est de 90 à 100% HR : ce sont donc des faunes de micro-organismes. Il est important de se rappeler que la majorité des espèces de collemboles ont une respiration cuticulaire. Cette perméabilité cutanée permet les échanges respiratoires et facilite le transport de l'eau dans l'organisme. Seule la famille des Actaletidae (Entomobryomorpha) et la majorité des Symphypleona ont un système respiratoire trachéen. Une cuticule et une hémolymphes spéciale, qui leur permettaient de vivre hors du sol dans la couche d'air herbacée (Thibaud, 1970).

### 6.2-La température

Les températures létales inférieures sont en général de -1 à -4 ° C, mais parfois de 10°C Certaines espèces d'Onychiuridae et d'Isotomidae vivant sur le continent Antarctique comme *Cryptopygus antarcticus*, ou au Spitzberg, ou sur les glaciers, peuvent abaisser leur point de congélation jusqu'à -30°C. Cela est dû à la production d'un « agent antigel » dans leurs tissus. Pour les œufs, les jeunes et les adultes des espèces de Collemboles, les températures létales supérieures vont de 25 à 30 ° C, selon les espèces, mais pour certaines, plus rares, jusqu'à 50 ° C. En Europe, l'optimum thermique va de 8 à 16 ° C. Sous les Tropiques, l'optimum thermique est plus élevé, il va de 22 à 32°C. Les durées du développement et du CIM des adultes diminuent au fur et à mesure que la température augmente et, ce, jusqu'à la température létale supérieure Les Collemboles sont donc des animaux plutôt eurythermes, c'est - à - dire à assez large tolérance thermique (Arvernsis, 2010).

### 6.3-La lumière

Les Collemboles du sol manifestent généralement un phototropisme négatif léger qui gêne parfois l'étude de leur comportement, mais il est des Collemboles indifférents à la lumière et d'autres, parmi ceux de surface, qui semblent au contraire la rechercher (Denis, 1949) cité par Bachelier, (1978). Aucune réaction à la lumière, à la température et aux gradients d'humidité n'ont pu être observées chez *Onychiurus cavernicolus* et *O. vornatscheri*, espèces vivant dans les horizons profonds des sols ou les caves (Mais, 1969)-cité par Bachelier (1978).

## 7-Classification des collemboles

### 7.1-Position au sein du règne animal

## Chapitre I : Données bibliographiques sur les collemboles

Longtemps considérés comme des insectes, les collemboles forment aujourd'hui une classe à part entière au sein du sous embranchement des Hexapodes\* (dans lequel les insectes sont dominants) appartenant eux-mêmes à l'embranchement des Arthropodes\*\*. On dénombre dans le monde près de 8000 espèces, dont environ 2200 sont présentes en Europe, et on continue d'en découvrir régulièrement. On estime qu'il en reste encore entre 20 à 30 000 à découvrir (Anonyme, 2023)

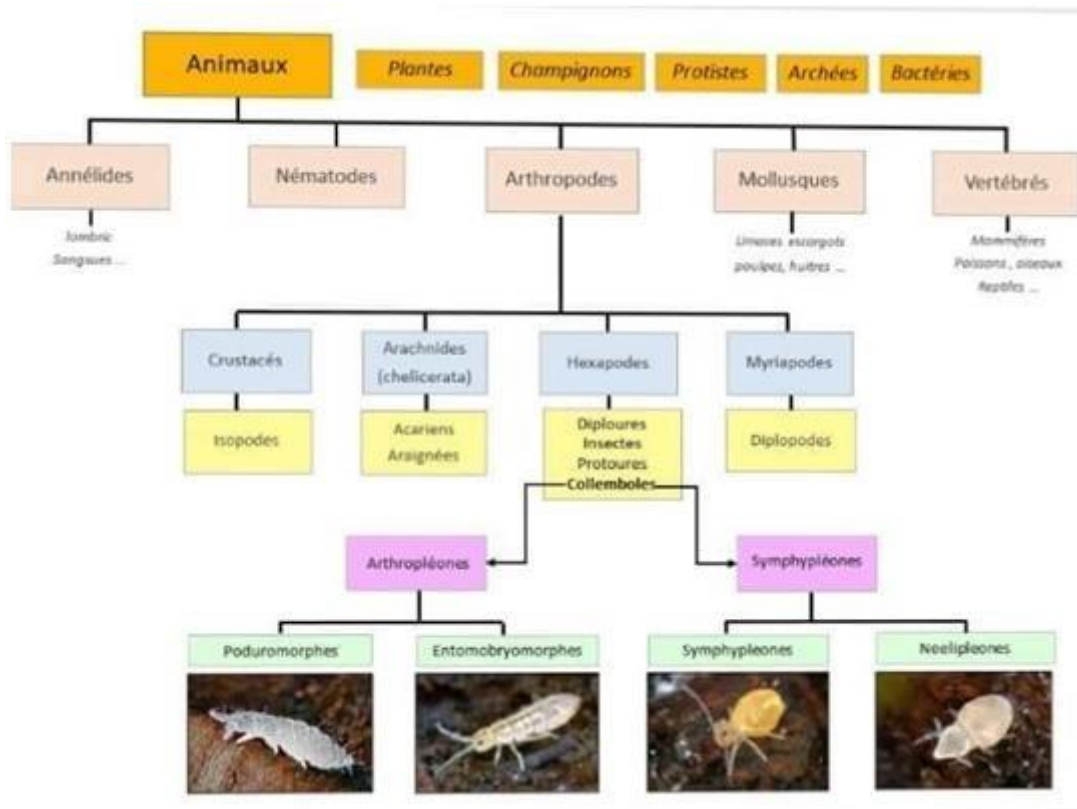


Figure 9 : Les quatre ordres de collemboles (Garcelon, 2023)

### 7.2- Taxonomie des collemboles

Avant l'apparition de la génétique qui progressivement contribue à l'identification des espèces, la classification des organismes vivants se faisait par rapprochement de leurs caractères communs. Ces similitudes permettaient de les classer dans un ordre reflétant la position qu'ils occupent au sein de l'arborescence de l'évolution. Le regroupement des caractères communs se fait autour d'une entité nommée taxon. Par exemple, l'espèce est le dernier taxon au sein de la classification systématique, mais si on considère non plus l'espèce mais la famille, toutes les espèces de cette famille sont à leur tour taxons de cette famille.

### 7.3-Ordres et familles



## Chapitre I : Données bibliographiques sur les collemboles

Les collemboles sont classés au sein d'une trentaine de familles réparties en quatre ordres. On distingue deux types morphologiques chez les collemboles, les Arthropléones et les Symphypléones. Leur taille varie entre 1 et 4 mm, en moyenne, mais peut atteindre 0,12 mm (*Sphaeridia pilleata* – Symphypléone, probablement le plus petit Hexapode adulte connu) ou avoisiner 17 mm (*Holacanthella duospinosa* - Néanuridae vivant en Nouvelle-Zélande). (Janssens ,2023).

**Tableau 1** : Dans les tableaux ci-après, les chiffres indiquent le nombre d'espèces appartenant aux différentes familles formant un ordre donné.

Nombre d'espèces par famille dans l'ordre des <b>PODUROMORPHES</b> (01-01-2023)	Nombre d'espèces par famille dans l'ordre des <b>ENTOMOBRYOMORPHES</b> (01-01-2023).	Nombre d'espèces par famille dans l'ordre des <b>SYMPHYPLEONES</b> (01-01-2023)	Nombred'espèces par famille dansl'ordre des <b>NEELIPLEONES</b> (01-01-2023)
Neanuridae : 1621	Oncopoduridae : 55	Mackenziellidae :1	Neelidae :62
Brachystomelidae : 142	Tomoceridae : 214	Sminthurididae :166	
Poduridae : 2	Isotomidae : 1475	Katiannidae :218	
Hypogastruridae : 741	Actaletidae : 12	Spinothecidae :9	
Paleotullbergidae : 1	Proentombryidae : 1	Arrhopalitidae :160	
Gulgastruridae : 1	Orchesellidae : 287	Collophoridae :9	
Onychiuridae : 753	Entombryidae : 1794	Sturmiidae :3	
Tullbergiidae : 235	Paronellidae : 605	Sminthuridae :262	
Isogastruridae : 10	Coenaletidae : 2	Bourletiellidae :250	
Pachytullbergidae : 6		Dicyrtomidae :224	

Odontellidae : 138			
--------------------	--	--	--



**Figure 10** : Poduromorphes : (3650 espèces) - Entomobryomorphes : (4445 espèces)



**Figure 11** : Symphypléones : (1302 espèces)- Neelipléones : (62 espèces)

### 8-Les collemboles d'Algerie

Lucas (1846 et 49) cité par Thibaud et Messoud (1980) en Algérie signalent quelques espèces difficiles à classer dans la Systématique actuelle. Absolon (1913) cité par Thibaud et Messoud (1980) décrit une espèce nouvelle d'une grotte d'Algérie Denis (1922 , 24 , 25a , 35 et 37) , cité par Thibaud et Messoud (1980) en Algérie et Handschin (1925,28) , en Algérie , donnèrent les premiers travaux importants Delamare(1954) cité par Thibaud et Messoud

## Chapitre I : Données bibliographiques sur les collemboles

(1980) , sur des Collemboles marins de la zone de sables littoraux en Algérie et , et Murphy( 1958 ) sur une espèce nouvelle d'Algérie , apportèrent leur contribution .En 1963 Cassagnau a fait des études sur le Nord - Constantinois (Algérie). Ensuite Delamare en 1954, sur des Collemboles marins de la zone des sables littoraux en Algérie. De leur côté Thibaud et Massoud, (1980) nous fournissent une synthèse sur les Collemboles d'Algérie avec un aperçu biogéographique de cette faune

En 2005, Hamra Kroua dans son travail a donné une liste de 113 espèces dont 56 sont nouvelles, 49 parmi elles sont nouvelles pour l'Afrique du Nord. Le caractère le plus inattendu de cette faune est la diversité spécifique des Neanuridae rencontrés au massif de l'Edough et une diversité du genre *Friesea* avec 11 espèces dont 2 sont nouvelles pour la science ; *Friesealaouina* (Deharveng et Hamra Kroua, 2004), *Friesea major* (Hamra Kroua et al., 2009)

En 2006, Ait Mouloud s'intéresse particulièrement aux collemboles des tourbières de Kabylie. L'auteur signale la présence de 68 taxons parmi lesquels quatre nouveaux genres et 3 espèces sont cités première fois en Algérie.

Depuis 2003, un total de 75 espèces sont identifiées, elles sont nouvelles pour l'Algérie et l'ensemble des pays d'Afrique du Nord. Parmi les espèces trouvées on signale la présence de plusieurs espèces nouvelles pour la science dont un nouveau genre *Edoughnura rara*, unique parmi les collemboles avec les dents remplacées par des cils. Six espèces endémiques sont décrites et déjà publiées : *Friesea laouina*, (Deharveng et Hamra Kroua, 2004); *Edoughnura rara* (Deharveng et al. 2007); *Entomobrya numidica* (Baquero et al. 2009) et *Friesea major* (Hamra Kroua & Jordana, 2009) et *Isotominella geophila* (Jordana et al. 2009) et *Superodontella tayaensis* (Arbea, 2013). Enfin les résultats indiquent à quel point la faune des collemboles d'Algérie reste encore mal connue.

Zoughailech, Hamra Kroua et Deharveng (2016) décrivent trois espèces appartenant au même genre *Pseudachorutes* du massif de Collo : *Pseudachorutes deficiens*, *P. octosensillatus* et *P. labiatus*.

Bendjaballah et al. (2018) suite aux résultats de campagnes d'échantillonnage effectuées entre 2011 et 2017, dressent une liste des espèces des collemboles du massif de Collo (Nord-Est de l'Algérie). Cette liste comprend 34 espèces de poduromorphes. Les découvertes les plus remarquables incluent un Pseudachorutinae non décrit, provisoirement attribué au genre tropical *Kenyura*, un Neanurinae jusqu'à présent connu uniquement des Alpes du Nord

## Chapitre I : Données bibliographiques sur les collemboles

:*Sensillanura austriaca* et une deuxième espèce non décrite du genre jusqu'à présent monospécifique *Edoughnura*.

Sur la base de 225 échantillons prélevés dans différents biotopes du massif de l'Edough (nord-est algérien) de 1998 à 2018, Brahim Bounab et *al.* (2020) donnent une liste de 91 espèces de collemboles où 72 peuvent être considérés comme des citations valides (14 familles et 49 genres). Quatorze d'entre eux ne sont connus que de ce massif en Algérie, et huit sont endémiques du nord-est de l'Algérie. Parmi ces 72 espèces 42 sont des poduromorphes. La famille des Neanuridae est la plus diversifiée avec 18 espèces, dont six espèces du genre *Friesea*.

Dizaines d'échantillons prélèvent dans différents biotopes forestiers dans la région de Jijel au cours des années 2018-2020. Lachi et *a l*(2023) dressent une liste des 60 espèces identifiées et se répartissent sur 15 familles et 47 genres dont deux sont nouvelles pour le pays et l'Afrique de Nord, *Microgastrura duodecimoculata* et *Proctostephanus cidi*. Huit espèces de cette liste sont endémiques d'Algérie : *Deutomura adriani*, *Deutonura zana*, *Edoughnura rara*, *Friesea laouina*, *Friesea major*, *Entomobrya numidica*, *Proctostephanus sanctiaugustini* et *Superodontella tavaensis*.

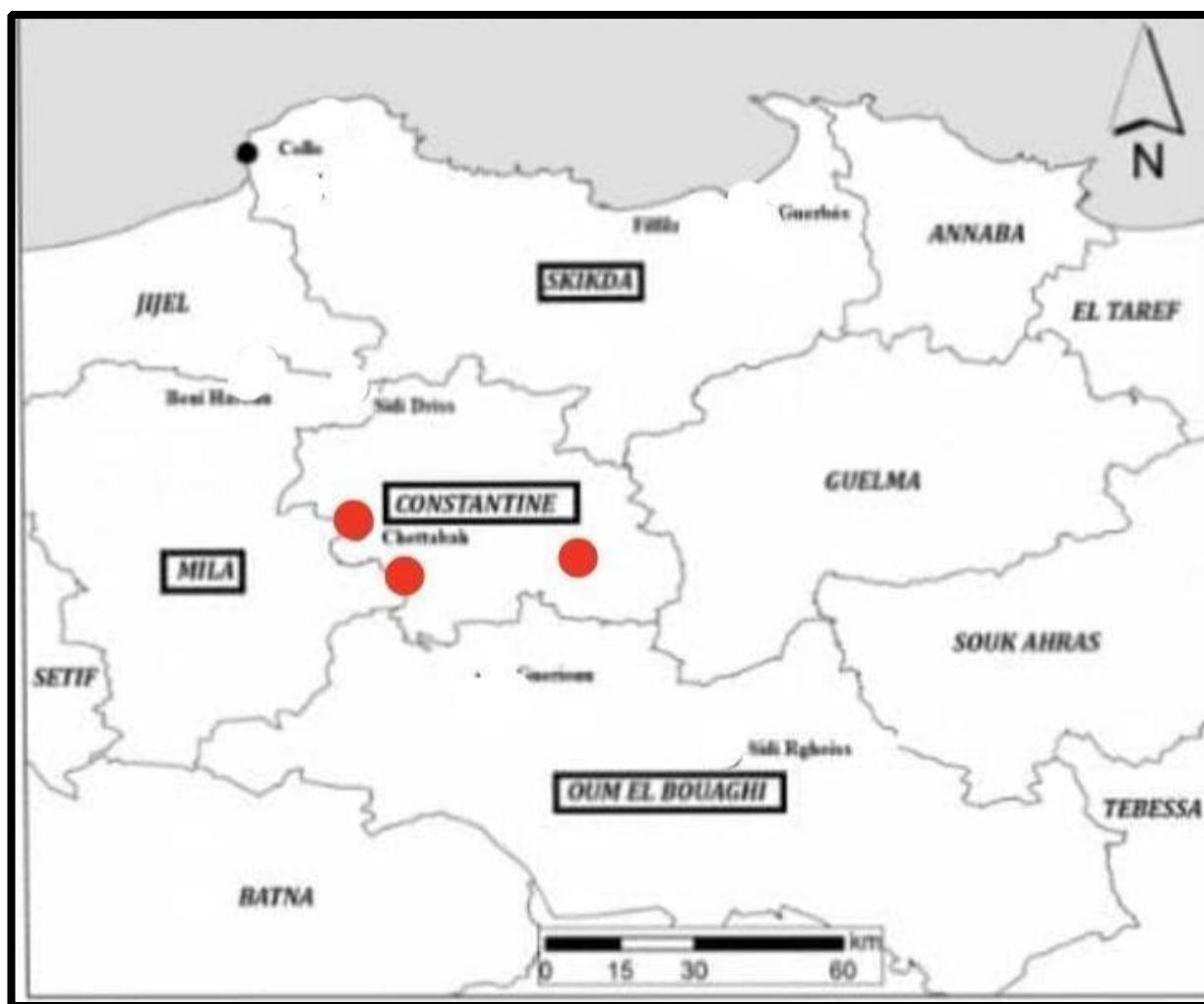


# **Chapitre II**

## **Présentation des localités d'étude et méthodologie**

## 1-Présentation de la localité d'étude

Ce travail a été réalisé pendant quatre mois (du mois de Janvier au mois d'Avril). Il a été mené dans deux wilayas du Nord-est Algérien ; Constantine (Bounouara, Boussouf), Mila (Oued Seguin). Avec un objectif principal d'étudier la biodiversité des collemboles des milieux urbains et semi-urbains et de contribuer à la connaissance de ces hexapodes inconnus.

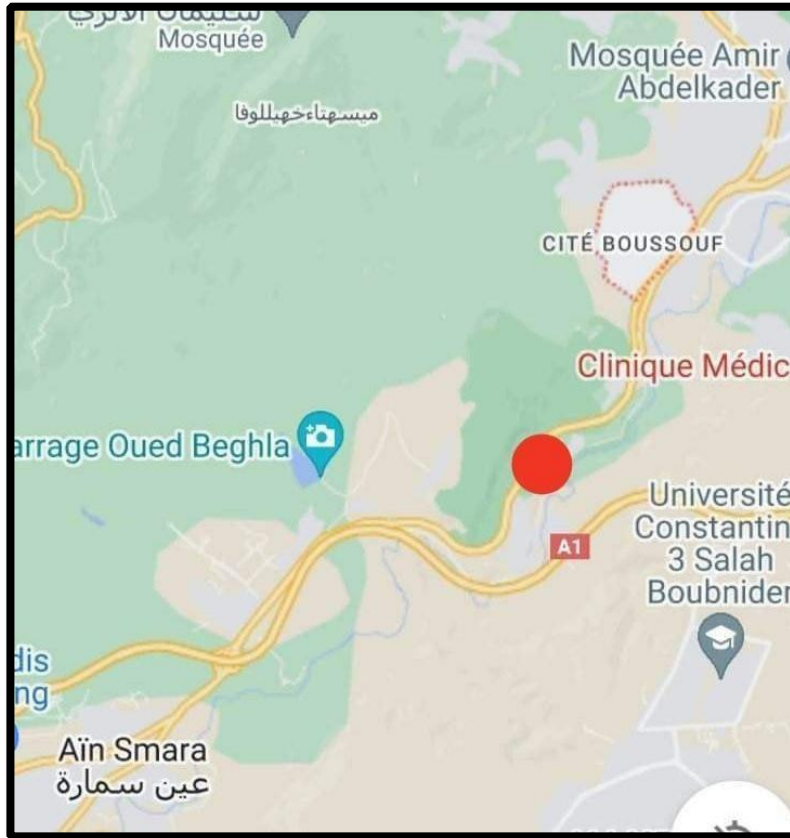


**Figure 12 :** Carte du Nord-est Algérien avec les localités de récoltes (Carte Originale)

### 1.1-Localité du la wilaya de Constantine

La Wilaya de Constantine est située à l'Est l'Algérie, aux coordonnées géographiques : Latitude  $36^{\circ} 21'N$ , longitude  $06^{\circ} 36'E$  et altitude 660m. Elle s'étend sur une superficie de 2197Km<sup>2</sup>. Elle est, d'une part, un carrefour entre l'Est et le Centre du pays et d'une autre part entre le Tell et les hauts plateaux dans l'Est du pays.

La wilaya de Constantine est délimitée au Nord par la wilaya de Skikda, à l'Est par la wilaya de Guelma, au Sud par la wilaya de Oum El Bouaghi et par la wilaya de Mila à l'Ouest (Anonyme, 2021). Boussouf est l'une des villes de Constantine qui fait l'objet de notre travail.



**Figure 13:** Point de récolte de la localité Boussouf (Google maps, 2023)

### 1.1.1-Climat

Le climat de la wilaya de Constantine est de type continental. Il enregistre une température variant de 25 à 40° en été et de 0 à 12° en hiver. La pluviométrie est entre 400 et 600 mm par an.

### 1.1.2-Précipitation

Les précipitations moyennes les plus faibles sont enregistrées en Juillet avec 9 mm seulement. Le mois d'Avril, avec une moyenne de 55 mm, affiche les précipitations les plus importantes. Avec une température moyenne de 26.0 °C, le mois de Juillet est le plus chaud de l'année. Au mois de Janvier, la température moyenne est de 6.7 °C. Janvier est de ce fait le mois le plus froid de l'année.



### 1.1.3-Relief

La wilaya est constituée de trois zones géographiques :

-Une zone montagneuse, qui est située au Nord de la Wilaya, présente un relief montagneux qui se prolonge au Nord-est par le massif du Djebel Ouahche. L'autre massif important est celui de Chattaba à l'Ouest.

-Bassins intérieurs, sont constitués d'une série de dépressions qui s'étend de Ferdjioua (wilaya de Mila) à Zighoud Youcef et limitée au Sud par les hautes plaines ; cet ensemble est composé de basses collines entrecoupées par les vallées du Rhummel et de Boumerzoug.

-Les hautes plaines sont situées au Sud-Est de la wilaya entre les chaînes de l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, elles s'étendent sur les communes d'Aïn Abid et Ouled Rahmoune.

### 1.2-El Khroub

Le présent travail a été réalisé dans la zone semi-urbaine Bounouara dairas d'El Khroub (36°13'21"N 6°47'19"E) est située au sud à 20.6 Km de la ville de Constantine.

Le climat du Khroub appartient à l'étage bioclimatique sub-humide dans sa partie Nord et semi-aride au sud. Les étés sont courts, très chaud, sec et dégagé dans l'ensemble et les hivers sont longs, frisquet et partiellement nuageux. Au cours de l'année, la température varie généralement de 3 °C à 35 °C et est rarement inférieure à -0 °C ou supérieure à 40 °C.



Figure 14: Point de récolte de la localité d'El khroub (Google maps, 2023)

### 1.3-Oued Seguin

La commune d'Oued Seguin est située au sud-est à 55 Km de la wilaya de Mila, et 25 km de Constantine. Dilémit par la commune de Wadi Al-Uthmaniyah au Nord, la communed'Al-Talaghma au Sud et Awlad Hamla à l'Est.

Les températures moyennes à oued Seguin sur l'année, varie beaucoup. Elle se situe autour de 16 °C.

Oued Seguin enregistre généralement 35 mm de précipitations maximum chaque année.



Figure 15: Point de récolte de la localité d'Oued Seguin (Google maps, 2023)

## 2-Techniques de récolte des échantillons

L'étude est réalisée particulièrement dans deux (02) localités de la wilaya de Constantine (Bounouara, Boussouf) et une autre localité Oued Seguin dans la wilaya de Mila pendant une période allant de janvier à Avril 2023. Les échantillons sont prélevés à la main. Nous avons prélevé dans différents biotopes : mousse, litière de Figure, litière de Raisin, litière d'olive, litière d'Eucalyptus et débris végétaux....etc. Les échantillons prélevés sont conservés dans des sachets en plastique bien fermés pour éviter l'évaporation.

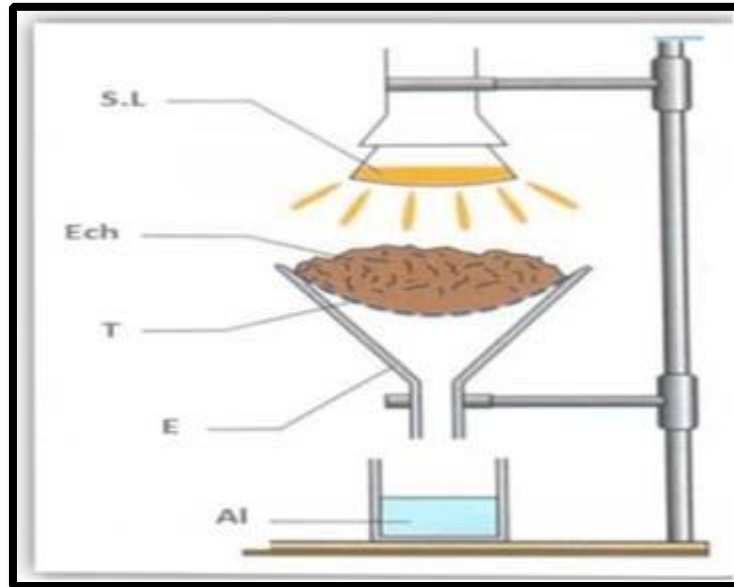


**Figure 16:** Habitats échantillonnés (photos originales)

### 2.1-Extraction

Les échantillons récoltés sont analysés au niveau du laboratoire de biosystématique et écologie des Arthropodes. Il existe plusieurs méthodes pour extraire les Collemboles des échantillons, dont trois sont utilisées : Extraction par voie sèche, extraction par lavage et extraction par film graisseux de Aucamp. (Pesson, 1971); (Cancela da Fonseca et Vannier, 1969) cité par Hamra Kroua (2005).

Nous avons utilisé "Extraction par voie sèche", appelée aussi méthode de Berlese – Tullgren. Cette méthode permet d'identifier et de comptabiliser la mésofaune et la petite macrofaune du sol. Hamra Kroua (2005), Brahim Bounab (2016), Zoughailech (2017) et Bendjaballah (2019) utilisent cette méthode et ont donné un rendement satisfaisant une représentation objective de la faune.



**Figure 17** : Extraction des collemboles par la méthode sèche. (Appareil de Bérlese-Tullgren)**S.L.**: Source de lumière, **Ech**: Echantillon, **T**:Tami à maille de 4 à 4,5mm, **E**: Entonnoir, **Al**:Alcool à 70°

## 2.2-Extraction des collemboles

L'appareil de Berlese est constitué d'un entonnoir sur lequel est disposée une grille et sous lequel se trouve un flacon récepteur.L'échantillon de sol ou de litière est placé sur la grille.Une lampe à incandescence (source de lumière et de chaleur) disposée au - dessus de l'échantillon de litière provoquer la fuite des organismes vers le bas ; ils vont alors passer à travers la grille Ils tombent alors dans le flacon récepteur contenant de l'alcool méthylique à 70 °.

L'extraction peut durer 4-5 jours selon l'état hydrique de l'échantillon

## 2.3-Tri et dénombrement

Les individus extraits d'un échantillon sont placés dans une boîte de pétri pour entamer le tri sous la loupe binoculaire à grossissement suffisant pour pouvoir séparer les Collemboles des autres groupes tels que les Acariens , les Araignées , les Pseudoscorpions , les larves et adultes de petits insectes à l'aide de la brosse de Cassagnau (une tige en matière plastique très fine de 1mm montée sur un mandrin métallique).Ensuite un dénombrement se fait pour déterminer le nombre total d'individus de Collemboles présents dans chaque échantillon trié . Les collemboles sont conservés dans des tubes étiquetés contenant de l'alcool à 70 % .



**18:**loupe binoculaire de Marque  
«Carle zeiss» (photo original)



**Figure19 :**Brosse de Cassagnau  
(photo original)



**Figure20 :**Tubes étiquetés (photo original)

#### **2.4-Identification des collemboles**

L'identification au niveau de l'ordre et la famille est réalisée sous une loupe binoculaire à fort grossissement permettant d'observer les principaux caractères morphologiques spécifiques . Et à l'aide d'une clef dichotomique de Jordana et Arbea (1989). L'identification au niveau de l'espèce est plus compliquée parce qu'on est besoin de voir des caractères plus détaillés comme le nombre disposition des soies ou ce qu'on appelle la chaetotaxie . Cela nécessite une préparation entre lames et lamelle avant de procéder à l'observation sous microscope à contraste de phase . L'identification au niveau de l'espèce doit être réalisée par un spécialiste en taxonomie.

### 2.4.1-Fixation

Pour l'observation entre lame et lamelle les collemboles doivent fixer soit dans l'alcool à 70° ou 75°, mais par suite de leur non-mouillabilité on utilise le **liquide de Gisin** pour briser les forces de tension qui les maintient en surface.

Gisin propose la composition suivante :

- Alcool éthylique à 95°..... 75 ml
- Ether éthylique..... 25 ml
- Acide acétique..... 3 ml
- Formol à 40%..... 0,3 ml

### 2.4.2- Eclaircissement

L'éclaircissement permet de débarrasser l'animal de tous les tissus internes et d'en conserver l'exosquelette chitino-protéique, afin de pouvoir en observer convenablement les détails de la chétotaxie et d'autres caractères d'intérêt systématique. On procède à l'éclaircissement de quelques exemplaires dans de l'acide lactique à froid ou à chaud sur plaque chauffante jusqu'à parfaite extension de l'animal pour éviter son éclatement. L'inconvénient de l'acide lactique est de faire disparaître le pigment naturel des espèces.

D'autres milieux éclaircissants sont utilisés et leur utilisation a permis d'obtenir de meilleurs résultats (Jordana et al, 1997) cite par Hamra-Kroua (2005).

\* Milieu éclaircissant de Nesbit qui se compose de:

- Hydrate de chloral ..... 40 g
- Acide chlorhydrique..... 2,5 ml
- Eau distillée..... 25 ml

\*\*Milieu éclaircissant du Chloral Lactophénol (milieu dangereux, à utiliser Avec précaution):

- Hydrate de chloral ..... 50 g
- Phénol cristallisé..... 50 g
- Acide lactique..... 25 ml

### 2.4.3-Montage et conservation

Après l'éclaircissement, les collemboles sont éliminés de leur gras des tissus et devient transparents, puis on lave les collemboles avec l'eau distillée et l'alcool pour éliminer les excès de fixateur et autres impuretés. Le montage entre lame et lamelle dans le liquide de Hoyer s'effectue directement dans du liquide éclaircissant s'ils sont propres. Le liquide de Hoyer se compose de :

- Gomme arabique ..... 30 g
- Hydrate de chloral ..... 200 g
- Glycérine..... 20 ml
- Eau distillée..... 50 ml

La préparation du liquide de Hoyer doit être réalisée plusieurs jours avant son utilisation selon l'ordre suivant :

- 1- Triturer la gomme arabique dans un mortier pour la réduire en poudre
- 2- Faire dissoudre à froid le chloral dans l'eau distillée
- 3- Ajouter la gomme arabique en petite quantité
- 4- Homogénéiser avec un agitateur
- 5- Ajouter la glycérine
- 6- Une fois le mélange est fait, filtrer le liquide obtenu dans un tamis à mailles de 50 m.

Une fois le liquide de montage est prêt, on procède au montage proprement dit de l'animal:

- On met une petite goutte de Hoyer au milieu de la lame pour qu'il ne déborde pas, on élimine l'excès avec un bout de buvard.
- On place l'animal éclairci et lavé au centre de la goutte du liquide et on l'enfonce jusqu'au contact de la lame.
- On recouvre le liquide et l'animal dedans avec la lamelle en la posant par un côté et en la rabattant lentement pour ne pas écraser l'animal et pour ne pas former des bulles d'air.
- Exercer sur la lamelle de très faibles mouvements pour orienter l'animal pour obtenir un meilleur angle de vue.
- Sécher la préparation dans une étuve à 50 °C
- On met parfois une petite goutte de liquide sur les bords de la lamelle pour compenser les rétractions.

## 2.5-Clé des ordres (Fig.21)

Classe **COLLEMBOLA** Lubbock , 1862 .

1. Corps globuleux , segmentation du corps non apparente . Tout au plus les segments abdominaux V et VI sont segmentés

.....3

1'. Corps allongé . Segmentation du corps apparente

.....2

2 - Prothorax ( segment thoracique 1 ) développé et avec soies dorsales . Corps avec trois segments thoraciques et six segments adnominaux , (

Fig.3)..... . **Ordre**

**PODUROMORPHA BORNER , 1913 .**

2.'- Prothorax réduit et sans soies dorsales ( Fig.3 ) .....

.....**Ordre**

**ENTOMOBRYOMORPHA BÖRNER , 1913**

3. - Animaux plus petits et sans pigments . Segments abdominaux V et VI non différenciés . Sans yeux . Tenaculum sans soies . Antennes plus courtes que la tête . Abdomen sans richobothries dorsales .....

.....**Ordre NEELIPLEONA , 1 seule famille**

**NEELIDAE FOLSOM , 1896 .**

3'. - Animaux avec ou sans pigments . Segments abdominaux V et VI différenciés . ( à 8 coméules de chaque côté de la tête . Abdomen avec trichobothries

.....**Or**

**dre SYMPHYPLEONA BÖRNER , 1901 .**



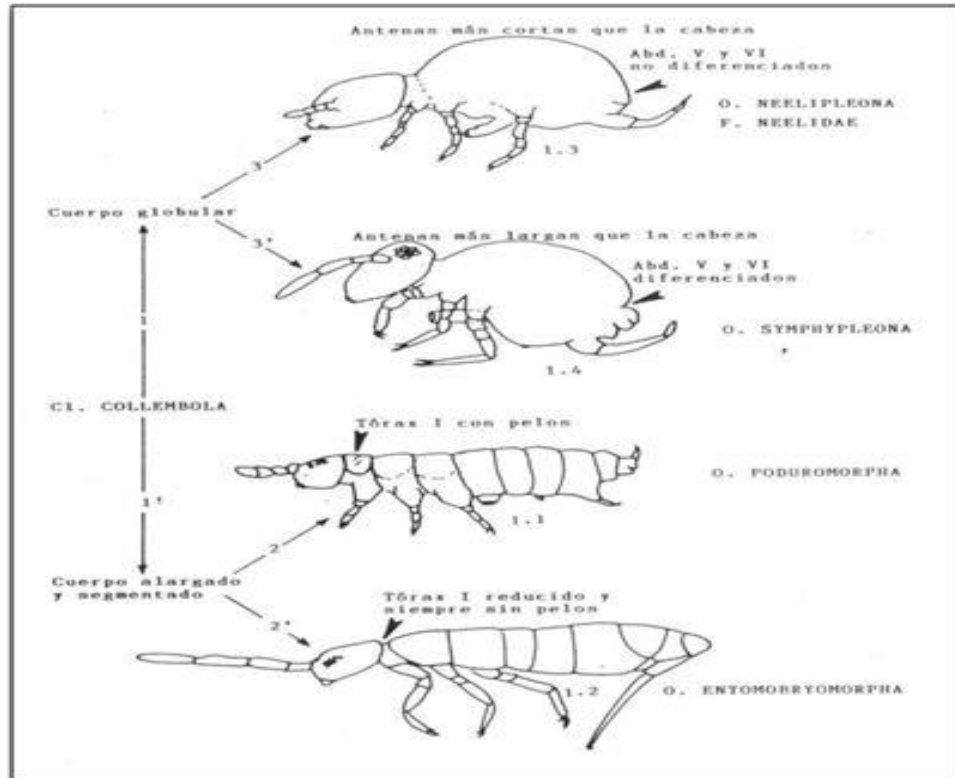


Figure 21 : Les ordres des collemboles (Jordana et al.,1997)



# **Chapitre III**

## **Résultats et**

### **Discussion**

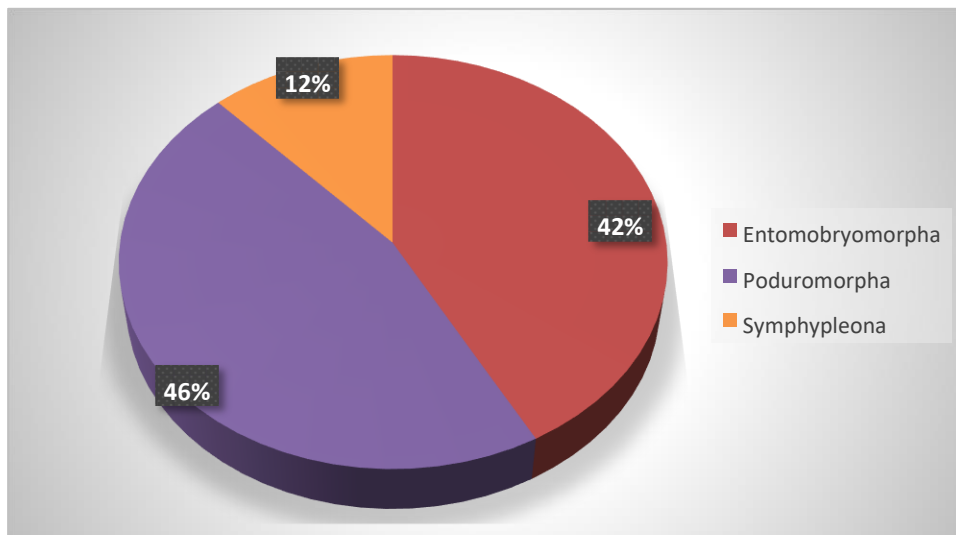
**CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION**

Nous donnons dans le tableau 02 la liste des collemboles identifiés dans le présent travail.

**Tableaux 02** : Liste des espèces des collemboles identifiées dans les différentes localités.

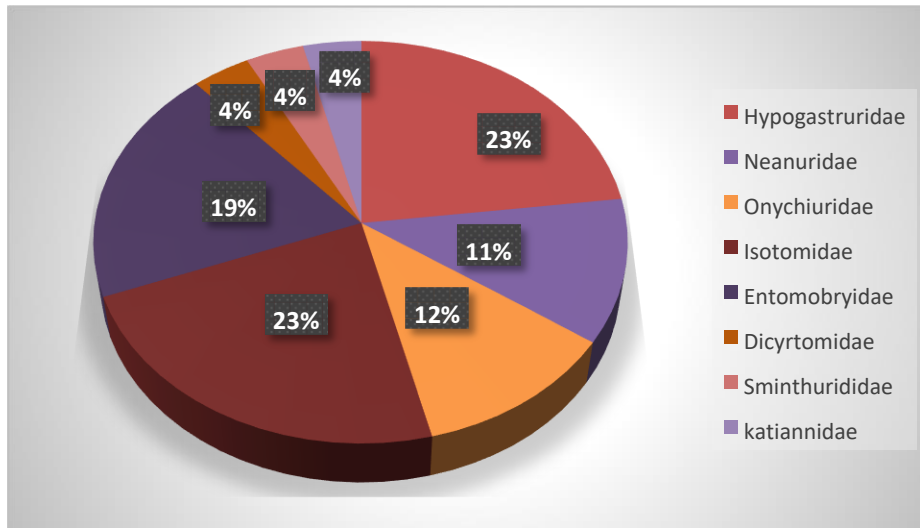
	Localités		
	Bounouara	Boussouf	Oued Seguen
<b>1. O. Poduromorpha</b>			
<b>1.1. F. Hypogastruridae</b>			
1. <i>Ceratophysella denticulata</i>	X	X	X
2. <i>Ceratophysella sp</i>	X		X
3. <i>Hypogastrura vernalis</i>		X	
4. <i>Willemia intermedia</i>	X		X
5. <i>Xenylla mediterranea</i>			X
6. <i>Xenylla sp.</i>	X		
<b>1.2. F. Neanuridae</b>			
<b>1.2.1. S/F. Friesienae</b>			
7. <i>Friesea laouina</i>	X		X
<b>1.2.2. S/F. Neanurinae</b>			
8. <i>Bilobella aurantiaca</i>	X	X	X
<b>1.2.3. S/F. Pseudachorutinae</b>			
9. <i>Pseudachorutinae</i>	X		
<b>1.3. F. Onychiuridae</b>			
10. <i>Protaphorura armata</i>	X	X	X
11. <i>Protaphorura sp.</i>	X		
12. <i>Mesaphorura sp.</i>	X	X	
<b>2. O. Entomobryomorpha</b>			
<b>2.1. F. Isotomidae</b>			
13. <i>Hemisotoma thermophila</i>	X	X	X
14. <i>Folsomia candida</i>	X	X	X
15. <i>Isotoma viridis</i>			X

16. <i>Isotomidae</i>		X	X
17. <i>Isotomurus palustris</i>	X	X	
18. <i>Isotomurus sp.</i>	X		
<b>2.2. F. Entomobryidae</b>			
19. <i>Heteromurus major</i>	X	X	X
20. <i>Entomobrya sp.</i>	X		
21. <i>Entomobryidae</i>		X	X
22. <i>Lepidocyrtus sp.</i>	X	X	
23. <i>Orchesella cincta</i>	X		X
<b>3. O. Symphypleona</b>			
<b>3.1. F. Dicyrtomidae</b>			
24. <i>Dicyrtomina ornata</i>	X		X
<b>3.2. F. Katiannidae</b>			
25. <i>Sminthurinus sp</i>		X	
<b>3.3. F. Sminthurididae</b>			
26. <i>Sphaeridia pumilis</i>	X	X	X
	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>16</b>



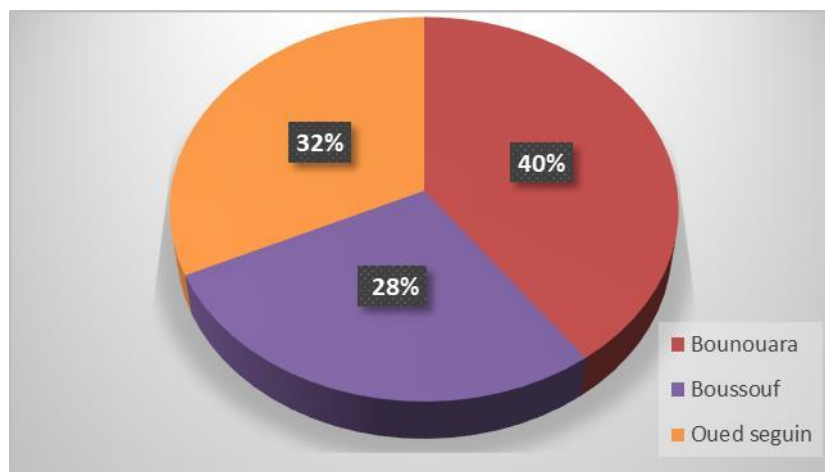
**Figure 22.** Répartition en pourcentage des différents ordres des collemboles identifiés

La plupart des espèces identifiées citées dans le tableau (02) appartiennent à l'ordre des Poduromorpha soit **46%** représentent par **12** espèces et **9** genres. L'ordre des Entomobryomorpha occupe le deuxième rang avec un taux de **42%** représentent par **11** espèces et **10** genre. Le reste des espèces appartiennent à l'ordre des Symphypleona, soit **12%**.représentent par **3** espèces et **3** genres.



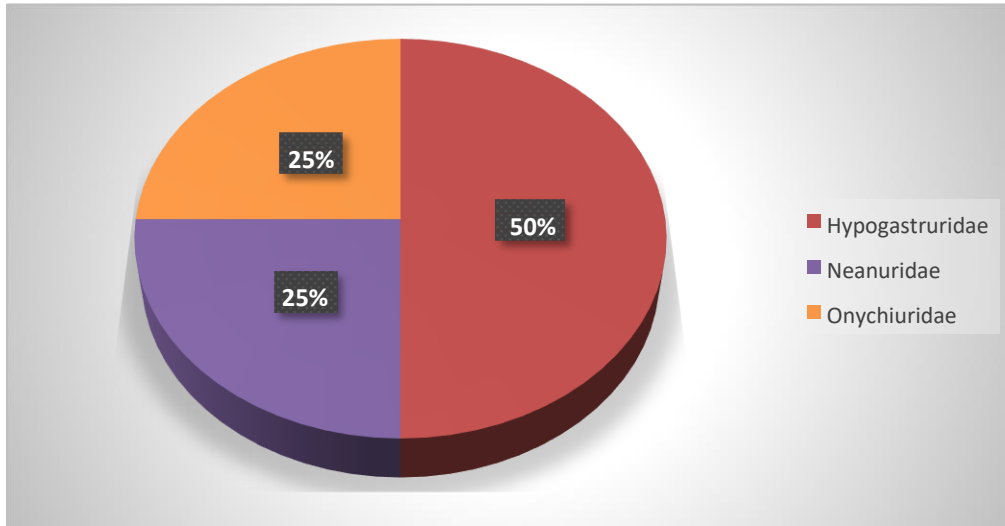
**Figure 23.** Pourcentage des différentes familles de collemboles identifiées

La famille des **Hypogastruridae** et la famille **Isotomidae** sont les plus diversifiées, soit **23 %** du total des collemboles identifiées. La famille des **Entomobryidae** représente **19.23%** du total. La famille des **Neanuridae** représente, **11.53%** du total. La famille des **Onychiuridae** représente **11.53%** du total. Les familles des **Dicyrtomidae**, **Sminthuridae** et **Katiannidae** occupent le dernier rang avec **4%** chacune.



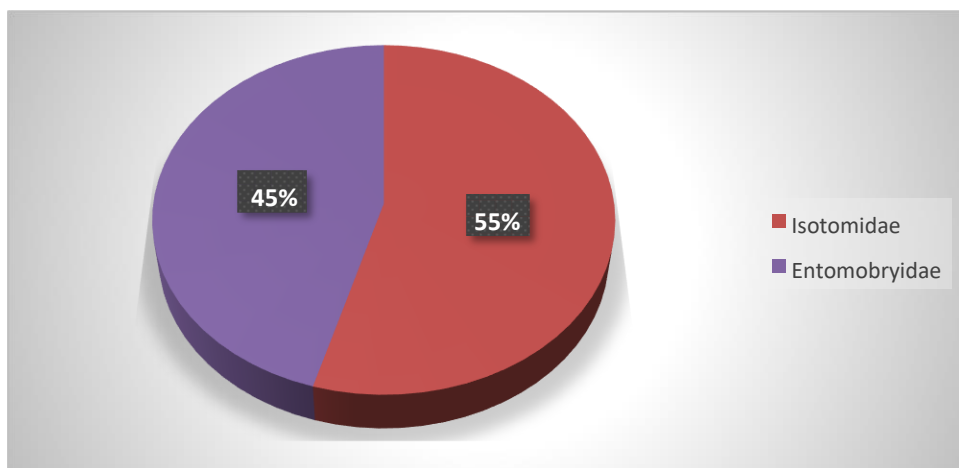
**Figure 24.** Répartition des collemboles identifiés par localité

Le tableau 02 indique que Bounouara hebrge **20** sur **26** espèces identifiées, soit **40%**. Il est suivi par la localité du Oued Seguin avec un total de **16** sur **26** espèces, soit **32 %** La localité de Bousouf héberge également **14** sur **26** espèces, soit **28 %**. Il faut tenir compte que certaines espèces sont rencontrées dans toutes les localités d'étude et que d'autres especes sont trouvées que dans une seule localité d'étude.



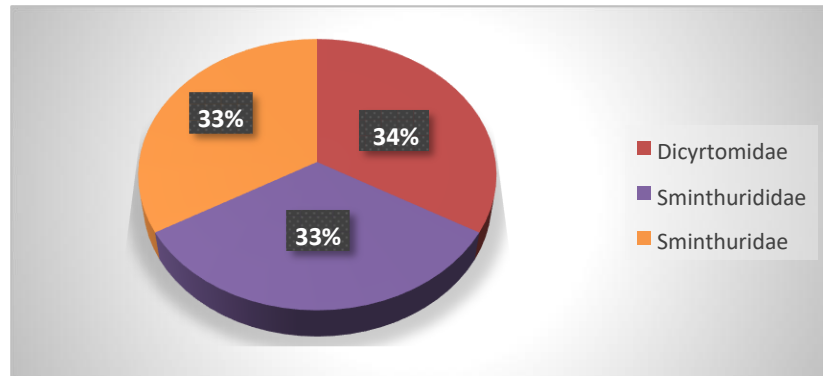
**Figure 25** .Répartition en pourcentage des familles de Poduromorpha

La figure 25 représente la proportion des différentes familles auxquelles appartiennent les différentes espèces de l'ordre des poduromorpha. La moitié des espèces, soit **50%** appartiennent la famille des **Hypogastruridae**, la famille des **Neanuridae** et **Onychiuridae** représentent **25%** chacune.



**Figure 26** .Proportion des familles d'Entomobryomorpha

Dans la figure 26, nous représentons la proportion des deux familles d'Entomobryomorpha. La famille des **Isotomidae** représente **54.45%** du total d'entomobryomorphes identifiés. La famille des **Entomobryidae** occupe le deuxième rang avec un taux de **45.45%**.

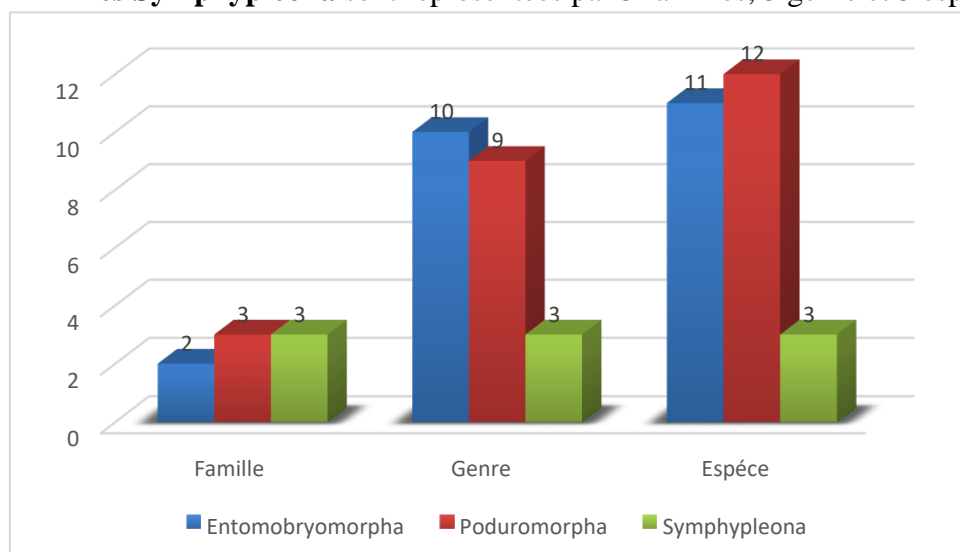


**Figure 27.** Proportion des familles De Symphypleona

Selon la figure 27, L'ordre des Symphypleona est représenté par **3 Dicyrtomidae, Sminthurididae et Katiannidae** occupant le même rang avec un taux de **33%**.

Nous représentons dans la figure 27 le nombre de familles, genre et d'espèces par ordre.

- **Les Poduromorpha** sont représentées par **3 familles, 12 espèces et 9 genre**.
- **Les Entomobryomorpha** sont représentées par **2 familles, 10 genre et 11 espèces**.
- **Les Symphypleona** sont représentées par **3 familles, 3 genre et 3 espèces**.



**Figure 28.** Fréquences absolues des familles, genre et espèces des collemboles

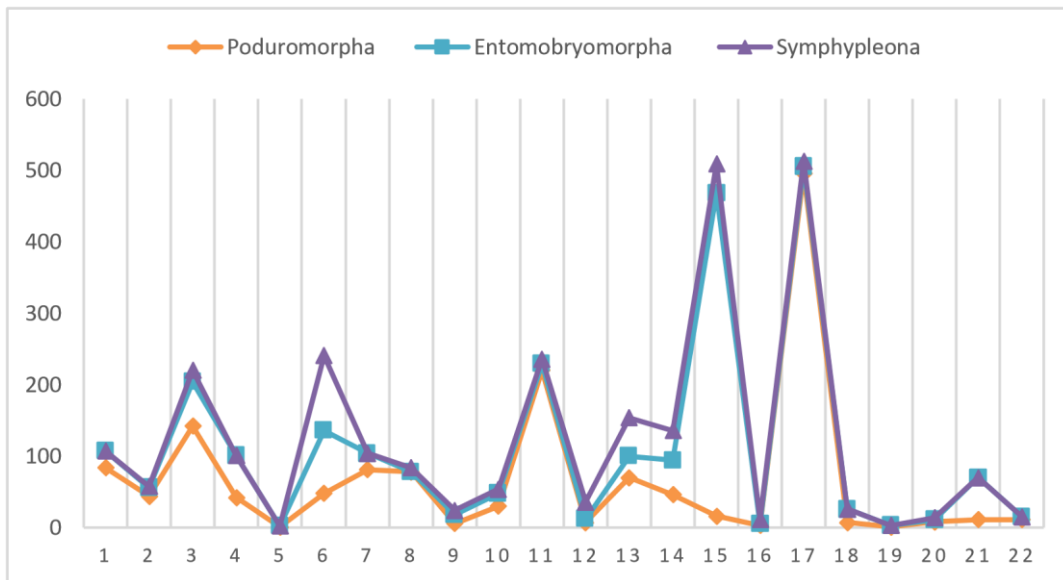


## 2-Etude statistique

### 2.1-Abondances des ordres de Collemboles

#### 2.1.1-Bounouara

Nous donnons dans la figure 29 une représentation graphique de l'abondance absolue des effectifs des 3 ordres de Collemboles récoltés dans Bounouara.



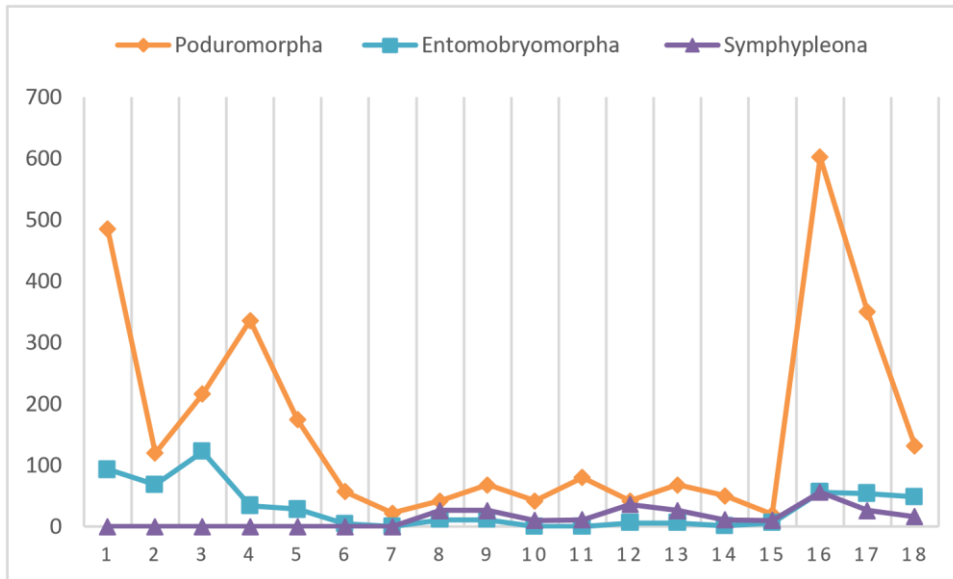
**Figure 29.** Abondance par ordre de Collemboles dans la localité Bounouara

Sur un ensemble de **22** échantillons, nous avons dénombré **6203** individus Collemboles appartenant à 3 ordres :

- A- Les **Poduromorpha** sont au nombre de **3869** individus, avec une moyenne de l'ordre de **175.9** individus/échantillon. Ils représentent **62.37%** du total dénombré
- B- Les **Entomobryomorpha**, au nombre de **1588** individus, soit un nombre moyen /échantillon de l'ordre de **72.2** Ils représentent **25.60%**.
- C- Les **Symphypleona**, sont au nombre de **746** individus, soit une moyenne de **33.90** Individus échantillon. Ils représentent **12.03%** du total dénombré.

### 2.1.2-Boussouf

Nous donnons dans la figure 30 une représentation graphique de l'abondance absolue des effectifs des 3 ordres de Collemboles récoltés dans Boussouf.



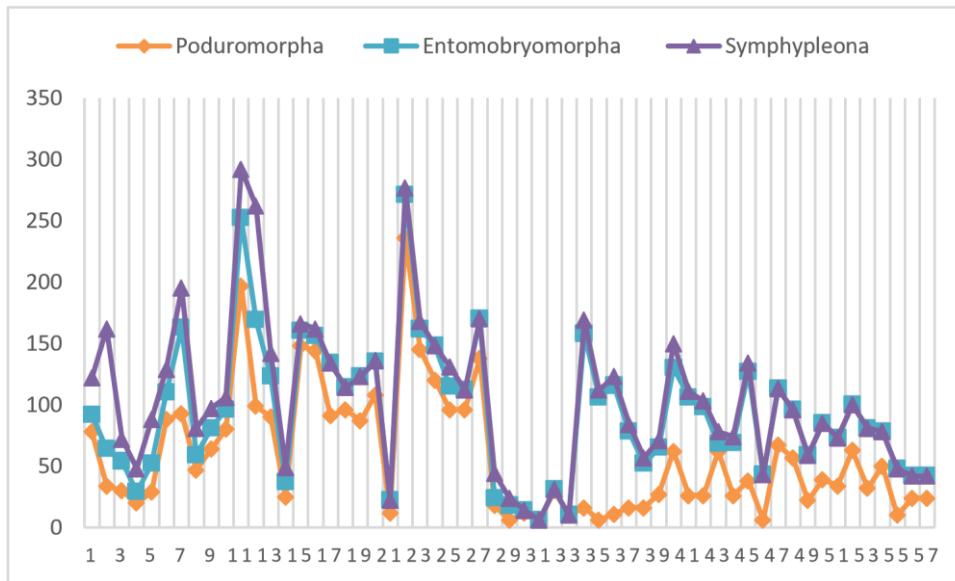
**Figure 30.** Abondance par ordre de Collemboles dans la localité Boussouf

Sur un ensemble de **18** échantillons, nous avons dénombré **3840** individus Collembole appartenant à 3 ordres :

- A- Les Poduromorpha** sont au nombre de **2879** individus, avec une moyenne de l'ordre de **159,95** individus/échantillon. Ils représentent **74,97%** du total dénombré.
- B- Les Entobryomorpha**, au nombre de **707** individus, soit un nombre moyen /échantillon de l'ordre de **39,30**. Ils représentent **18,41%** du total dénombré.
- C- Les Symphypleona**, sont au nombre de **254** individus, soit une moyenne de **14,11** individus /échantillon. Ils représentent **6,61%** du total dénombré.

### 2.1.3-Oued Seguin

Nous donnons dans la figure 31 une représentation graphique de l'abondance absolue des effectifs des 3 ordres de Collemboles récoltés dans Oued Seguin.



**Figure 31.** Abondance par ordre de Collemboles dans la localité Oued Seguin

Sur un ensemble de **57** échantillons, nous avons dénombré **2554** individus Collemboles appartenant à 3 ordres :

**Les Entomobryomorpha** sont au nombre de **1428** individus, avec une moyenne de l'ordre de **25.10** individus/échantillon. Ils représentent **55.91%** du total dénombré.

**Les Poduromorpha**, au nombre de **952** individus, soit un nombre moyen **16.70** individus/échantillon. Ils représentent **37,27%** du total dénombré.

**Les Symphypleona**, sont au nombre de **174** individus, soit une moyenne de **3,10** individus/échantillon. Ils représentent **6,81%** du total dénombré.

## 1. PODUROMORPHA

### 1.1-Familles des Hypogastruridae

#### *Ceratophysella denticulata* (Bagnall, 1941)

Citations d'Algérie: Cassagnau (1963:198). Thibaud & Massoud (1980 : 515), Stomp (1983:85), Brahim-Bounab (2017:83), Bendjaballah (2020:81), Brahim-Bounab et *al.*, (2020 :56), Lachi et *al.*, (2023 :96)

Distribution : Cosmopolite (Fjellberg 1998).

### **Hypogastrura vernalis (Carl, 1901)**

Citations d'Algérie : Arbea et *al.*, (2013:177), Hamra-Kroua (2016:85) ; Brahim-Bounab (2017:83), Brahim-Bounab et *al.*, (2020 :57), Lachi et *al.*, (2023 :96).

Distribution : Paléarctique (Arbea et *al.*, 2013).

### **Willemia intermedia Mills, 1934**

Citations d'Algérie : Hamra-Kroua (2016:85), Brahim-Bounab et *al.*, (2020 :57).

Distribution : Holarctique (Thibaud et *al.*, 2004).

## **1.2-Familles des Neanuridae**

### **1.2.1-Sous-Familles Frieseinac**

#### ***Friesea laouina* Deharveng & Hamra-Kroua, 2004**

Citations d'Algérie: Brahim-Bounab et *al.*, (2014 : 42, 2017 : 967) Brahim-Bounab (2017 : 84). Bendjaballah et *al.*, (2018-396), Bendjaballah (2020 :81) , Brahim-Bounab et *al.*, (2020 :59), Lachi et *al.*, (2023 :96).

Distribution : Endémique d'Algérie (Deharveng & Hamra-Kroua, 2004).

### **1.2.2-Sous-Familles des Neanurinae**

#### ***Bilobella aurantiaca* (Caroli, 1912)**

Citations d'Algérie: Handschin (1926 119 comme Achorutes aurantiacus), Cassagnau (1963 : 198 comme Neanura aurantiaca), Thibaud & Massoud (1980 : 516), Hamra-Kroua & Allatou (2003 : 22), Ait-Mouloud er *al.*, (2007 151), Deharveng et *al.*, (2007 : 57) ; Baquero et *al.*, (2009 : 68), Arbea et *al.*, (2013) 178), Hamra-Kroua (2016 : 85), Brahim-Bounab et *al.* (2017, 967), Brahim-Bounab (2017 : 84), Zoughailech (2017. 135), Bend- jaballah et *al.*, (2018. 397, Fig. 5), Bendjaballah (2020 : 82). Hamra-Kroua (2016 : 86 comme Bilobella braunerne Deharveng, 1981, une seule mention douteuse, qui concerne un spécimen aberrant de B. aurantiaca. Non cité en Algérie en dehors d'Edough, Brahim-Bounab et *al.*, (2020 :60), Lachi et *al.*, (2023 :97).

Distribution : Méditerranée (Arbea & Jordana 1997) Remarque. Espèce très commune dans l'Edough.

### **1.3-Famille des Onychiuridae**

#### ***Protaphorura armata* (Tullberg 1869)**

Citations d'Algérie : Denis (1937 : 87 comme *Onychiuris armatis* ou *O. armata* species group), Cassagnau (1963 : 198 comme *O. armane* sensu stricto), Stomp (1974 : 112 comme *O. armatus*), Stomp (1983 : 192 comme *O. armatu*), Thibaud & Massoud (1980 : 516 comme *P. armata*), Ait-Mouloud et al., (2007 : 151 comme *P. gr. armata*), Hamra-Kroua & Cancela da Fonseca (2009 : 36 comme *P. armata*), Baquero et al., (2009 : 68 comme *P. armata*), Arbea et al., (2013 : 178 comme *P. armata*), Humra-Kroua (2016 : 86 comme *P. gr. armata*), Brahim-Boumab (2017 : 83), Zoughailech (2017, 136), Bendjaballah et al., (2018 : 402), Bendjaballah (2020 : 82), (Brahim-Bounab ;(2020 :65), Lachi et al., (2023 :97).

Distribution : Cosmopolite (Fjellberg 1998) Remarque. L'attribution à *Protaphorura armata* de tous les spécimens cités dans la littérature est à confirmer.

### **2.1-Famille des Isotomidae**

#### ***Hemisotoma thermophila* (Axelson, 1900)**

Citations d'Algérie: Cassagnau (1963 : 198 comme *Isotomina thermophila*), Thibaud & Massoud (1980 : 17 comme *I. thermophila*), Hamra-Kroua & Allatou (2003 : 22 comme *Cryptopygus thermophilus*), Ast-Mouloud et al (2007 : 151), Baquero et al., (2009 : 68), Hamra-Kroua & Cancela da Fonseca (2009 : 36 comme *C. thermophila* Jus), Hamra-Kroua (2016 : 86 comme *C. thermophilus*), Zoughailech (2017 : 136) ; Bendjaballah (2020:83),Brahim-Bounab ;(2020 :66), Lachi et al., (2023 :98)

Distribution : Cosmopolite (Potapov 2001) (Brahim-Bounab et al., (2020 :66)

#### ***Folsomia candida* Willem, 1902**

Citation d'Algérie: Zoughailech (2017, 136),Brahim-Bounab et al., (2020 :67).

Distribution : Cosmopolite (Fjellberg 2007).

#### ***Isotoma viridis* Bourlet, 1839: 401.**

Citations d'Algérie: Handschin (1928 : 5) ; Thibaud & Massoud (1980 : 517) ; Stomp (1983 : 196), Bendjaballah et *al.*, (2018 :409).

Distribution : région holarctique (Potapov, 2001).

## **2.2- Famille des Entomobrydea**

### ***Heteromurus major* (Monicz, 1889)**

Citations d'Algérie hors l'Edough : Handschin (1928, 7), Cassagnau (1963 : 198), Thibaud & Massoud (1980 518), Hamra-Kroua & Allatou (2003-23). At-Mouloud et *al.*, (2007 : 151), Hamra-Kroux & Cancela da Fonseca (2009 : 36), Baquero et *al.*, (2009 68), Hamra-Krous (2016 : 87), Zoughailech (2017 : 137) ; Bendjaballah et *al.*, (2018 406, Fig 18), Bendjaballah (2020 83) ,Brahim-Bounab et al(2020 :70), Lachi et *al.*, (2023 :98).

Distribution :Euro-méditerranéenne (Mari-Mutt, 1980).

## **3. SYMPHYPLEONA**

### **Famille Sminthurididae**

#### ***Sphaeridia pumilis* (Krausbauer, 1898)**

Citations d'Algérie en dehors de l'Edough : Cassagnau (1963 199), Thibaud & Massoud (1980 520), Bretfeld (2001 129 comme *Sphaeridia pumilis* sensu stricto), Ait-Mouloud et *al.*, (2007 151), Baquero et *al.*, (2009 : 68), Zoughailech (2017 : 137), Bendjaballah et *al.*, (2018 410), Bendjaballah (2020 : 84), Brahim-Bounab et *al.*, (2020 :72), Lachi et *al.*, (2023 :96)

Distribution : Cosmopolite (Bretfeld, 1999 : Holarctique, Australie).

### **Discussion**

Ce travail est représenté une deuxième étude des Collemboles sur les milieux urbains et semiurbains, l'analyse de plusieurs dizaines d'échantillons prélevés dans l'habitat urbain et semiurbain dans deux localités (Bounoura, Boussof) dans la région de Constantine et une localité (Oued Seguin) dans la région de Mila révéler la présence de 26 espèces sur un ensemble de 12597 individus récoltés entre le mois de Janvier et Avril 2023. Les espèces récoltées appartiennent à 22 genres réparties sur 8 familles des 3 ordres des collembolés.

Par localité, Bounoura qui présente la plus importante diversité avec respectivement: 3 ordres, 7 familles, 17 genres et 20 espèces de Collembolés .

La région d'Oued Seguin occupe le 2ème rang avec respectivement: 3 ordres, 8 familles, 15 genres et 16 espèces de Collemboles identifiées

Boussouf vient en dernier avec seulement 3 ordres, 7 familles, 14 genres et 14 espèces de Collemboles. Il en ressort que c'est dans Bounouara qu'on rencontre la plus importante diversité spécifique. Cela étant dû au climat local, à la nature du sol, au type de biotopes échantillonnés et surtout à l'effort d'échantillonnage fourni.

Par ordre de Collemboles, les Poduromorpha sont les plus diversifiés avec 12 espèces, soit 46% des totales espèces identifiées, Les Entomobryomorpha avec 11 espèces représentent 42% des totales espèces identifiées, les Symphypleona avec 3 espèces sont peu représentés, soit une proportion de l'ordre de 12% et enfin les Neelipleona sont totalement absents. Hamra Koua (2005) met en évidence une diversité extraordinaire d'ordre Poduromorpha et surtout la famille des Neanuridae.

La famille des Hypogastruridae avec 06 espèces appartenant à 04 genres *Ceratophyselladenticulata*, *Ceratophysella* sp., *Hypogastruravernalis*, *Willemia intermedia*, *Xenylla mediterranea*, *Xenylla* sp.

Pour la famille des Neanuridae on note la présence de 03 espèces seulement appartenant à 03 genres repartis sur trois sous familles *Bilobella aurantiaca*, *Pseudochorutinae* sp., *pseudochorutinae*. La diversité des Neanuridae est très faible comparée aux travaux antérieurs.

La famille des Onychiuridae avec 03 espèces appartenant à 02 genres *Protaphorura armata*, *Protaphorura* sp., *Mesaphorura* sp.

La famille des Isotomidae avec 06 espèces appartenant à 05 genres *Hemisotomathermophila*, *Folsomia candida*, *Isotoma viridis*, *Isotomidae* (espèce non identifiée), *Isotomurus palustris*, *Isotomurus* sp.

La famille des Entomobryidae avec 05 espèces appartenant à 05 genres *Heteromurus major*, *Entomobrya* sp., *Entomobryidae*, *Lepidocyrtus* sp., *Orchesellacincta*.

La famille des Dicyrtomidae avec une seule espèce à un seul genre *Dicyrtomina ornata*.

La famille des Katiannidea avec une seule espèce à un seul genre *Sminthurinus* sp.

La famille des Sminthurididae avec une seule espèce à un seul genre *Sphaeridia Punilis*.

Les résultats du dénombrement des individus de collemboles, indiquent que l'ordre des Poduromorpha est le plus abondants dans les 03 localités prospectées avec **3869** individus, soit **62,67%** dans Bounouara, ils sont de l'ordre de **2879** individus, soit **74,97%** dans Boussouf et **952** individus, soit **37,27%** dans Oued Seguin.

Les Entomobryomorpha comptent **1588** individus, soit **25,6%** dans Bounouara, **1428** individus, soit **55,91%** au Oued Seguin et **707** individus, soit **18,41%** à Boussouf. Les Symphypleonac sont peu abondants dans les 3 localités, dans Bounouara on dénombre un total de **746** individus, soit **12,03%** du total de collembole. Au Boussouf on trouve une abondance de l'ordre de **254** individus soit **6,61%**. Dans la localité d'Oued Seguin on trouve **174** individus, soit **6,81%** du total. Les Neelipleona sont absents dans les trois localités d'étude.

Sur un total de 26 espèces on a 06 espèces communes entre Bounouara, Boussouf et Oued Seguin : *Ceratophysella denticulata*, *Bilobella aurantiaca*, *Hemisotoma thermophila*, *Heteromurus major*, *Folsomia candida* et *Sphaeridia pumilis*

Les études taxonomiques et faunistiques effectuées dans les différentes localités de Constantine (Didouche Mourad, Campus universitaire et Centre -Ville.) montrent une grande similarité entre la faune rencontrée dans les localités Boussouf, Bounouara et Oued Seguin avec 18 espèces, dans l'ordre Poduromorpha Spécifiquement la famille des Hypogastruridae, 4 espèces sont communes *Ceratophysella denticulata*, *Ceratophysella sp*, *Hypogastrura vernalis*, *Willemia intermedia*, deux espèces de la famille Neanurinae : *Bilobella aurantiaca*, *Pseudachorutinae*, la famille Onychiuridae on a trouvé aussi 2 espèces : *Protaphorura sp*, *Mesophorura sp*. La même chose pour l'ordre Entomobryomorpha les deux études partagent le même espèces pour la famille Isotomidae : *Isotomurus palustris*, *Isotomurus sp*, *Hemisoma thermophila*, *Heteromurus major*, *Folsomia candida*. la famille Entomobryeae par 4 espèces : *Entomobrya sp*, *Lepidocyrtus sp*, *Orchesella cineta*, *Heteromurus major*, *Heteromurus major*. L'ordre Symphypleonac connus par : une seule espèce de la famille Dicyrtomidea : *Dicyrtominaa oranta* et Un d'autre espèce de la famille Sminthurididae : *Sphaeridia pumilis*. Ceci est dû probablement aux ressemblances sur le plan climatique, géologique et couvert végétal.

Après la comparaison de la diversité des collemboles, nous constatons qu'il existe 06 espèces qui ne se trouvent pas dans d'autres régions concernant : *Xenylla mediterranea*, *Xenylla sp*, *Friesea laouina*, *Protaphorura sp*, *Isotoma viridis*, *Isotomidae*, *Entomobryeae*, *Sminthurinus*



*sp.* La raison en est due au fait de ne pas scanner suffisamment les zones et la méthode des récoltes.

Au début du présent millénaire, Hamra-Kroua (2005) viens rajouter 56 espèces nouvelles pour le pays dont 49 sont signalées pour la première fois en Afrique du Nord, dans plusieurs localités du Nord-est Algérien. Après le travail de Hamra Kroua d'autres travaux sur la faune collembologique algérienne ont été effectués Amri (2006), Brahim Bounab (2016), Zoughailech (2017) et Bendjaballah (2018). Les travaux des auteurs précités permettent d'enrichir le patrimoine national de la biodiversité. Par comparaison, on signale l'absence de plusieurs espèces déjà citées par les auteurs précédant, montre une certaine différence qui peut être liée soit au couvert végétal, qui caractérise chaque milieux, certains facteurs anthropiques, l'altitude et les facteurs climatiques.

## **Conclusion**

Cette étude a été menée sur une période de quatre mois (janvier-avril) et représente une simple contribution à l'inventaire et à la connaissance de la diversité de Collemboles des milieux urbains et semi-urbains, elle constitue également le deuxième élément de base pour l'étude de ces milieux (la première a été réalisée en 2017).

Ce travail a été réalisé dans trois stations du nord-est algérien, plus précisément dans les régions de Constantine et Mila. Au total, 12597 individus ont été recensés, répartis en 26 espèces appartenant à 3 ordres, 8 familles et 22 genres, toutes les espèces identifiées sont déjà signalées en Algérie dans différentes localités du pays.

Les résultats obtenus ne reflètent pas la diversité réelle des localités d'étude, parce qu'ils ne représentent qu'une partie des habitats existants.

Bien que notre étude ait été limitée et n'ait pas donné de nouveaux résultats pour la science, nous espérons qu'à l'avenir plus de lumière sera apportée par les chercheurs et les travailleurs pour étudier ce sujet sur les zones urbaines, car il peut y avoir de nouveaux.

# Références bibliographiques

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Ait Mouloud S.,2006-** Etude de la biodiversité des Collemboles sur l'Ecotone au-sol forestier dans les zones humides de la Kabylie et d'une tourbière des Pyrénées. Systématique, Ecologie, Biogeographie Thèse Doct Univ MMT0.122p.

**Anonyme ,2023-**<https://collemboles.fr/>.

**Bellinger P.F., Christiansen K.A. et Janssens E., (1996-2017)-**Checklist of theCollembola of the World. <http://www.collembola.org>

**Bachelier G., 1978-**La faune da sol, son écologie et son action. Initiation Documentation Techniques, 38 O.R.S.T.O.M, Paris,391 p.4 pl.

**Brahim Bounab H., 2016-** Les collemboles (Hexapoda Collembola) de quelque localités du Nord-est algérien Taxonomie et Appartenance Biogéographique. Thèse de Doctorat. Université Mentouri Constantine. 195p.

**Brahim-Bounab H. Bendjaballah M., HamraKroua S., Lachi N., Bedos A. & Deharveng L.(2020)-**Checklist of the springtails (Hexapoda: Collembola) of the Edough massif, northeastern Algeria. Zootaxa 4853 (1): 051-078.

**Bendjaballah M., Zoughaileche A., Brahim-Bounab H., HamraKroua S.,Bedos A& Deharveng L.,(2018)-** Annotated checklist of the springtails (Hexapoda: Collembola) of the Collo massif, northeastern Algeria .,Zoosystema 40(16): 389-414.

**BendjaballahM.,2019-**Biodiversité des microarthropodes liétiqoles (Hexapoda; Collembola) dequelques localités du Nord-Est algérien. Thèse de Doctorat, Université Mentouri Constantine 241p.

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

**Block (W.) &Sømme (L.),1982-**Studies of Arthropod cold hardiness. Br. AntaretSurv. Bull., 53, 265-266.

**Bonfanti J,2021**-Réponses fonctionnelles des communautés de collemboles aux gradients climatiques.Biologie des populations et écologie.These du Doctorat.l'Université Paul-Valéry Montpellier 3.194p.

**Bellinger, P.F., KA. Christiansen&Janssens.F.,1996-2014**-Checklist of the Collembola of the World. URL: <http://www.collembola.org> [Último acceso: 12-oct 2014].

**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), 197-205.

**Cassagnau P., 1990**-Des hexapodes vieux de 400 millions d'années les collemboles. I biologie et evolution. AnnéeAnnée Biol. 29, 1-37,

**Cousson D,(2019),Collembola,un micro-monde merveilleux,Perrigny-sur-l'ognon (21).**

**Debarveng, L. & Hamra-Krous, S.,2004**- Une nouvelle espèce de Friesea Dalla Torre, 1885, du massif de l'Edough, nord-Constantinois, Algérie (Collembola, Neanuridae). Bulletin de la Société entomologique de France, 109 (2), 141-143.

**Deharveng L, Hamra-Kroua S. et Bedos A., 2007**- Edoughnura rara ngen,n.sp.,an enigmatic genus of Neanurinae Collembola from the Edough Massif (Algeria). Zootaxa 1652,3Dec 2007.p.57-61.

**Delamare-Deboutteville (CL.). 1954**-Collemboles marins de la zone souterraine humides des sables littoraux. Vie et Milieu, t. 4, pp. 290-319.

**FjellergeA,1998**-The collembola of Fennoscandi and Denmark.Part 1:Poduromoroha,FAUNA EntomologicaScandinica,vlm 35,p184.

**Gisin, H. ,1943**- Okologie und Levensgemenischaften der Collembolen im schweizerischen Exkursionsgebiet Basels, Rev. Suisse Zool. 50, 131-224.

**Garcelon P.,2023**-Familles de collemboles selon leurs quatre ordres.collembola.org

**Hopkin S. P., 1997**- Biology of the Springtails (Insecta Collembola). Oxford University Press, 1997, 1-330.

**Handschin E.,1928**- Uber Die Von H. Gauthier in den sumpfen Algeriens gessammelten Collembolen, Archiv für naturgeschichte. 92: 1-18.

**Handschin E.,1926**-Collembolen aus Algerien. Zeitschrift für wissenschaftliche insektenbiologie. 3: 117-126

**Hamra-Kroua S,2005**-Les Collemboles (Hexapoda. Arthropoda) du Nord-Est algérien  
Taxonomie, Biogéographie et Ecologie. Thèse de Doctorat d'état. 266p

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

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

**Joose, E.N.G. & Veltkamp, E.,1970**- Some aspects of growth, moulting and reproduction in  
five species of surface dwelling Collembola. Netherlands Journal of Zoology, 20, 315-28.

**Lachi N.,Bbendjaballa M.,Brahim-Bounab H & Salah Hamra-Kroua.,2023**-Premières  
données sur la faune collemboologique (Hexapoda: Collembola) de la Wilaya de Jijel au Nord-est  
de l'Algérie., Entomologie Faunistique- Faunistic Entomology 2023-76.,10-31.

**L'ERABLE,2012**-Cercles des Naturalistes de Belgique.,Société royale association sans but  
lucratif.,n 02.,13p.

**Murphy D.H.,1958**-Isotoma vaillanti sp. n., a new species of Collembola from Algeria.  
Journal of Natural History Series 13. 1(8): 524-526.

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

**Palevody, C.1976**- L'ovogenèse chez les Collemboles Isotomides: Cytologie et  
approche physiologique. Thèse université P. Sabatier, Toulouse, 1-133.

**Palissa A., in Schwoerbel J. et Zwick P., 2000**-Süßwasserfauna von Mitteleuropa,Band 10:  
Insecta Collembola, Spektrum, Akad. Verlag, p. 1-166.

**Raccaud-Schoeller J,1980**-Les insectes: Physiologie et développement Edition Masson,Paris,  
295 p.

**Sacchi D., (2011)**- Les Amis du Muséum National d'Histoire Naturelle.

**Salmon S,2017**- Les Collemboles: acteurs de la vie du sol, Encyclopédie de l'Environnement,

**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 Zool., Tome 87.  
Fascicule 2, p. 513-548.

**Thibaud J M., & D'haese CA., 2010-** Le petit Collembole illustre. Arvensis, 51-31.

**Thibaud J. M.,1970-**Biologie et Ecologie des Collemboles Hypogastruridae édaphiques et cavemicoles. Mem. Mus. Hist. Nat., Paris, A Zool. 61, 83-201.

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



Année universitaire : 2022-2023

Présenté par : OUAHCHI Warda  
BENTALEB Fadhila

## Contribution à l'étude des Collemboles urbains et semi-urbains dans deux wilayas Constantine et Mila

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et Contrôle des populations d'insectes

### Résumé

Dans le laboratoire de Biosystématique et Écologie des Arthropodes nous avons analysés de nombreux échantillons de la litière prélevés dans quelques habitats urbains et semi urbains des deux régions de Constantine (Bounoura, Boussof) et de la région de Mila (Oued Seguin), Grâce à cette analyse plus de **12597** individus en été extrais, en utilisant des techniques d'extraction des Collemboles (l'appareil de Berlese). L'inventaire des Collemboles a révélé la présence d'un total de **26** espèces de Collemboles appartenant à **3** ordres, **8** familles, **22** genres.

Parmi les trois localités prospectées, c'est de Bounoura d'où provient l'essentiel du total récoltés et identifiées, soit **40%** et d'où provient la moitié des Collemboles dénombrés soit **61%** avec **6203** individus, suivi par Boussof avec **30%** soit **3840** individus et Oued Seguin avec **9%** soit **2554** individus.

À travers des résultats du dénombrement des individus de Collemboles indiquant que l'ordre des **Poduromorpha** est le plus abondante dans les trois localités avec une proportion de **46%** avec **7700** individus et le plus diversifiée avec **12** espèces, suivi par **Entomobryomorpha** avec **42%** soit **3723** individus et **11** espèces, les **Symphyleona** avec une proportion de **12%** soit **1174** individus et le moins diversifié avec **3** espèces seulement, les **Neelipleona** sont absents dans nous échantillons.

**Mots-clefs :** Milieux urbains, Constantine, Mila, L'inventaire, Collemboles.

### Laboratoire de recherche :

Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes

**Président du jury :** HAMRA KROUA Salah (Prof - UFMC 1).

**Encadrant :** BRAHIM BOUNAB Hayette (MCA - UFMC 1). **Examineur :** BENDJABALLAH Mohamed (MCB - UFMC 1).