



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري بقسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale.. 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 Contrôles des Populations d'Insectes

Intitulé :

La biodiversité des collemboles des habitats urbains et semi urbains de la région de Constantine

Présenté et soutenu par :LEKIKOT Amina

Le :04/07/2017

BOUSEBA Chaima

Jury d'évaluation :

Président du jury : HAMRA KROUA Salah (Professeur- UFM Constantine).

Rapporteur :BRAHIM BOUNAB Hayette(MAB- UFM Constantine).

Examineurs :SAOUACHE Yasmina(MCB - UFM Constantine).

***Année universitaire
2016- 2017***



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري بقسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale

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 Contrôles des Populations d'Insectes

Intitulé :

La biodiversité des collemboles des habitats urbains et semi urbains de la région de Constantine

Présenté et soutenu par :LEKIKOT Amina

Le :04/07/2017

BOUSEBA Chaima

Jury d'évaluation :

Président du jury : HAMRA KROUA Salah (Professeur- UFM Constantine).

Rapporteur :BRAHIM BOUNAB Hayette(MAB- UFM Constantine).

Examineurs :SAOUACHE Yasmina (MCB - UFM Constantine).

***Année universitaire
2016- 2017***

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions Dieu d'avoir donné à l'Homme le pouvoir de raisonner, d'exploiter et d'expliquer les vérités de l'Univers.

En premier lieu nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche.

Nos sincères remerciements sont exprimés à notre encadreur **Dr. BRAHIM BOUNAB Hayette** pour avoir acceptée de diriger et suivre ce travail, pour la facilité du travail qu'elle nous a procuré, les précieux conseils qu'elle nous a prodigué tout au long de notre travail, pour sa patience et sa bienveillance.

Nos remerciements les plus respectueux vont à Monsieur le Professeur **HAMRA-KROUASalah** pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire. Qu'il trouve ici l'expression de nos profondes reconnaissances.

Nous adressons toutes nos gratitude à **Mme. SAOUACHE Yasmina**, pour avoir accepté de faire partie de ce jury.

Nos remerciements s'adressent aussi à **BENDJABALLAH MOHAMED**, pour son aide, sa gentillesse et ses orientations.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A l'homme de ma vie, 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 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 ma sœur Iman, mon frères Okba pour leur tendresse, leur soutien et leur encouragements.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études, mes chers amis : Loubna, Amina, Choubeila, Jouhaina, Zineb, Asma, Kawtar et Wafya.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Chaima

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mon frère Chouaib, mon mari Tarek qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Ma sœur de cœur Maroua, mes meilleures amies Cheima, Choubeila, avec qui je partage des moments de ma vie au fil du temps.

Amīna

SOMMAIRE

Introduction	18
Chapitre I : Données générales sur les collemboles	
1. Morphologie générale	21
1.1. La tête	21
1.2. Le thorax	22
1.3. L'abdomen	22
2. Anatomie	24
2.1. Système tégumentaire	24
2.2. Système nerveux	24
2.3. Système digestif	25
2.4. Système respiratoire	26
2.5. Système circulatoire	26
2.6. Système musculaire	26
2.7. Système excréteur	26
2.8. Système endocrinien	27
3. Reproduction et développement	27
3.1. La reproduction	27
3.1.1. Appareil génital male	27
3.1.2. Appareil génital femelle	28
3.2. La fécondation	29
3.3. La ponte	30
3.4. Parthénogénèse	30
3.5 Développement	31
3.5.1. Développement embryonnaire	31

3.5.2. Développement post-embryonnaire	31
4. Ecologie des collemboles	32
4.1. Régime alimentaire	32
4.2. Adaptations des Collemboles.....	33
4.2.1. Adaptation à la température.....	33
4.2.2. Adaptation aux milieux humides	33
4.2.3. Adaptation à la lumière	34
4.3. Rôle des collemboles.....	34
4.4. Parasites et prédateurs.....	34
5. Position systématique des Collemboles	34
6. Historique des collemboles d'Algérie.....	36
Chapitre II : Présentation des localités de récoltes et méthodes d'études	
1. Présentation des localités d'étude	45
1.1. Localité de Didouche Mourad.....	46
1.2. Localité du campus universitaire.....	46
1.3. Localité du Centre-Ville	47
1.3.1. Le jardin Bennacer.....	47
1.3.2. La Rue Thiers	48
1.3.3. Le Jardin Public de belle aire (Belle Vue)	49
2. Etude faunistique.....	50
2.1. Techniques de récolte des échantillons.....	50
2.2. Extraction des collemboles	51
2.3. Tri et dénombrement des collemboles	52
2.4. Identification des collemboles	53

Chapitre III: Résultats et discussion

1. Composition faunistique	59
2. Etude statistique	65
2.1. Abondances des ordres de Collemboles	65
2.1.1. Campus universitaire	65
2.1.2. Centre-ville	65
2.1.3. Didouche Mourad	66
2.2. Statistiques descriptives des Collemboles récoltés dans les différents biotopes	67
2.2.1. Indices de diversité	67
2.2.2. La Densité	68
3. Discussion	69
Conclusion	73
Références Bibliographiques	75

Annexes

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nouvelle systématique des collemboles selon Bellinger et al, (2005).....	35
Tableau 2. Liste d'espèces de collemboles du Nord-Est algérien selon Hamra Kroua(2005)...	36
Tableau 3. Mise à jour de l'inventaire des collemboles reconnues signalées en Algérie entre 2007-2017.....	40
Tableau 4. Liste des collemboles identifiés dans les différentes localités d'étude.....	59
Tableau 5. Paramètres descriptifs du peuplement de collemboles dans les quatre biotopes...	68

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Morphologie externe d'un collembole Entomobryidae (Thibaud et Mutt, 1988).....	21
Figure 2. Les ommatidies séparées de <i>Willowsiapatani</i> (Anonyme, 2017)	22
Figure 3. Vue ventrale de l'Entomobryidae <i>Entomobryamarginata</i> (Anonyme, 2017)	23
Figure 4. Détails de la furca de <i>Ceratophysellasp</i> (Anonyme, 2017)	23
Figure 5. Tube ventrale (Anonyme, 2017)	24
Figure 6. Système nerveux de <i>Smynthurussignatus</i> (= <i>Allacmafusca</i>) d'après Nicolet, 1842	25
Figure 7. Spermatophore de <i>Isotomaviridis</i>	28
Figure 8. Spermatophore de <i>Poduraaquatica</i> d'après Schilwa	28
Figure 9. Parade sexuelle de <i>Jeannenotiasachi</i>	29
Figure 10. Œuf enrobé de <i>Arrhopalitescaecus</i>	30
Figure 11. Carte de la wilaya de Constantine	45
Figure 12. Vue satellite récente des points de récolte dans la localité de Didouche Mourad	46
Figure 13. Vue satellite récente des points de récolte dans la localité du campus universitaire.....	47
Figure 14. Vue satellite récente du jardin Bennacer.	48
Figure 15. Vue satellite récente de la rue Thiers.	49
Figure 16. Vue satellite récente du jardin public Belle aire (Belle Vue).	50
Figure 17. Extraction des collemboles par la méthode sèche(Appareil de Bérlese-Tullgren)	52
Figure 18. Loupe binoculaire De marque « Carl Zeiss » à grossissement X32	53
Figure 19. La brosse de Cassagnau	53
Figure 20. Tubes étiquetés	53
Figure 21. Répartition en pourcentage des différents ordres des collemboles identifiés.....	61
Figure 22. Pourcentage des différentes familles de collemboles identifiés	61
Figure 23. Répartition en pourcentage des familles de Poduromorpha	62
Figure 24. Proportion des familles d'Entomobryomorpha	63
Figure 25. Proportion des familles de Symphypleona	63

Figure 26. Répartition des collemboles identifiés par localité	64
Figure 27. Abondance par ordre de Collemboles dans le campus universitaire	64
Figure 28. Abondance par ordre de Collemboles dans la localité du Centre-ville	65
Figure 29. Abondance par ordre de Collemboles dans la localité de Didouche Mourad.....	66
Figure 30. Variation des densités des familles des collemboles pour chaque biotope	67
Figure 31. Variation des densités des familles des collemboles pour chaque biotope.....	69

Résumé

De nombreux échantillons de quelques habitats urbains et semi urbains (litière et mousse) provenant de trois localités de la région de Constantine (Campus universitaire, Centre ville et Didouche Mourad) sont analysés au laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes. Un effectif total de plus de **2422** individus ont été extraits suite à l'emploi des technique courantes d'extraction des collemboles.

L'étude taxonomique révèle la présence d'un total de **20** espèces de collemboles appartenant à **3** ordres, **8** familles et **19** genres.

Parmi les trois localités prospectées, c'est du Campus universitaire que provient l'essentiel du total récoltés et identifiées, soit **39%**.

Les résultats du dénombrement des individus de collemboles, indiquent que l'ordre des **Poduromorpha** est le plus abondant dans les 3 localités prospectées avec **1087** individus, soit **45%**. Ils sont suivis par les **Entomobryomorpha** avec **1007** individus du total dénombrés, soit **42%**, les **Symphyleona** avec **328** individus soit **13%**, les **Neelipleona** sont absents dans nos échantillons.

C'est du Campus universitaire d'où provient plus de la moitié des collemboles dénombrés (1299 individus) soit **54%**, suivi par le Centre ville (653 individus) avec **27%** et Didouche Mourad (470 individus) soit **19%**.

Du point de vue diversité l'ordre des **Entomobryomorpha** (9 espèces) est le plus diversifié, suivi par les **Poduromorpha** (8 espèces), les **Symphyleona** (3 espèces).

Mots clés: Collemboles, biodiversité, milieux urbains, inventaire, Constantine.

Summary

Several samples of some urban and semi-urban habitats (litter and moss) from three localities in the Constantine region (University Campus, Center Ville and Didouche Mourad) were analyzed in the laboratory of Biosystematics and Ecology of Arthropod. A total of more than 2422 individuals were recovered using common techniques for springtails extraction.

The taxonomic study reveals the presence of a total of 20 species of collembola belonging to 3 orders, 8 families and 19 genera.

Among the three locations surveyed, the majority of the total harvested and identified collembola comes from the University Campus, accounting for 39%.

The results of the collembola individual counting indicate that the order of the **Poduromorpha** is the most abundant in the 3 localities prospected with 1087 individuals, or 45%. They are followed by **Entomobryomorpha** with 1007 individuals of total counted, or 42%, **Symphyleona** with 328 individuals or 13%, Neelipleona are absent in our samples.

It is from the University Campus where more than half of the collembola counted (1299 individuals) or 54%, followed by the Town center (653 individuals) with 27% and finally Didouche Mourad (470 individuals) or 19%.

In terms of diversity, the order of Entomobryomorpha (9 species) is the most diverse, followed by Poduromorpha (8 species), Symphypleona (3 species).

Keywords : Springtails, Biodiversity, Urban settings, Inventory, Constantine

ملخص

تم تحليل العديد من العينات المأخوذة من بعض الأوساط الحضرية و شبه الحضرية من ثلاثة مواقع في منطقة قسنطينة (الحرم الجامعي ، وسط المدينة وبلدية ديدوش مراد) في مختبر بيولوجيا و ايكولوجيا المفصليات. أكثر من 2422 فردا تم استخراجها باستخدام التقنيات المعروفة.

الدراسة التصنيفية كشفت وجود 20 نوعا ينتمون ل 3 رتب، 8 عائلات و 19 جنسا من حيوانات الكولمبول.

من بين المناطق الثلاثة التي شملتهم الدراسة يعتبر الحرم الجامعي المنطقة التي أتى منها معظم الأنواع التي تم جمعها بنسبة 39% .

نتائج العد لأفراد الكولمبول، تشير إلى أن رتبة Poduromorpha هي الأكثر وفرة في المواقع التي شملها المسح مع 1087 فردا أي ما يعادل 45%، تليها رتبة Entomobryomorpha مع 1007 فردا، أو 42% من المجموع، رتبة Symphypleona مع 328 فردا أو 13%. رتبة Neelipleona غائبة في عيناتنا.

أكثر من نصف حيوانات الكولمبول المصنفة تأتي من الحرم الجامعي (1299 فرد) أي ما يعادل 54% ، تليها وسط المدينة (653 فرد) بنسبة 27% و بلدية ديدوش مراد (470 فرد) أو 19%.

من ناحية التنوع رتبة Entomobryomorpha (09 انواع) هي الأكثر تنوعا، تليها رتبة Poduromorpha (08 انواع) و في المرتبة الاخيرة رتبة Symphypleona (03 انواع).

الكلمات المفتاحية: كولومبول، التنوع الحيوي، الأوساط الحضرية، جرد، قسنطينة.

Introduction

Introduction

Les Collemboles représentent le groupe d'Arthropodes le plus ancien, leur apparition remonte au Dévonien il y a 400 millions d'années. Il y a quelques années, les Collemboles étaient considérés comme des insectes, mais les nouveaux outils utilisés dans la systématique moderne font sortir les Collemboles de la classe *Insecta* et les érigent au rang de classe (Classe : *Collembola*). Ces Arthropodes minuscules sont connus surtout par leur aptitude de s'adapter à tous les milieux et à tous les biotopes.

Le présent travail nous offre la première ébauche pour la connaissance des collemboles des milieux urbains et semi-urbains dans la Wilaya de Constantine. C'est dans le volet biodiversité que s'intègre le présent travail. Le principal objectif est de connaître davantage cette faune inconnue. Nous partons avec, d'une part un handicap, celui de ne posséder aucune information sur le sujet, et d'autre part un avantage, celui de réaliser un travail original.

Les études consacrées à la connaissance des Collemboles d'Algérie sont très limitées et anciennes que l'on divise en trois périodes :

* Les premiers travaux remontent à la fin de la deuxième moitié du 19^{ème} siècle. Les premiers auteurs, Lucas (1846 et 1849) citent quelques espèces difficiles à replacer dans la systématique actuelle.

* La deuxième période a lieu entre 1920 et 1950 grâce à quelques études taxonomiques valables de Denis (1922 à 1937) et d'autres.

* La troisième période qui va de 1963 à 1980 a vu paraître une des études les plus approfondies sur les Collemboles d'Algérie, réalisée par Cassagnau (1963) dans la région de Bône (Annaba), l'auteur dresse une liste de 30 espèces de collemboles. En 1980, la faune des collemboles d'Algérie comptait un total de 114.

Enfin, le dernier travail d'envergure est celui réalisé par Hamra-Kroua (2005), l'auteur donne une liste de 132 espèces dont 74 sont nouvelles pour l'Algérie et plus 57 parmi elles sont nouvelles pour le reste des pays du Maghreb, d'autres sont nouvelles pour la science dont un nouveau genre. (Deharveng & Hamra-Kroua, 2004), (Deharveng et al, 2007), (Baquero et al, 2009), (Hamra-Kroua & al, 2009).

Mise à part le travail de Ait Mouloud et al. (2007) sur l'écologie d'une population de collemboles inféodés à un écotone sol-eau en Kabylie, tous les autres travaux réalisés sur ce groupe d'hexapodes s'intéressent à la biodiversité des collemboles litérocoles dans les milieux forestiers.

Suite à quelques récoltes dans trois localités de la wilaya de Constantine: la commune de Didouche Mourad, le centre-ville et la campus universitaire, quoique limitées dans le temps et dans l'espace, nous nous sommes permis de nous engager à réaliser une étude faunistique sur les collemboles des milieux urbains et semi-urbains.

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 générales
sur les collemboles

1. Morphologie générale

Les collemboles du grec Kolla = colle; embolon = toupie ou « springtails » en anglais, décrits pour la première fois par Lubbock en 1862. Ils sont répandus dans le sol, la litière de feuilles, les mousses, sous les écorces, le fumier, les grottes ... etc.

Les collemboles sont des arthropodes aptères de petite taille (0,2 à 10 mm) leur corps est divisé en trois parties : tête, thorax et abdomen (Fig. 1).

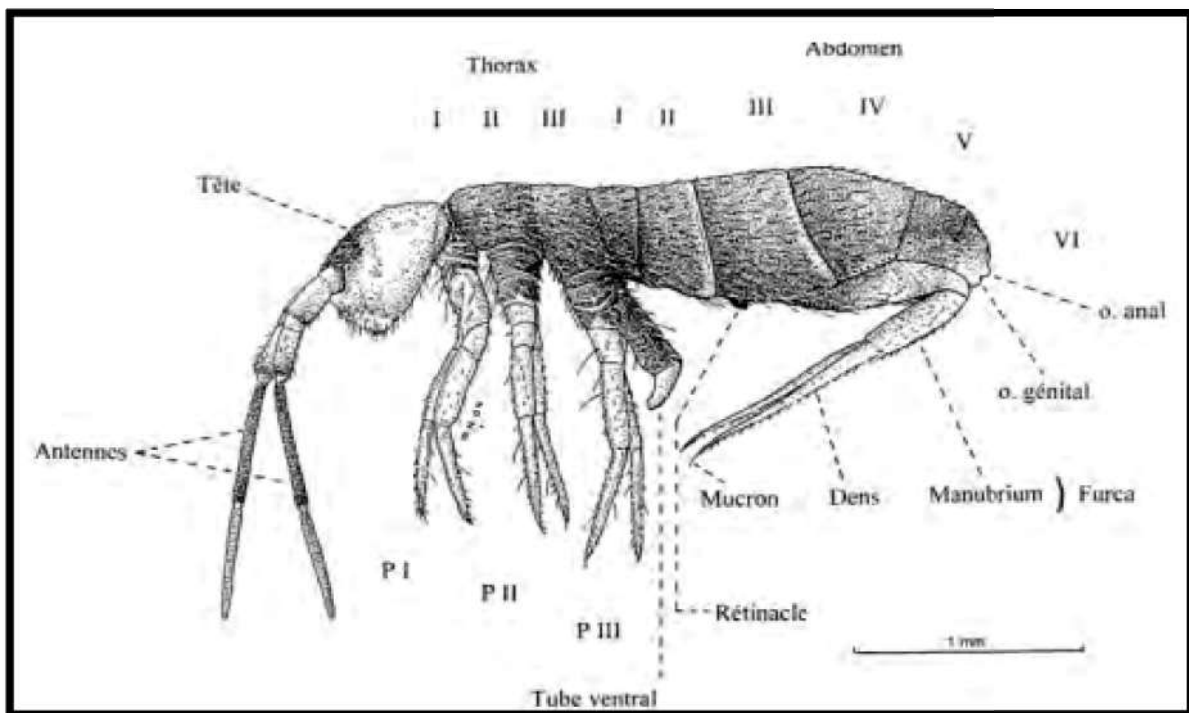


Figure 1. Morphologie externe d'un collembole Entomobryidae (Thibaud et Mutt, 1988)

1.1. La tête

Chez les collemboles la tête est soit prognathe (Arthropleona) soit hypognathe (Symphypleona). Elle est surmontée d'une paire d'antennes de quatre articles, les articles trois et quatre pouvant être subdivisés chez quelques groupes. Les antennes sont ornées de soies et de sensilles (récepteurs sensoriels) à grande valeur systématique (Cassagnau, 1990).

Sur la partie inférieure de la tête se trouvent 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 (Fig. 2), ce nombre est réduit ou nul chez certaines espèces. Un organe postantennaire homologue à l'organe de Tömösvary situé entre la base de l'antenne et la tache oculaire (Deharveng, 1983).

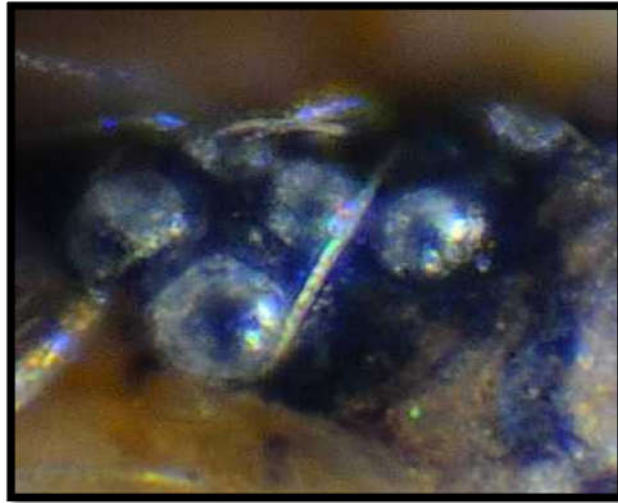


Figure 2. Les ommatidies séparées de *Willowsiaplantani* (Anonyme, 2017)

1.2. Le thorax

Le thorax divisé en trois segments inégaux, le premier est toujours plus ou moins réduit. Chaque segment thoracique porte ventralement une paire de pattes, chacune des trois paires de pattes sont pourvues de 2 praecoxae, d'une coxa, d'un trochanter, d'un fémur, d'un tibiotarse, d'un prétarse à nodule empodial et d'une griffe simple terminale. Dorsalement, trois tergites sont distincts chez les poduromorphes, deux chez les Entomobryomorpha et chez les Symphypleona sont unis avec les tergites abdominaux (Cassagnau, 1990).

1.3. L'abdomen

L'abdomen comporte généralement six segments, chez les Arthropleona les quatre premiers segments s'assemblent comme les quatre derniers segments chez les Symphypleona (Roth, 1968).

Certains segments portent des appendices spécifiques aux collembolés: Le premier segment abdominal porte un tube ventral ou collophore qui joue un rôle important dans l'équilibre hydro-

électrolytique et dans l'adhérence de l'animal à certains substrats (Fig. 5). Le troisième segment est pourvu d'un rétinacle ou tenaculum, sert à maintenir la furca contre l'abdomen grâce à une série de dents (Fig. 3). La furca est un organe de saut située au niveau du quatrième segment abdominal (Fig. 4) (Soto-Adames, 1996).

L'orifice génital est porté par le cinquième segment, sous forme de fente transversale chez la femelle est longitudinal chez les males. Le sixième segment, dépourvu d'appendice, comprend sur son extrémité ventrale l'orifice anal (Brahim Bounab, 2016).



Figure 3. Vue ventrale de l'Entomobryidae *Entomobrya marginata* (Anonyme, 2017)

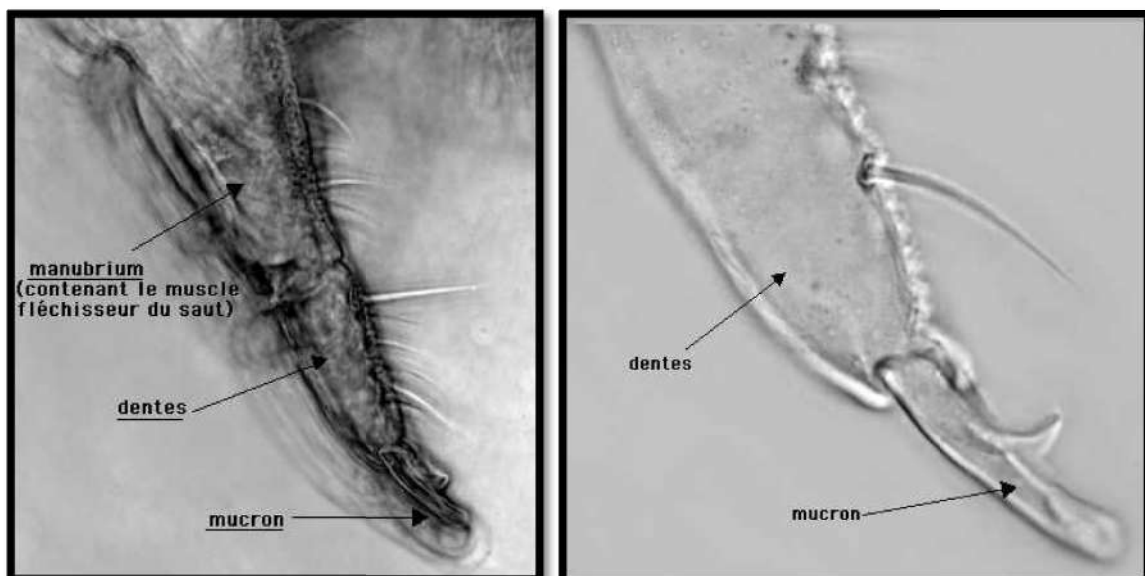


Figure 4. Détails de la furca de *Ceratophysella* sp. (Anonyme, 2017)

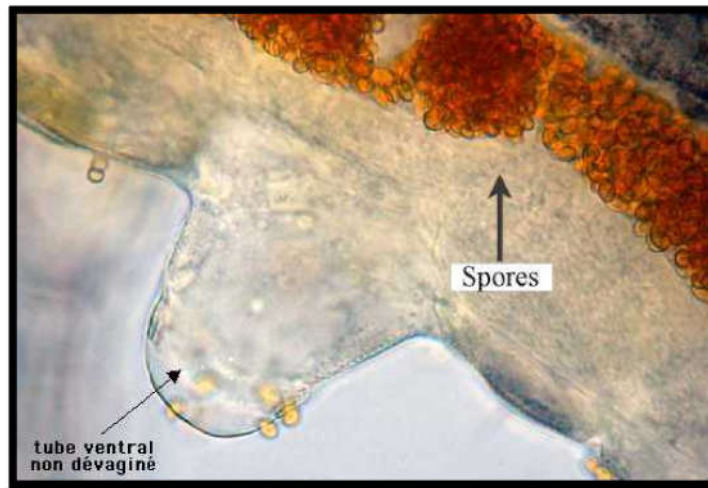


Figure 5. Tube ventrale (Anonyme, 2017)

2. Anatomie

2.1. Système tégumentaire

Le tégument est l'organe le plus grand dans le corps des collemboles, il est indispensable dans l'environnement terrestre pour la réussite des collemboles, Comme dans tous les Arthropodes, le tégument est un tissu qui en globe le corps et toutes les invaginations ectodermiques qui en découlent, tels que la cavité buccale, l'intestin antérieur et intestin postérieur. Le tégument se compose d'un épiderme intérieure (appelé parfois 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).

La cuticule multicouche se compose d'une épicuticule extérieure et une procuticule intérieure, cette dernière est composée d'une exocuticule extérieure et une endocuticule intérieure. L'ultrastructure de l'épicuticule est l'un des traits les plus frappants de la cuticule (Hopkin, 1997). La pigmentation du tégument est en fonction de la lumière des circonstances, dans des conditions de lumière, la pigmentation est plus intense; par ailleurs, dans l'obscurité, la pigmentation est plus pâle (Thibaud, 1970).

2.2. Système nerveux

Le système nerveux comprend un complexe céphalique des ganglions sous œsophagiens, qui formant le cerveau, et trois ganglions thoraciques (Nicolet, 1842). Les ganglions abdominaux fusionnent avec le ganglion métathoracique qui s'étend jusqu'au premier segment abdominal (Fig. 6) (Brauner, 1981) cité par Hopkin (1997).

Les ganglions sont Longitudinalement interconnectés Par une paire de connecteurs latéraux; Le nerf médiane de Leydig se déplace d'un ganglion ventral à l'autre entre les connecteurs latéraux (Vandel, 1970) cité par (Brahim Bounab, 2016).

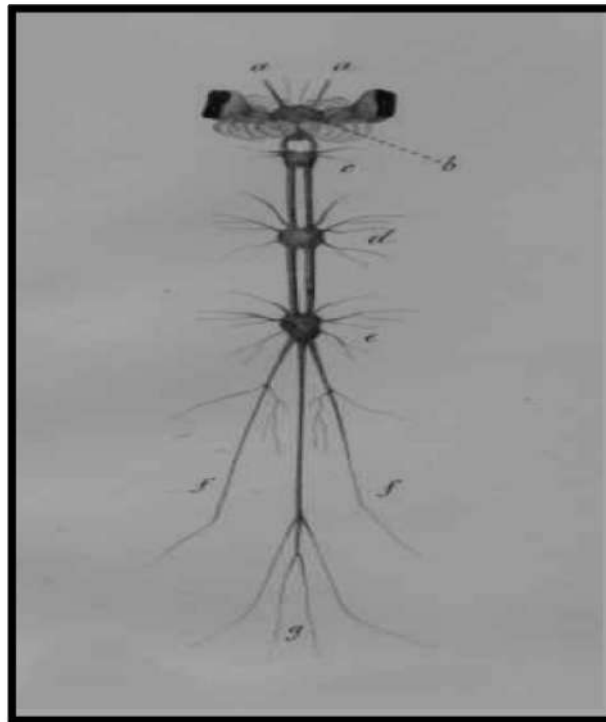


Figure 6. Système nerveux de *Smythurus signatus*(=*Allacmafusca*) d'après Nicolet, 1842

2.3. Système digestif

Le tractus digestif commence de la cavité buccale située dans la capsule céphalique. Le canal intestinal tubulaire passe directement de la partie antérieure vers la partie postérieure sans aucune circonvolution (Nicolet, 1842). Le canal alimentaire consiste en un intestin antérieur plutôt étroit ou **stomodéum**, un intestin médiane puissant (estomac, ventricules) ou **mésenteron** et un intestin postérieur étroit (caecaum, rectum, intestin) ou **proctodéum**.

L'intestin antérieur et l'intestin postérieur sont tapissés d'une cuticule qui se renouvelle à chaque mue (Thibaud, 1970). L'intestin moyen est couvert par des microvillosités épithéliales qui sont directement mises en contact avec la membrane péritrophique qui est sécrétée par un groupe de cellules postérieures situées entre l'intestin antérieur et l'intestin moyen (Hopkin, 1997). Un sphincter musculaire se situe entre les deux intestins moyens et postérieurs, connus comme région pylorique.

L'intestin moyen est tunique par des muscles circulaires et longitudinaux qui contribuent au malaxage de la nourriture et la poussent vers l'intestin postérieur grâce à des mouvements péristaltiques (Dallai et al, 1989) cité par (Hopkin, 1997).

Le rectum étant couvert par des muscles transversaux forme les excréments. La fin du tractus digestif débouche sur l'anus situé au niveau du sixième segment abdominal portant trois sacs à fonction inconnue (Leinaas, 1988) cité par (Hopkin, 1997).

2.4. Système respiratoire

La plupart des Collemboles ont une respiration superficielle via la cuticule par la diffusion des gaz. Cependant, les Actalitoidea et quelques espèces de Symphypleones possèdent un système trachéen qui forme un système ramifié de tube (Hopkin, 1997). Les stigmates se trouvent sur la partie ventrale dans la tête où ils sont attachés au tronc entre la tête et le prothorax (Lubbock, 1873) cité par (Brahim Bounab, 2016).

2.5. Système circulatoire

A la différence des insectes, les Collemboles sont pourvus d'organe spécialisé pour pomper l'hémolymphe dans les antennes (Palissa, 1991) cité par (Hopkin, 1997). La circulation de l'hémolymphe dans la cavité corporelle est assurée par le vaisseau dorsal (de 60 à 160 pulsations par minute).

2.6. Système musculaire

Chaque segment thoracique et abdominal renferme une paire de muscles longitudinaux dorso-ventraux, ces muscles ont une disposition particulière, et quand la furca est présente, un autre muscle est rajouté au quatrième segment abdominal pour mettre la furca en action (Palissa et al, 2000).

2.7. Système excréteur

Chez les Collemboles les glandes labiales 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'un épithélium 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 (Raccaud-Schoeller, 1980).

2.8. Système endocrinien

Le système de neurosécrétion, qui stocke et libère la substance neurosécrétoire, est du type plus primitif, comme chez les Annélides; elle correspond à deux organes céphaliques subœsophagiens sans cellules sécrétrices appropriées (Juberthie & Cassagnau, 1971). Chez *Neanura*, *Tomocerus*, *Orchesella* et *Bourletiella*, les cellules neuroglandulaires qui produisent la neurohormone, sont situés dans la partie latéro-dorsale du protocérébron et dans la *parsintercerebralis*, et dans le complexe ganglionnaire superœsophagien. Le groupe des axones des cellules latéro-dorsales protocérébrales et neuroglandulaires forment le nerf *corporiscardiacus*. Les nerfs *corporiscardiacus* forment un chiasma: les cellules neuroglandulaires gauches sont reliées aux cellules droites et vice versa (Juberthie & Cassagnau, 1971).

3. Reproduction et développement

3.1. La reproduction

Chez les collembolés la reproduction est bisexuée, il n'y a pas de différence morphologique entre les deux sexes, les orifices génitaux permettent de distinguer le mâle de la femelle (Massoud, 1971).

3.1.1. Appareil génital mâle

La gonade mâle est composée d'une paire de testicules à germarium 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. Les spermatozoïdes s'accumulent dans la vésicule séminale, mêlés à des gouttelettes nutritives sécrétées par la paroi. Ils ont une tête filiforme et sont enroulés sur eux-mêmes. Les spermatophores sont disposés en grand nombre sur les substrats et les modalités de la prise par la femelle et montrent des variations très nettes suivant les groupes (Cassagnau, 1990).

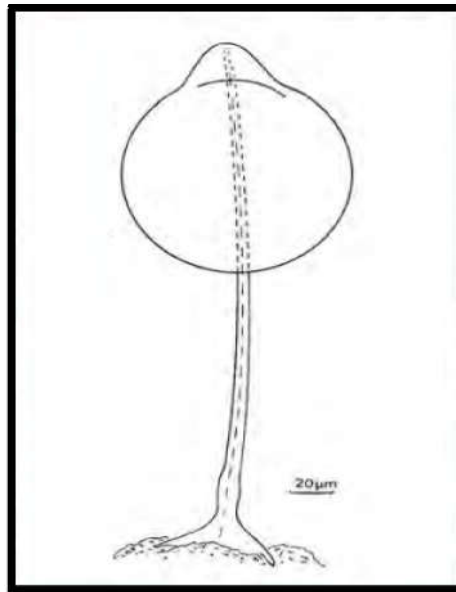


Figure 7. Spermatophore de *Isotomaviridis*

Hauteur totale : 1/4 mm, diamètre de la gouttelette : 1/10mm

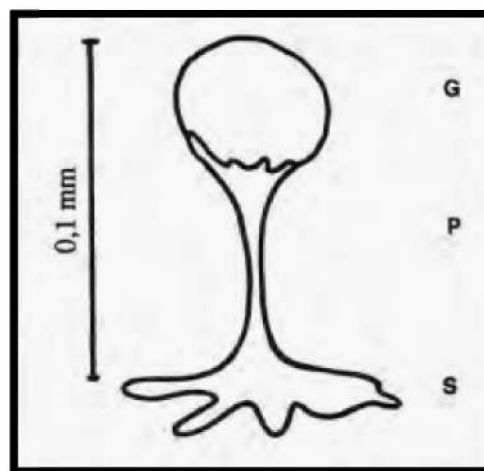


Figure 8. Spermatophore de *Poduraaquatica* d'après Schilwa

G : gouttelette spermatique, P: pédoncule, S : sole pédieuse

3.1.2. Appareil génital femelle

La gonade des femelles est composée d'une paire d'ovaires ventro- latéraux de type méroistiquedipolytrophique à germarium latéral et externe. De courts oviductes terminaux débouchant au vagin impair qui s'ouvre ventralement sur le cinquième sternite au niveau d'une fente génitale transversale. Chaque ovaire est composé de deux parties principales : le *germarium* contenant les ovogonies, et le *vitellarium* où se déroule la différenciation pour donner naissance à des ovocytes et cellules nourricières (Jablonska et al, 1993) cité par Hopkin (1997).

3.2. La fécondation

La fécondation est indirecte par un intermédiaire (Hopkin, 1997), un spermatophore déposé par le mâle sur le substrat. À l'intérieur du spermatophore, les spermatozoïdes baignent dans un liquide nourricier et protecteur, ce qui augmente leur probabilité de survie (Christian, 1996). Le dépôt des spermatophores peut être au hasard ou stimulé, deux types de parades peuvent être distingués :

- **Pariade primitive** : La présence de la femelle déclenche le dépôt d'un ou plusieurs spermatophores par le mâle, si la femelle est réceptive, elle prend le spermatophore et s'y féconde.
- **Pariade spécialisée** : La présence des deux sexes est obligatoire, la femelle doit être réceptive car c'est elle qui stimule le dépôt du spermatophore et sa prise (Betsch, 1980).

Chez les Sminthurididae, présentent un système d'accrochage en forme de pince entre le deuxième et le troisième article ce qui lui permet de s'agripper à l'antenne de la femelle. La parade sexuelle chez *Sphaeridiapumilis* consiste en un transfert du spermatophore d'orifice à orifice génital (Bertfeld, 1976).

Chez *Poduraaquatica*, espèce vivant à la surface des mares, le mâle seul est actif. Il dépose 3 ou 4 spermatophores en arc de cercle d'un côté de la femelle puis la pousse violemment sur eux. Il s'agit là d'une ébauche de parade décrite par Schliwa et Schaller (1963).

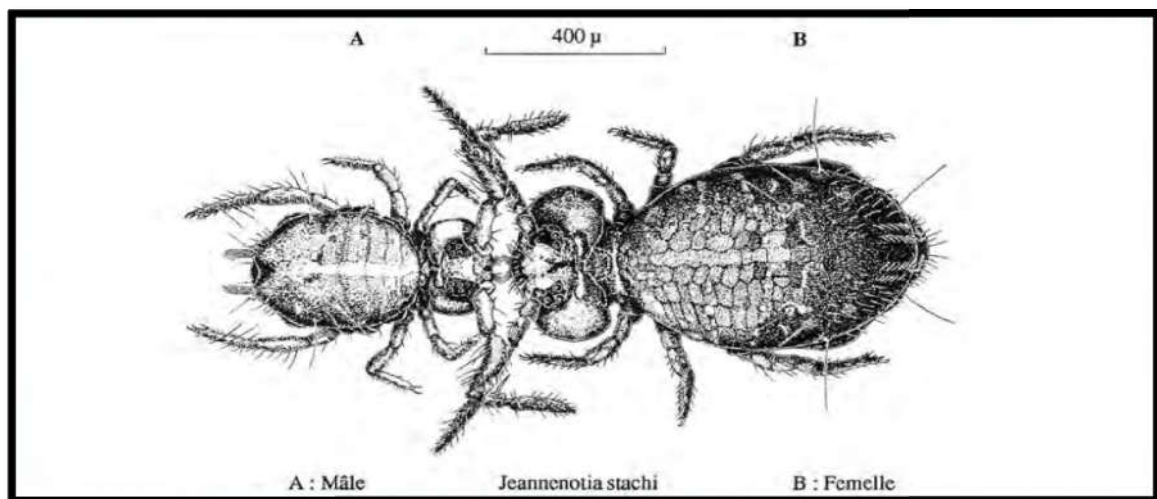


Figure 9. Parade sexuelle de *Jeannenotiastachi*

Le mâle accroche les antennes de la femelle.

Dessin séparés de Claude Poivrecombinés d'après une séquence cinéma, SFRS

3.3. La ponte

La fécondation des œufs s'effectue dans la femelle par le sperme stocké. La plupart des espèces passent deux à trois minutes pour pondre un œuf. Les œufs peuvent être déposés individuellement ou en petites grappes, dans le sol, la litière ou sur les œufs déjà déposés par d'autres femelles de la même espèce. Le nombre de pontes ainsi que le nombre d'œufs par ponte dépendent de très nombreux facteurs. Chez beaucoup de Neanuridae on observe une seule ponte par an, par contre, chez les Isotomidae, il est possible d'observer jusqu'à 10 pontes, à raison d'une ponte tous les quinze jours (Jablonska et al, 1993) cité par Hopkin (1997). Après la ponte, les œufs sont soumis à une forte prédation, y compris par les collembolles eux-mêmes.



Figure 10. Œuf enrobé de *Arrhopalites caecus*

Cliché au microscope électronique à balayage, par Betsch-Pinot M-C. et Munch A. écologie générale, Brunoy

3.4. Parthénogénèse

En générale la définition de la parthénogénèse n'a cessé d'évoluer au cours du temps. Au départ, elle fut considérée comme « La procréation sans influence directe d'un mâle » par Richard Owen en 1849 (Reinquin, 2013). La définition s'est précisée par après pour devenir la suivante : « La parthénogénèse est un développement d'une cellule d'œuf en un nouvel individu en l'absence de fécondation », établie par Suomalainen (1950).

La majorité des Collemboles sont bisexués, mais plusieurs espèces se reproduisent par parthénogenèse facultative ou obligatoire (Goto, 1960, Peterson, 1978) cités par Chahartaghi et al (2006). Ce phénomène a été observé pour la première fois chez *Onychiurushortensis* par (Gisin, 1949), d'après Massoud (1971). Depuis, plusieurs travaux ont démontré la présence de la parthénogénèse chez plusieurs groupes de Collemboles, en particulier chez les Isotomidae comme *Folsomia candida*, *Folsomiacavicola* et *Parisotomanotabilis* (Porco et al, 2012). (Chahartaghi et al 2006) décrit que les espèces parthénogénétiques sont petites et euédaphiques, et les espèces dont les mâles n'est enregistré sont hémiedaphiques.

3.5 Développement

3.5.1. Développement embryonnaire

Les œufs sont pondus soit isolément (Entomobryomorphes, Symphypléones), soit en groupes correspondant à une ponte dans de petites cavités du substrat, soit, chez les espèces à fort effectif, en pontes collectives pouvant rassembler plusieurs milliers d'œufs (*Isotomidae*, *Hypogastruridae*).

Chez les Symphypléones, à la tendance vers des modes de vie épigée les femelles enrobent leurs œufs à l'aide d'excréments ou d'une pellicule comportant des particules minérales qu'elles ont absorbées et qui ont très rapidement transité par le tube digestif. Cet enrobage constitue une protection des œufs contre la sécheresse et les acariens prédateurs et vraisemblablement aussi contre les champignons (Massoud et Pinot, 1973). Le développement embryonnaire de l'œuf est immédiat chez la plupart des formes édaphiques mais chez les épigés, les œufs d'hiver peuvent voir leur développement différé pendant plusieurs mois. Ces arrêts correspondent à des diapauses embryonnaires. L'œuf est de type centrolécithe, ce qui détermine une segmentation totale dans les premiers stades, passant à partir du stade 8 blastomères à une segmentation superficielle isolant un blastoderme périphérique (Cassagnau, 1990).

3.5.2. Développement post-embryonnaire

Les juvéniles commencent à se nourrir rapidement après leur éclosion. Mis à part leur incapacité à se reproduire, ils ressemblent à leurs parents. Le développement est rapide, et composé d'une succession de stades (typiquement 5 à 8) entrecoupés de mues, et ayant chacun une morphologie caractéristique, avant d'atteindre l'âge adulte. Le nombre d'intermues juvénile varie de 3 à 5 chez les Symphypléones, de 4 à 6 chez les Poduromorphes, de 6 à 7 chez les *Isotomidae*.

Les adultes continuent de muer (jusqu'à 40 fois). La période entre 2 mues augmente avec l'âge et représente une à quelques semaines. Ces facteurs sont évidemment influencés par la qualité et la quantité des sources de nourriture, ainsi que par la température (Hopkin, 1997).

La longévité maximum authentifiée en laboratoire, a été montrée pour un individu de *Pseudosinellaimpediens*, qui a vécu 5 ans et 7 mois (Barra, 1976). Cependant, il est possible que des individus aient vécu plus longtemps dans le milieu naturel.

On distingue deux catégories de transformations : des transformations progressives des caractères tégumentaires d'un stade à l'autre, subtilisées au cours de l'ontogenèse, et des transformations réversibles, parfois spectaculaires, qui ne relèvent pas de processus ontogéniques, de déterminismes hormonaux passagers eux-mêmes tributaires des cycles biologiques ou des conditions mésologiques (Cassagnau, 1990).

4. Ecologie des collemboles

Les collemboles préférant un environnement humide habitent le sol et la litière de feuilles. Certaines espèces, pendant le jour, peuvent se déplacer activement sur les écorces des arbres et les fleurs. Ils peuvent être trouvés dans la mousse, sous les pierres dans les grottes, dans les nids de fourmis et des nids de termites, mais aussi dans la zone intertidale sur les surfaces d'eau (lacs, étangs, ... etc.), et même dans les glaciers. Les Collemboles constituent une proportion significative de la biomasse animale (Cassagnau, 1990).

Malgré leur diversité, il est possible de classer les collemboles en trois principaux groupes en fonction de leur milieu de vie :

- Euédaphiques et troglodytes vivant dans le sol.
- Hémiedaphiques, vivant dans la partie superficielle et dans les feuilles mortes.
- Atmobiotes, vivant à la surface du sol et de la végétation.

4.1. Régime alimentaire

La plupart des espèces connues sont saprophages puisqu'elles se nourrissent principalement de végétaux en décomposition et de microorganismes présents au sein de la litière (champignons, bactéries, algues) (*Folsomia*, *Isotoma* et *Hypogastrura*), mais certaines espèces sont phytophages et se nourrissent du feuillage des plantes (*Sminthurusviridis*) ou de racines (Onychiuridae). Il existe aussi des espèces carnivores (genre *Friesea*) qui se nourrissent de nématodes, de protozoaires et de rotifères. Leur activité de broutage de champignons (hyphes et spores) est considérable.

4.2. Adaptations des Collemboles

4.2.1. Adaptation à la température

Les Collemboles supportent d'autant plus mal les fortes températures qu'ils sont soumis à un climat sec qui les déshydrate, encore qu'il existe des formes supportant 40°C ou même 50°C (Massoud, 1971).

*Pour les basses températures, les Collemboles sont connus comme susceptibles de peupler les régions et les biotopes particulièrement froids. C'est le cas de *Tetracanthella* qui se trouve sur les rochers glacés (-15°C en hiver) et *Cryptopygus antarcticus* qui supporte des températures de -27°C (Cassagnau, 1990).*

*La limite de résistance des collemboles varie beaucoup avec les espèces. La plupart ne bougent plus ou meurent en dessous de 0°C, ne survivant que sous forme d'œufs ; d'autres s'enfoncent dans la profondeur du sol. Il ya des espèces de Collemboles adaptées à la température très basse tel *Anurophorus subpolaris* qu'on peut retrouver à -50°C au pôle sud (Wise, 1965) cité par Bachelier en (1978).*

De telles performances ne sont possibles que grâce aux propriétés "antigel" du milieu intérieur à base de cryoprotecteurs comme le glycérol, manitol, tréhalose, fructose. La résistance semble être accrue par la vacuité du tube digestif et la possibilité de l'instauration d'un métabolisme anaérobie (Cassagnau, 1990).

4.2.2. Adaptation aux milieux humides

Les collemboles sont généralement très hygrophiles, surtout ceux qui vivent dans le sol, mais il en est qui grimpent aux plantes, qui vivent dans les habitations (*Lepidocyrtinus domesticus*), ou même que l'on rencontre sur des rochers très secs (*Entomobrya pulchella*). Chaque espèce de collembole a son humidité préférentielle (Kuhnelt, 1961) cité par Bachelier en (1978).

Les collemboles se déplacent en marchant sur la pointe des griffes. Ils sont difficilement mouillables et la plupart, des espèces ne craignent pas les phénomènes de tension superficielle (Bachelier, 1978).

La non-mouillabilité de la plupart des collemboles hémiedaphiques et euédaphiques contribue à favoriser la dispersion par les eaux de ruissellement et leur permet, quand le sol vient à être inondé, de s'entourer d'un manchon d'air maintenu en place par leur pilosité. Cet air ainsi

retenu leur permet de respirer en attendant le drainage naturel du sol. (Bowden, Haines et Mercer, 1976) cité par Bachelier en(1978).

Willem en (1925), observe que le collembole *AnuridaMaritima* est non mouillable et que la mince couche d'air qui l'entoure lui permet de résister plusieurs heures sous l'eau.

4.2.3. Adaptation à la lumière

Les collembolles du sol manifestent généralement un phototropisme négatif léger qui gêne parfois l'étude de leur comportement, mais il est des collembolles indifférents à la lumière et d'autres, parmi ceux de surface, qui semblent au contraire la rechercher (Denis, 1949) cité par Bachelier en(1978).

Aucune réaction à la lumière, à la température et aux gradients d'humidité n'ont pu être observées chez *Onychiurus cavernicolus* et *O. vornscheri*, espèces vivant dans les horizons profonds des sols ou les caves (Mais, 1969) cité par Bachelier en(1978).

4.3. Rôle des collembolles

Les collembolles font partie de la faune des sols et sont un maillon essentiel dans la décomposition des végétaux. Ils se nourrissent de débris verts (essentiellement de feuilles mortes) et de champignons. Munis de solides pièces buccales, ils peuvent broyer des matières relativement dures. Ils interviennent ainsi dans la fragmentation des déchets végétaux et facilitent l'action de biodégradation des bactéries ainsi que le processus de compostage (Anonyme, 2010).

4.4. Parasites et prédateurs

Les prédateurs des collembolles sont des myriapodes chilopodes, des acariens, les araignées sont des grands mangeurs des collembolles, les pseudoscorpions, des insectes diptères, coléoptères ainsi que certains reptiles et oiseaux. Les collembolles sont considérés comme une ressource trophique qui reste souvent négligée en écologie. Les endoparasites des collembolles sont des protozoaires, des grégariens et des nématodes. (Thibaud. 1970).

5. Position systématique des Collembolles

Les travaux de taxonomie des collembolles les plus récents, Bretfeld (1994,1999), D'Haese (2003), Deharveng (2004) décrivent que les collembolles ne sont plus considérés comme des insectes. Ils sont séparés de la classe des Insectes et élevés au rang de classe : Collembola (Deharveng, 2004)

(Tableau. 1). Ils font partie de la superclasse des Hexapoda avec les insectes, les protozoaires et les diploures. Cette classification est basée sur des nouveaux caractères taxonomiques tels :

- ❖ **Chaetotaxie antennaire** : basée essentiellement sur l'arrangement des soies S (soie sensorielle) dénommée ainsi par (Deharveng et Lek, 1993).
- ❖ **Chaetotaxie tibiotarsale** : Elle a tous les attributs d'un bon caractère taxonomique pouvant être utilisé, en raison même de sa diversification du niveau de l'espèce à celui de l'ordre, de son polymorphisme intraspécifique nul ou très limité (Deharveng, 2004). cité par Hamra Kroua(2005).
- ❖ **Pièces buccales (labre et labium)** : Beaucoup de problèmes ont été résolus par l'utilisation de la morphologie des pièces buccales, on donne l'exemple des Brachystomellidae qui ont été longtemps séparés des *Neanuridae* par l'absence des mandibules (Jordana et al, 1997).

Tableau 1. Nouvelle systématique des collemboles selon Bellinger et al, (2005)

Super-règne	<i>Eucarya</i> Woese, Kandler & Wheelis, 1990
Règne	<i>Animalia</i> Linnæus, 1758
Sous-règne	<i>Eumetazoa</i> Butschli, 1910
Super-phylum	<i>Ecdysozoa</i> Aguinaldo AMA, Turbeville JM, Lindford LS, Rivera MC, Garey JR, Raff RA & Lake JA, 1997
Phylum	<i>Arthropoda</i> Latreille, 1829
Sous-phylum	<i>Pancrustacea</i> Zrzavy & Stys, 1997
Super-classe	<i>Hexapoda</i> Blainville, 1816
Classe	<i>Collembola</i> Lubbock, 1870
Ordre	<i>Poduromorpha</i> Börner, 1913, sensu D'Haese CA, 2002
Ordre	<i>Entomobryomorpha</i> Börner, 1913, sensu stricto D'Haese, 2002
Ordre	<i>Symphyleona</i> Börner, 1901, sensu Bretfeld, 1994
Ordre	<i>Neelipleona</i> Börner, 1901, sensu Massoud, 1971

6. Historique des collemboles d'Algérie

Les travaux systématiques sur les collemboles d'Algérie remontent au milieu de 19^{ème} siècle ou quelque espèces de ce groupe ont été signalées, mais difficiles à classer dans les systématiques actuelle. Dans la deuxième moitié de siècle dernier, dans son travail sur le nord-constantinois (Algérie), Cassagnau(1963) dresse une liste de 30 espèces de collemboles dont 21 nouvelles pour le pays et deux nouvelles pour la science : *Protostephanussanctiaugustini* et *onchiurusobsiones*.

Thibaud et Massoud, (1980) dressent une liste complète et mise à jour des collemboles d'Algérie. Les auteurs énumèrent 103 espèces qui se répartissent sur 55 genres appartenant à 13 familles des quatre ordres de collemboles.

Hamra Kroua en 2005 étudie l'écologie, la systématique et la biogéographie des collemboles du Nord-est de l'Algérie. L'auteur donne 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, Jordana & Deharveng 2009) (Tableau. 2).

Tableau 2.Liste d'espèces de collemboles du Nord-est algérien selon Hamra Kroua(2005).

Familles et espèces	Statut	Distribution Biogéographique
I.- PODUROMORPHA		
1.- Hypogastruridae		
1. <i>Acherontiellabougisi</i>		
2. <i>Ceratophyselladenticulata</i>	°	Médit.
3. <i>Ceratophysella cf. denticulata</i>	°	Larg .rép.
4. <i>Ceratophysellagibbosa</i>	* ?	Ind.
5. <i>Ceratophysellatergilobata</i>	*	Eur.
6. <i>Hypogastruraaffinis</i>	°	Médit.
7. <i>Hypogastruravernalis</i>	*,+	Eu-Médit.
8. <i>Mucrellaacuminata</i>	*,+	Larg.rep.Répart.
9. <i>Xenyllabrevisimilismediterranea</i>	*,+	Eur.
10. <i>Xenyllasp.</i>	*	Médit.
11. <i>Xenyllogastruraafurcata</i>	* ?	Ind.
12. <i>Xenyllogastrurasp.</i>	*,+	Médit.
13. <i>Willemiaintermedia</i>	* ?	Ind.
14. <i>Willemiaintermedia</i>	*,+	Largrép.
15. <i>Microgastruraminutissima</i>	*,+	Médit.
2.- Odontellidae		

15. <i>Axenyllodesbayeri</i>	*	Larg.rép.
16. <i>Xenyllodesarmatus</i>	*,+	Larg.rép.
17. <i>Superodontellalamellifera</i>	°	Larg.rép.
18. <i>Superodontellavallvidrerensissubalpina</i>	*,+	Eu-Médit.
19. <i>Superodontellavallvidrerensisvallvidrerensis</i>	*,+	Eu-Médit.
3. –Brachystomellidae		
20. <i>Brachystomellacurvula</i>	*,+	Eu-Médit.
21. <i>Brachystomellaparvula</i>	°	Cosm.
22. <i>Brachystomellas</i> p.	* ?	Ind.
4. –Neanuridae		
a.- Sous-famille : Frieseinae		
23. <i>Frieseaalbida</i>	*,+	Eur.
24. <i>Friesealadeiroi</i>	*,+	Médit.
25. <i>Friesealaouina</i>	n.sp.	End.
26. <i>Frieseaoligorhopala</i>	°	Holarc.
27. <i>Friesea mirabilis</i>	*,+	Eur.
28. <i>Friesea cf. steineri</i>	*,+	Médit.
29. <i>Friesea cf. truncata</i>	*,+	Eu-Médit.
30. <i>Friesea cf. mirabilis</i>	* ?	Ind.
31. <i>Friesea major</i>	n.sp.	Ind.
32. <i>Friesea sp1.</i>	n.sp.	Ind.
33. <i>Friesea sp2.</i>	* ?	Médit.
b.- Sous-famille : Neanurinae		
34. <i>Bilobellaaurantiaca</i>	°	Eu-Médit.
35. <i>Bilobellabraunerae</i>	*,+	Eur.
36. <i>Deutonuranzana</i>	n.sp.	End.
37. <i>Deutonuradeficiensmeridionalis</i>	*,+	Eu-Médit.
38. <i>Endonurasp.</i>	?	Ind.
39. <i>Edoughnurarara</i>	n.g ?	End.
40. <i>Protanuramonticelli</i>	?	Médit.
41. <i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	* ?	Médit.
c.- Sous-famille : Pseudachorutinae		
42. <i>Pseudachorutess</i> p.	* ?	Ind.
43. <i>Pseudachorudinameridionalis</i>	°	Médit.
44. <i>Pseudachorutes cf. subcrassus</i>	* ?	Ind.
45. <i>Pseudachorutesparvulus</i>	°	Holarc.
46. <i>Pseudachorutellaasigillata</i>	*,+	Eu-Médit.
47. <i>Pratanuridaboerner</i> i	*,+	Eu-Médit.
48. <i>Micranuridapygmaea</i>	*	Larg.rép.
5.- Onychiuridae		
49. <i>Protaphoruraarmata</i>	°	Larg.rep.Répart.
50. <i>Protaphorurasp. gr. Armata</i>	* ?	Ind.
51. <i>Mesaphoruracritica</i>	*	Eur.
52. <i>Mesaphoruraitalica</i>	*,+	Eur.
53. <i>Mesaphoruramacrochaeta</i>	*,+	Eur.
54. <i>Mesaphorurapacifica</i>	*,+	Larg.rép.
55. <i>Mesaphorurasp.</i>	* ?	Ind.
56. <i>Doutnaciaxerophila</i>	*,+	Larg.rép.

57. <i>Onychiurus</i> sp.	* ?	Ind.
II.- ENTOMOBRYOMORPHA		
6.- Isotomidae		
58. <i>Desoriaolivacea</i>	o	Holarc.
59. <i>Cryptopygusbipunctatus</i>	o	Eur.
60. <i>Cryptopygusthermophilus</i>	o	Cosm.
61. <i>Cryptopygussp.</i>	* ?	Ind.
62. <i>Folsomia candida</i>	*	Cosm.
63. <i>Folsomia trisetata</i>	*, +	Eur.
64. <i>Folsomia fimetaria</i>	*, +	Larg.rép.
65. <i>Folsomia</i> sp.	* ?	Ind.
66. <i>Folsomides parvulus</i>	* ?	Larg.rép.
67. <i>Isotomiellaminor</i>	*	Larg.rép.
68. <i>Isotomurus maculatus</i>	*, +	Larg.rép.
69. <i>Isotomurus</i> gr. <i>Balteatus</i>	*, +	Larg.rép.
70. <i>Isotomurus</i> cf. <i>fucicolus</i>	*, +	Larg.rép.
71. <i>Isotomurus</i> cf. <i>unifasciatus</i>	*, +	Larg.rép.
72. <i>Isotomurus palustris</i>	o	Larg.rép.
73. <i>Parisotomanotabilis</i>	*, +	Cosm.
74. <i>Proisotoma minuta</i>	o	Larg.rép.
75. <i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	o	End.
76. <i>Proctostephanus</i> sp.	* ?	Ind.
77. <i>Pseudanurophorus isotoma</i>	o	Eu-Médit.
78. <i>Tetracanthellapilosa</i>	*, +	Eu-Médit.
79. <i>Tetracanthellasp.</i>	* ?	Ind.
7.- Entomobryidae		
80. <i>Entomobrya albocincta</i>	*, +	Holarc.
81. <i>Entomobrya lanuginosa</i>	*, +	Eu-Médit.
82. <i>Entomobryasp.</i>	* ?	Ind.
83. <i>Heteromurus major</i>	* ?	Cosm.
84. <i>Heteromurus nitidus</i>	o	Holarc.
85. <i>Lepidocyrtus curvicollis</i>	o	Holarc.
86. <i>Lepidocyrtus fimetarius</i>	*, +	Holarc.
87. <i>Lepidocyrtus ruber</i>	*, +	Eur.
88. <i>Lepidocyrtus</i> cf. <i>flexicollis</i>	*, +	Eur.
89. <i>Orchesella</i> sp.	o	Holarc.
90. <i>Orchesella</i> cf. <i>quinquefasciata</i>	*	Ind.
91. <i>Pseudosinella alba</i>	*, +	Cosm.
92. <i>Pseudosinella albida</i>	*, +	Eur.
93. <i>Pseudosinella octopunctata</i>	*, +	Cosm.
94. <i>Pseudosinella</i> sp.	* ?	Ind.
95. <i>Seirasp.</i>	* ?	Ind.
96. <i>Willowsia</i> sp.	* ?	Ind.
8. Cyphoderidae		
97. <i>Cyphoderus</i> sp.	* ?	Ind.
9.- Oncopoduridae		
98. <i>Oncopodura crassicornis</i>	o	Larg.rép.
III. SYMPHYPLEONA		

10. Arrhopalitidae		
99. <i>Arrhopalites subbifidus</i>	*, +	Eur.
11.- Dicyrtomidae		
100. <i>Dicyrtomina saundersi</i>	*, +	Eur.
101. <i>Dicyrtomina ornata</i>	°	Eur.
12.- Katiannidae		
102. <i>Sminthurinus aureus</i>	*, +	Holarc.
103. <i>Sminthurinus elegans</i>	*, +	Holarc.
104. <i>Sminthurinus niger</i>	°	Larg.rép.
105. <i>Sminthurinus</i> sp.	* ?	Ind.
13.- Sminthurididae		
106. <i>Sphaeridiapumilis</i>	°	Holarc.
107. <i>Sminthurides aquaticus</i>	*, +	Larg.rép.
14.- Sminthuridae		
a.- Sous-famille : Sminthurinae		
108. <i>Capraeina bremondi</i>	*, +	Eur.
109. <i>Capraeina marginata</i>	°, +	Eu-Médit.
110. <i>Sminthurus viridis</i>	*, +	Cosm.
IV.- NEELIPLEONA		
15.- Neelidae		
111. <i>Megalothorax minimus</i>	°	Larg.rép.
112. <i>Neelus murinus</i>	*	Larg.rép.
113. <i>Neelus</i> sp.	* ?	Ind.

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 pour la première fois en Algérie.

Deharveng, Hamra Kroua & Bedos (2007) décrivent un nouveau genre appartenant à la sous famille des Neanurinae: *Edoughnurarara*. En 2009 Baquero, Hamra Kroua & Jordana décrivent une autre nouvelle espèce, un Entomobryidae: *Entomobryanumidica*, ainsi que la redescription de *Isotominellageophila* (Jordana, Hamra Kroua & Baquero, 2009). *Superodontellatayaensis* (Arbea, Brahim-Bounab & Hamra Kroua, 2013). *Deutonurazana* (Deharveng, Zoughailech, Hamra Kroua & Porco, 2015), *Pseudachorutes deficiens*, *P. octosensillatus* et *P. labiatus* (Zoughailech, Hamra Kroua et Deharveng, 2016) cinq nouvelles espèces décrites entre 2013 et 2016, trois d'entre elles appartiennent au même genre *Pseudachorutes* (Tableau. 3).

Tableau 3. Mise à jour de l'inventaire des collemboles reconnues signalées en Algérie entre 2007-2017.

Familles et espèces
1. ORDRE PODUROMORPHA (Börner, 1913)
Famille des Hypogastruridae (Börner, 1906)
1. <i>Acherontiellabouguisi</i> (Cassagnau et Delam., 1955)
2. <i>Ceratophyselladenticulata</i> (Bagnall, 1941)
3. <i>Ceratophysella cf. denticulata</i>
4. <i>Ceratophysellagibbosa</i> (Bagnall, 1941)
5. <i>Ceratophysellatergilobata</i> (Cassagnau, 1954)
6. <i>Ceratophysellaarmata</i> (Nicolet, 1842)
7. <i>Schoettellasp.</i>
8. <i>Hypogastruraaffinis</i> (Lucas, 1846)
9. <i>Hypogastruravernalis</i> (Carl, 1901)
10. <i>Hypogastrurapityusica</i> (Ellis, 1974)
11. <i>Mucrellaacuminata</i> (Cassagnau, 1952)
12. <i>Xenyllabrevisimilismediterranea</i> (Gama, 1964)
13. <i>Xenyllamaritima</i> (Tullberge, 1869)
14. <i>Xenyllacf. xavieri</i> (Gama, 1959)
15. <i>Xenyllacf. xavieri</i> (Gama, 1959)
16. <i>Xenyllagastruraafurcata</i> (Deharveng et Gers, 1979)
17. <i>Pseudacherontidessp.</i>
18. <i>Willemiaintermedia</i> (Mills, 1934)
19. <i>Microgastruraminutissima</i> (Mills, 1934)
Famille des Odontellidae (Deharveng, 1982)
20. <i>Odontellasp.</i>
21. <i>Axenyllodesbayeri</i> (Kseneman, 1935)
22. <i>Xenyllodesarmatus</i> (Axelson, 1903)
23. <i>Superodontellatayaensis</i> (Arbea& al, 2013)
24. <i>Superodontellalamellifera</i> (Axelson, 1903)
25. <i>Superodontellavallvidrerensis</i> subalpina (Arbea 1990)
26. <i>Superodontellavallvidrerensisvallvidrerensis</i> (Selga 1966)
Famille des Brachystomellidae (Stach, 1949)
27. <i>Brachystomellacurvula</i> (Gisin, 1948)
28. <i>Brachystomellaparvula</i> (Schaffer, 1816)
29. <i>Brachystomellasp.</i>
Famille des Neanuridae (Cassagnau, 1955)
a. Sous-famille : Frieseinae (Massoud, 1967)
30. <i>Frieseaalbida</i> (Arbea et Jordana, 1993)
31. <i>Friesealadeiroi</i> (Gama, 1959)
32. <i>Friesealaouina</i> (Deharveng et Hamra-Kroua, 2004)
33. <i>Frieseaoligorhopala</i> (Caroli, 1914)
34. <i>Friesea mirabilis</i> (Tullberg, 1871)
35. <i>Friesea cf. steineri</i>
36. <i>Friesea cf. truncata</i>
37. <i>Friesea cf. mirabilis</i>
38. <i>Friesea major</i> (Hamra-Kroua, Jordana et Deharveng, 2009)

39. <i>Frieseacf. afurcata</i> (Denis 1926)
40. <i>Frieseacf. decemocolata</i> (Börner, 1903)
41. <i>Frieseacf. espunaensis</i> (Arbea&Jordana, 1993)
b. Sous-famille : Neanurinae (Börner, 1901)
42. <i>Bilobellaaurantiaca</i> (Caroli, 1912)
43. <i>Bilobellabraunerae</i> (Deharveng, 1983)
44. <i>Deutonurazana</i> (Deharveng et al., 2015)
45. <i>Deutonurasp.</i>
46. <i>Deutonuradeficiensmeridionalis</i> (Deharveng, 1979)
47. <i>Edoughnurarara</i> (Deharveng, Hamra-Kroua et Bedos, 2007)
48. <i>Edoughnuran.sp.</i>
49. <i>Endonurasp.</i>
50. <i>Protanuramonticelli</i> (Caroli, 1910)
51. <i>Protanurapseudomuscorum</i> (Börner, 1903)
52. <i>Protanurasp.</i>
53. <i>Sensillanuraaustriaca</i> (Gama, 1963)
54. <i>Neanuramuscorum</i> (MacGillivray, 1893)
55. <i>Pseudachorudinameridionalis</i> (Bonet, 1929)
c. Sous-famille : Pseudachorutinae Börner, 1906
56. <i>Kenyurasp.</i>
57. <i>Pseudachorutesp.</i>
58. <i>Pseudachorutes cf. subcrassus</i> (Tullberg, 1871)
59. <i>Pseudachorutesparvulus</i> (Börner, 1901)
60. <i>Pseudachorutesdeficiens</i> (Zoughailech et al., 2016)
61. <i>Pseudachorutesoctosensillatus</i> (Zoughailech et al., 2016)
62. <i>Pseudachoruteslabiatus</i> (Zoughailech et al., 2016)
63. <i>Pseudachorutellaasigillata</i> (Börner, 1901)
64. <i>Pseudachorudinameridionalis</i> (Bonet, 1929)
65. <i>Pratanuridaboernerii</i> (Schott, 1902)
66. <i>Micranuridapygmaea</i> (Börner, 1901)
67. <i>Micranuridacf. candida</i> (Cassagnau, 1952)
Famille des Onychiuridae (Börner, 1913)
68. <i>Protaphoruraarmata</i> (Tullberg, 1869)
69. <i>Protaphorura sp.gr. armata</i>
70. <i>Mesaphorurasp.</i>
71. <i>Mesaphoruracritica</i> (Ellis, 1976)
72. <i>Mesaphoruraitalica</i> (Rusek, 1971)
73. <i>Mesaphoruramacrochaeta</i> (Rusek, 1976)
74. <i>Mesaphorurapacifica</i> (Rusek, 1976)
75. <i>Doutnaciaxerophila</i> (Rusek, 1974)
76. <i>Onychiurussp.</i>
77. <i>Deuteraphorurasp.</i>
2. ORDRE ENTOMOBRYOMORPHA (Börner, 1913)
Famille des Isotomidae (Börner, 1913)
78. <i>Desoriaolivacea</i> (Tullberg, 1871)
79. <i>Cryptopygusbipunctatus</i> (Axelson, 1903)
80. <i>Hemisotomathermophilus</i> (=thermophila) Axelson, 1900
81. <i>Isotominellageophila</i> (Jordana, Hamra-Kroua et Baquero, 2009)

82. <i>Folsomiaquadrioculata</i> (Tullberg, 1871)
83. <i>Folsomiapenicula</i> (Bagnall, 1939)
84. <i>Folsomia candida</i> (Willem, 1902)
85. <i>Folsomiatrisetata</i> (Jordana et Ardanaz, 1981)
86. <i>Folsomiafimetaria</i> (Linnaeus, 1758)
87. <i>Folsomidesparvulus</i> (Stach, 1922)
88. <i>Folsomidesangularis</i> (Axelson, 1905)
89. <i>Isotomiellaminor</i> (Schaffer, 1896)
90. <i>Isotomurus</i> n.sp.
91. <i>Isotomurus maculatus</i> (Schaffer, 1896)
92. <i>Isotomurus</i> gr. <i>Balteatus</i>
93. <i>Isotomurus</i> cf. <i>fucicolus</i>
94. <i>Isotomurus</i> cf. <i>unifasciatus</i>
95. <i>Isotomurus palustris</i> (Muller, 1776)
96. <i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i> (Bourlet, 1839)
97. <i>Parisotomanotabilis</i> (Schaffer, 1896)
98. <i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)
99. <i>Proisotoma</i> n.sp.
100. <i>Proctostephanus sanctiaugustini</i> (Cassagnau, 1963)
101. <i>Pseudanurophorus isotoma</i> (Borner, 1903)
102. <i>Tetracanthellapilosa</i> (Schott, 1891)
103. <i>Hemisotomathermophila</i> (Axelson, 1900)
104. <i>Uzeliasetifera</i> (Absolon, 1901)
Famille des Entomobryidae (Tömösvary, 1882)
105. <i>Entomobryaalbocincta</i> (Templeton, 1835)
106. <i>Entomobryalanuginosa</i> (Nicolet, 1841)
107. <i>Entomobryanumidica</i> (Baquero, Hamra-Kroua et Jordana, 2009)
108. <i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg, 1871)
109. <i>Heteromurus major</i> (Moniez, 1889)
110. <i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)
111. <i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i> (Templeton, 1835) n.sp.
112. <i>Lepidocyrtus curvicollis</i> (Bourlet, 1839)
113. <i>Lepidocyrtus fimetarius</i> (Gisin, 1964)
114. <i>Lepidocyrtus ruber</i> (Schott, 1902)
115. <i>Lepidocyrtus</i> cf. <i>flexicollis</i>
116. <i>Lepidocyrtus tellecheae</i> (Arbea et Jordana, 1990)
116. <i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)
117. <i>Lepidocyrtus</i> n.sp.
118. <i>Orchesellacincta</i> (Linnaeus, 1758)
119. <i>Orchesella</i> cf. <i>quinquefasciata</i>
120. <i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)
121. <i>Pseudosinella albida</i> (Stach, 1930)
122. <i>Pseudosinella octopunctata</i> (Borner, 1901)
123. <i>Pseudosinella</i> sp.1
124. <i>Pseudosinella</i> sp.2
125. <i>Seirapunica</i> (Jacquemart, 1974)
126. <i>Seiradomestica</i> (Nicolet, 1842)
Famille des Cyphoderidae (Börner, 1913)

127. <i>Cyphoderusyugoslavicus</i> (Denis, 1933)
128. <i>Cyphoderus</i> cf. <i>albinus</i> (Nicolet, 1842)
129. <i>Cyphoderus</i> gr. <i>tridenticulati</i> (Delamare, 1948)
Famille des Oncopoduridae (Carl & Lebedinsky, 1905)
130. <i>Oncopoduracrassicornis</i> (Shoebbotham, 1911)
Famille des Tomoceridae (Schäffer, 1896)
131. <i>Tomocerusvulgaris</i> (Tullberg, 1871)
132. <i>Tomocerusminor</i> (Lubbock, 1862)
3. ORDRE SYMPHYPLEONA (Börner, 1901)
Famille des Arrhopalitidae (Richards, 1968)
133. <i>Arrhopalitesubbifidus</i> (Trave, Gadea et Delamare, 1954)
134. <i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i> (Gisin, 1958)
Famille des Dicyrtomidae (Börner, 1906)
135. <i>Dicyrtomina</i> saundersi(Lubbock, 1862)
136. <i>Dicyrtomina</i> ornata(Nicolet, 1842)
137. <i>Dicyrtomida</i> esp.
Famille des Katiannidae (Börner, 1913)
138. <i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock, 1862)
139. <i>Sminthurinuselegans</i> (Fitsch, 1863)
140. <i>Sminthurinusniger</i> (Lubbock, 1868)
141. <i>Sminthurinussignatus</i> (Krausbauer, 1898)
Famille des Sminthurididae (Börner, 1906)
142. <i>Sphaeridiapumilis</i> (Krausbauer, 1898)
143. <i>Sminthuridesaquaticus</i> (Bourlet, 1843)
144. <i>Sminthuridessignatus</i> (Krausbauer, 1898)
Famille des Sminthuridae (Lubbock, 1862)
Sous-famille : Sminthurinae
145. <i>Allacmasp.</i>
146. <i>Capraïneabremondi</i> (Delamare et Bassot, 1957)
147. <i>Capraïneamarginata</i> (Schott, 1893)
148. <i>Sminthurusviridis</i> (Linnaeus, 1758)
149. <i>Lipothrixbernardi</i> (DelamareDeboutteville, 1954)
150. <i>Lipothrixlubbocki</i> (Tullberg, 1872)
4. ORDRE NEELIPLEONA (Folsom, 1896)
Famille des Neelidae (Folsom, 1896)
151. <i>Megalothoraxminimus</i> Willem, 1900
152. <i>Neelusmurinus</i> (Folsom, 1896)

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

1. Présentation des localités d'étude

Afin de réaliser ce modeste travail, quoique limités dans le temps et dans l'espace, nous avons eu de la chance de pouvoir prospecter trois (03) localités de la wilaya de Constantine, qui sont : Le campus universitaire, le centre-ville et la commune de Didouche Mourad. Avec un objectif principal d'étudier labiodiversité et la systématique des collemboles des milieux urbains et semi-urbains et de contribuer à la connaissance de ces hexapodes inconnus.

La wilaya de Constantine est située au Nord-est algérien c'est une région de l'Atlas Tellien, elle s'inscrit entre les coordonnées géographiques suivantes 35°28'Nord et 7°5'Est, 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, Elle s'étend sur une Superficie de 2 197 km². 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, 2017).

Le climat de la wilaya de Constantine est de type continental. Ce climat est dû à la proximité de la ville avec la mer Méditerranée . Elle enregistre une température variant entre 25 à 40° en été et de 0 à 12° en hiver. Lapluviométrie est entre 400 et 600 mm par an.

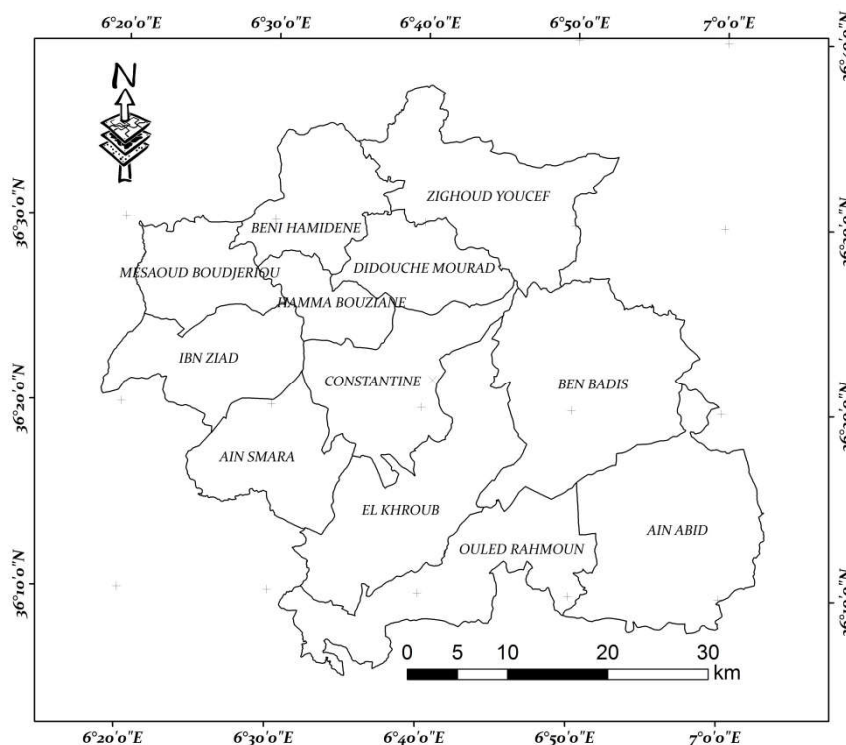


Figure 11. Carte de la wilaya de Constantine

1.1. Localité de Didouche Mourad

La commune de Didouche Mourad se situe au Nord de la wilaya de Constantine, elle s'étend sur 115,7 km². Entourée par la commune de Zighoud Youcef au nord, la commune de Hamma Bouziane au sud et la commune de Beni H'midane à l'Ouest. Le site de récolte est un jardin public entouré par des bâtiments, il s'élève à une altitude de 498m et s'inscrit entre les coordonnées géographiques suivantes : 36°26'53.80" N 6°38'9.36" E. la végétation spontanée est dense comme la famille des Boraginaceae, Les Asteraceae : *Leucanthemum vulgare*, *Urospermum dalechampii*, Les Brassicaceae : *Sinapsis arvensis* et Les Poaceae : chiendent (*Cynodon dactylon*) (Fig.12).

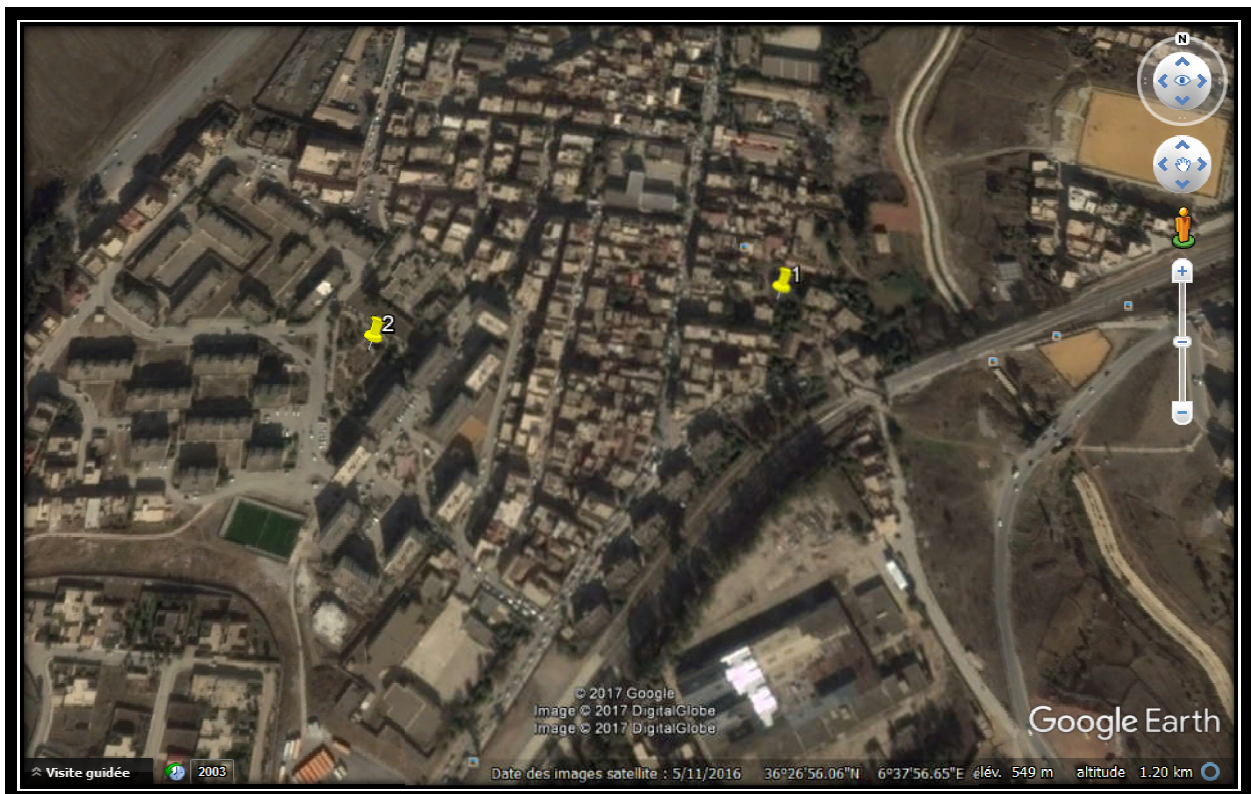


Figure 12. Vue satellite récente des points de récolte dans la localité de Didouche Mourad

1.2. Localité du campus universitaire

L'Université des Frères Mentouri Constantine se situe au Sud-ouest de la commune de Constantine, elle s'étend sur une superficie de 544 660 m². Le site de récolte au niveau du campus universitaire est donné par la latitude 36°20'16" Nord et une longitude de 6°37'31" Est et s'élève à 660m d'altitude, il contient une petite forêt mixte de Pin d'Alep : *Pinus alpestris*, et d'Eucalyptus : *Eucalyptus sp.* Le milieu est riche en arbustes d'ornementation, tels que le Romarin : *Rosmarinus officinalis*, et la Lavande : *Lavandula sp.* Parmi les plantes spontanées on trouve la famille des Asteraceae : *Calendula arvensis*, *Senecio brodensis*, *galactietementosa*, *Centaurea sp.*

Stybummarianum, *Scolymushispanicus*. La famille des Malvaceae : *Malvasylvestris*. Les Boraginaceae : *Echiumvulgare* L. *Echium australe* et Les Poaceae : chiendent (*Cynodondactylon*) (Fig.13).

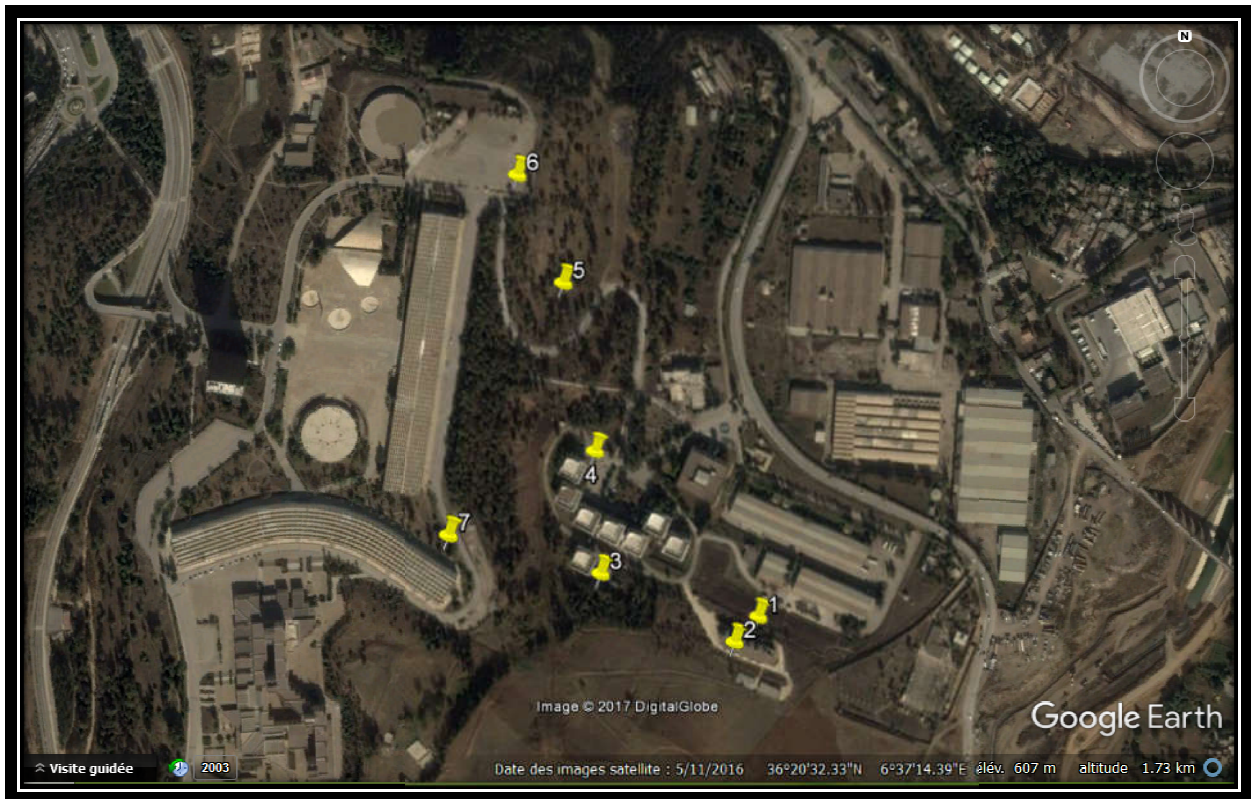


Figure13. Vue satellite récente des points de récolte dans la localité du campus universitaire.

1.3. Localité du Centre-ville

Plusieurs échantillons ont été récoltés dans différents coins du centre-ville de Constantine :

1.3.1. Le jardin BENNACER

Dont les coordonnées géographiques sont données par une latitude de 36°21'52 N, et une longitude de 6°36'33E. C'est le principal jardin public de la ville, connu par une diverse végétation, entre autre : le palmier, le platane, l'orme, la vigne vierge, le fusain...et connu aussi par sa diversité florale et des plantes aromatiques, tels le troène, le rosier, le romarin et bien d'autre encore (Fig. 14).

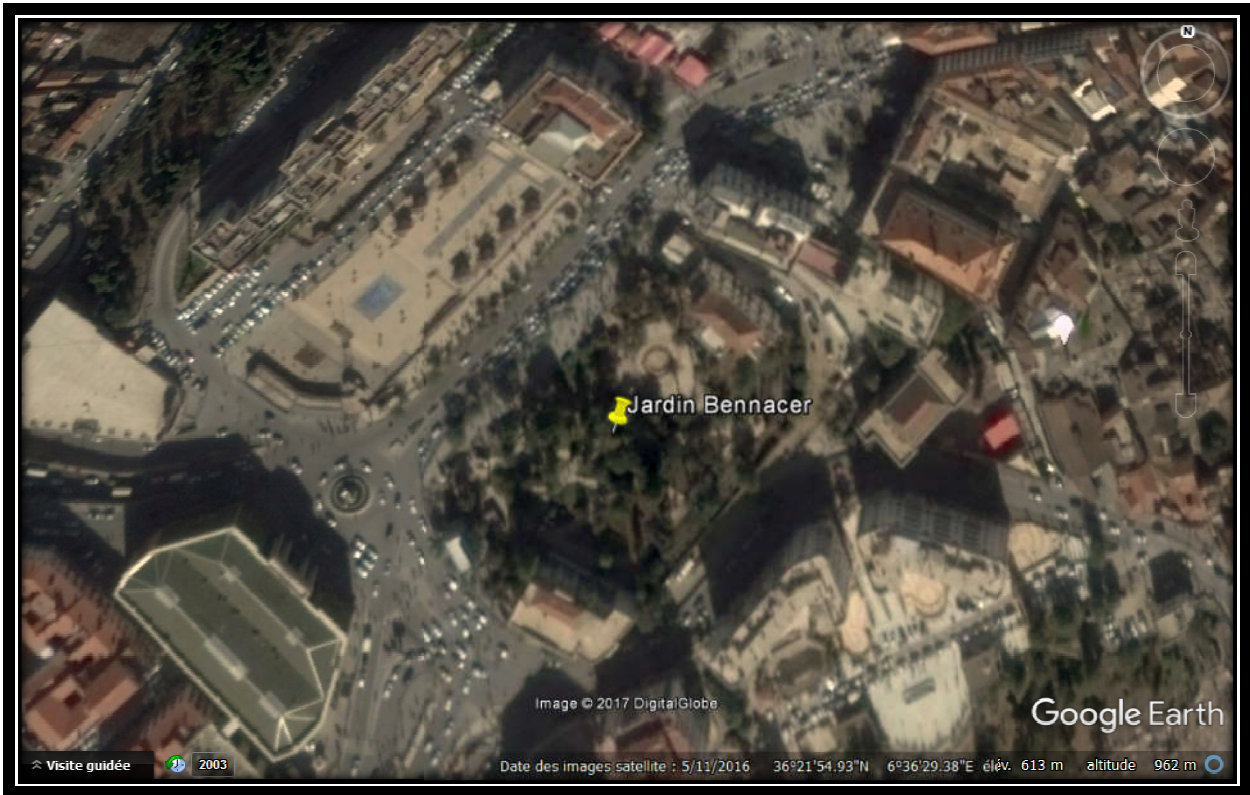


Figure 14. Vue satellite récente du jardin BENNACER.

1.3.2. La Rue Thiers

Situé au Nord-est de la wilaya de Constantine, dont les coordonnées géographiques sont déterminées par la suite : une latitude de $36^{\circ}22'10N$ et une longitude de $6^{\circ}36'32E$, ce site est distingué par une diverse végétation telle que : les plantes grasses: *sedum rubrotinctum*, les plantes spontanées: les polygonaceae : *Rumex obtusifolius*, on trouve aussi la mousse sur sol (Fig. 15).

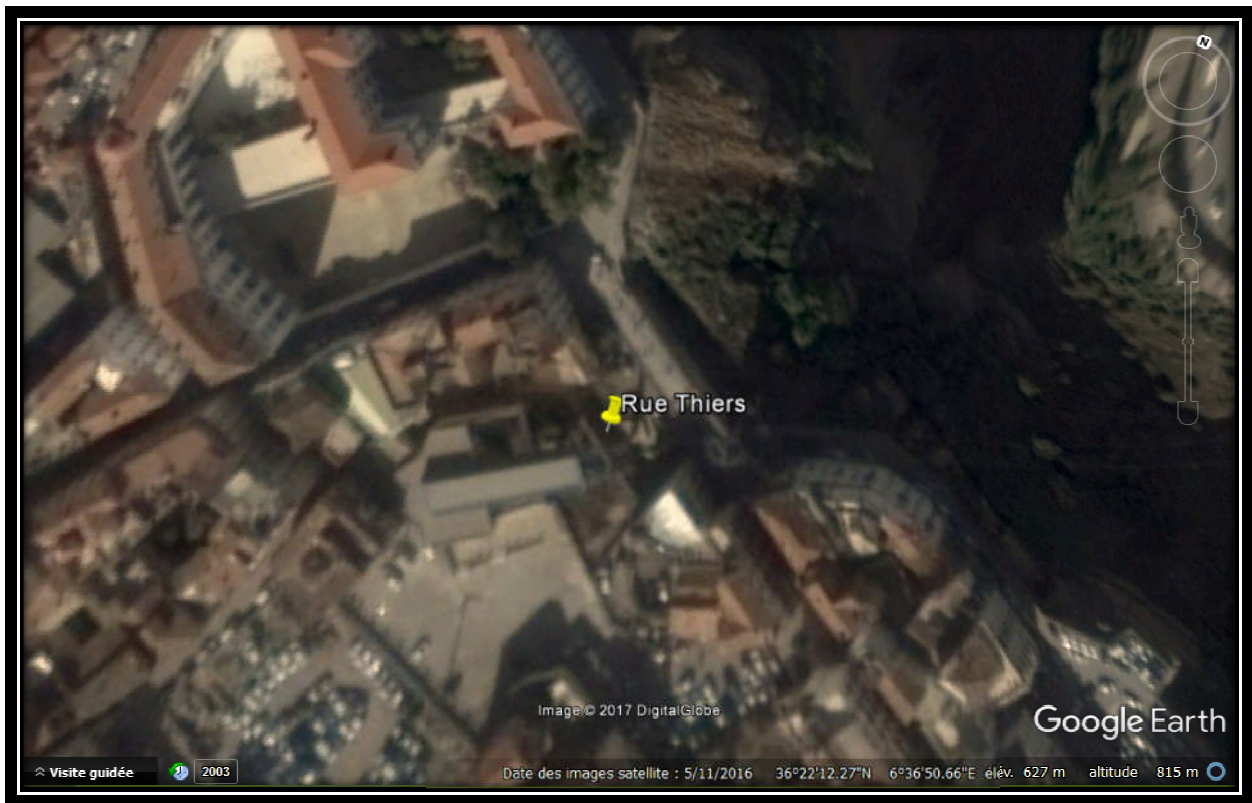


Figure 15. Vue satellite récente de la rue Thiers.

1.3.3. Le Jardin Public de belle aire (Belle Vue)

Situé aux alentours du quartier Ciloc et Belle Vue. Les points de récolte sont donnée par les coordonnées géographique suivantes : $36^{\circ}21'4.35''N$, $6^{\circ}36'4.93''E$ et $36^{\circ}21'7.62''N$, $6^{\circ}36'7.81''E$. Ce site est distingué par une végétation telle que : le saule : *salix*, le romarin : *Romarinus officinalis*, le palmier, ainsi que les plantes spontanées comme : le chiendent : *Cynodondactylon* et la mousse (Fig.16).

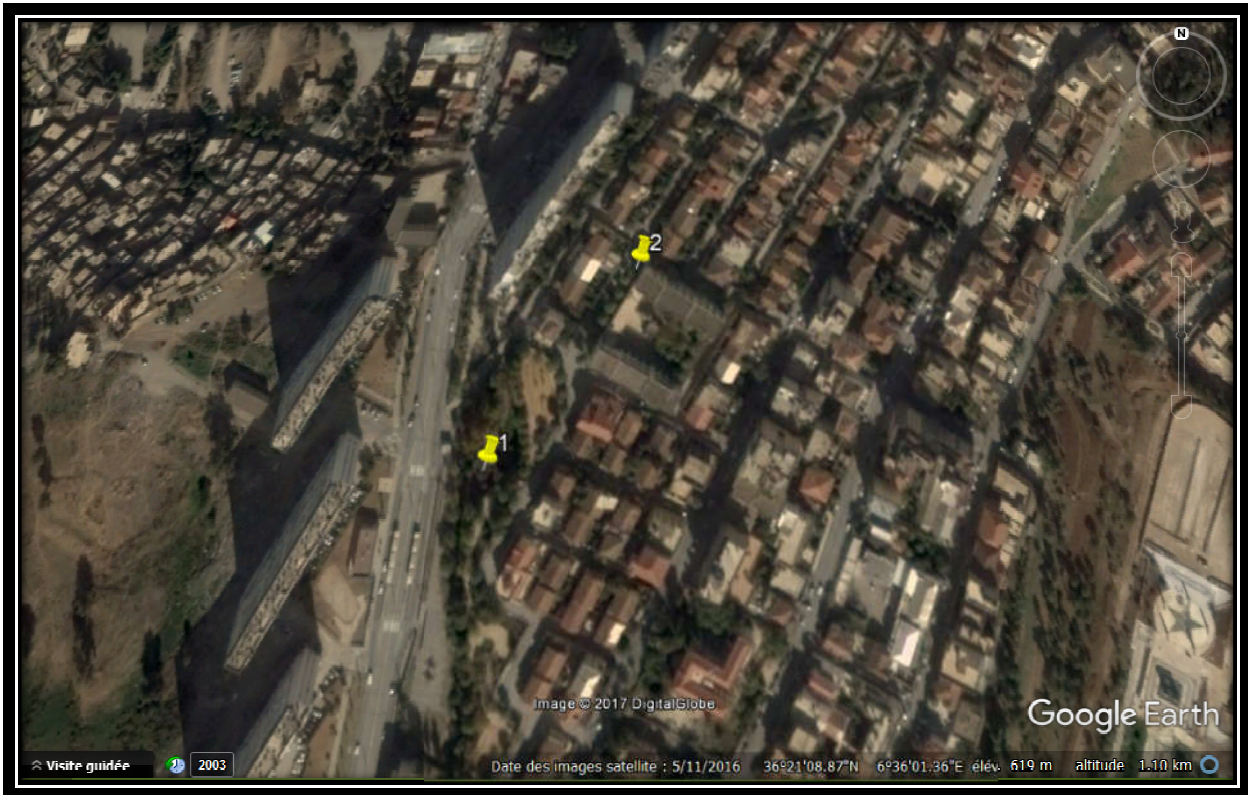


Figure 16. Vue satellite récente du jardin public Belle aire (Belle Vue).

2. Etude faunistique

Notre étude a pour objectif de dresser un inventaire faunistique des collemboles vivants dans divers biotopes urbains et semi-urbains. Différents type d'habitas ont été prospecté pour la récolte des collemboles dans les trois localités choisis.

La plupart des spécimens de collemboles récoltés ont été obtenu par la méthode de "Bérlèse-Tullgren" très utilisé pour l'étude de la pédofaune. Une majeure partie du matériel est déposé au Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, une autre partie a été envoyer à Monsieur le Professeur Deharveng Louis au Museum d'Histoire Naturelle de **Paris** pour identification plus précise et éventuelle nouvelles découvertes.

2.1. Techniques de récolte des échantillons

L'étude est réalisée particulièrement dans les zones urbaines de la wilaya de Constantine dans trois stations pendant une période allant de février à avril 2017. Le but de cette étude c'est la connaissance de la biodiversité des collemboles des milieux urbains. Les échantillons sont prélevés à la main ou à l'aide d'un couteau par carottage sur une profondeur d'environ 10 cm. Les biotopes de récolte diversifiée entre mousse, litière de différentes plantes à fleurs, débris végétaux

... etc. Les échantillons prélevés sont recueillis dans des sachets en plastique fermés pour éviter l'évaporation.

2.2. Extraction des collemboles

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 Bérlese-Tullgren, C'est une méthode sélective ou dynamique, par laquelle les microarthropodes sont récoltés intacts sans l'intervention d'un opérateur. La technique consiste à modifier les conditions de vie des animaux.

L'extraction (Fig. 17) se déroule comme suit :

- On place l'échantillon sur un tamis ou une cuvette en toile métallique à maille de 1 à 4 mm, sur laquelle on étale l'échantillon sur une épaisseur de 2 à 3 cm
- Le tout est placé sur un entonnoir métallique, en verre ou en plastique et d'une ouverture de 20 à 25 cm et d'une forte pente (60°).
- On place un tube de récolte renfermant de l'alcool éthylique à 70° à l'extrémité inférieure de l'entonnoir.
- L'échantillon est desséché progressivement au moyen d'une lampe à filament d'une puissance de 25 ou 40 watts ou plus, située à au moins 25 cm au-dessus du tamis.
- Les Collemboles, fuyant la sécheresse, descendent de l'échantillon à travers les mailles du tamis et finissent par tomber dans l'entonnoir et le tube de récolte.
- L'extraction dure entre 4 et 5 jours ou plus, selon l'état hydrique de l'échantillon.

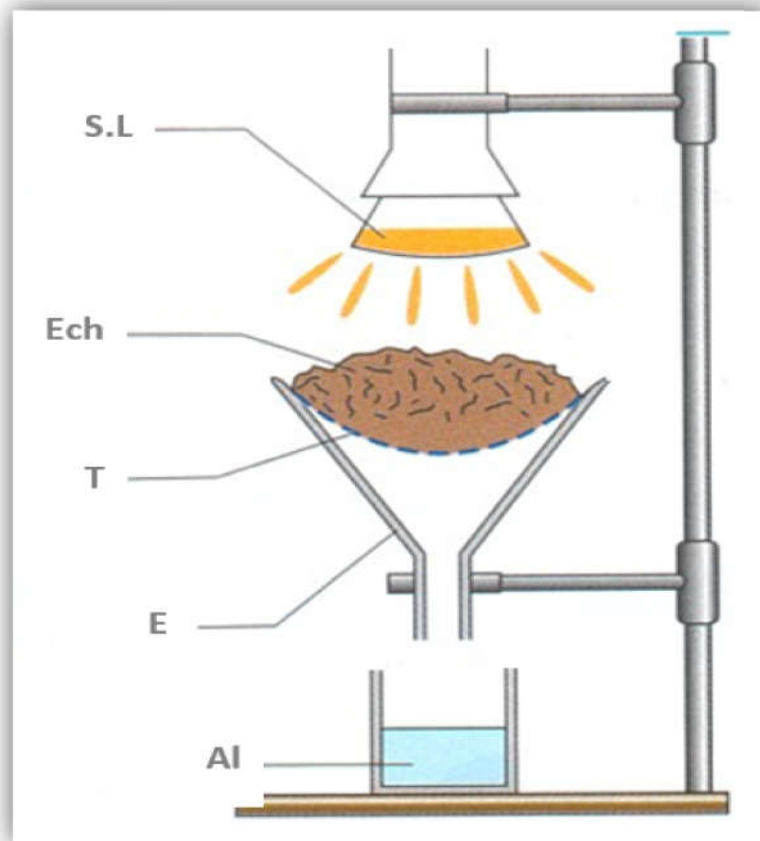


Figure17. Extraction des collemboles par la méthode sèche(Appareil de Bérlese-Tullgren)

S.L: Source de lumière, **Ech:**Echantillon, **T:**Tami à maille de 4 à 4,5mm,
E: Entonnoir, **Al:**Alcool à 70°

2.3. Tri et dénombrement des collemboles

Les Collemboles extraits d'un échantillon sont placés dans une boîte de Pétri pour entamer le tri. Le tri s'effectue sous la loupe binoculaire(Fig.18) à grossissement suffisant pour pouvoir séparer les Collemboles des autres groupes faunistique tels que les acariens, les araignées, les pseudoscorpions, les larves et adultes de petits insectes, à l'aide d'une brosse appelée (la brosse de Cassagnau): une tige en matière plastique très fine (0,5mm) montée sur un mandrin métallique(Fig.19). Une fois tous les Collemboles sont séparés des autres Microarthropodes, on procède au dénombrement qui permet de 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% (Fig.20).



Figure 18. Loupe binoculaire

De marque « Carl Zeiss » à grossissement X32

(Photo originale)



Figure 19. La brosse de Cassagnau

(Photo originale)



Figure20. Tubes étiquetés (Photo original)

2.4. Identification des collemboles

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%.

L'identification au niveau de l'ordre et de la famille est réalisée sous loupe binoculaire à l'aide d'une clé d'identification (Jordana et Arbea, 1989) qui donne 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. Malgré ces difficultés nous nous sommes permis de nous faire aider du site web : www.collembola.org, développé par des collembologistes (Frans Jansen) pour identifier les spécimens dont nous disposons au Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes.

Nous rapportons ci-dessous la clé dichotomique de Jordana et Arbea (1989) permettant d'identifier les différents ordres, ainsi que la clé pour quelques familles de collemboles.

Clé des ordres (Jordana et Arbea, 1989)

- 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 I) développé et avec soies dorsales. Corps avec trois segments thoraciques et six segments adnominaux **PODUROMORPHA**
- 2'- Prothorax réduit et sans soies dorsales **ENTOMOBRYOMORPHA**
- 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 Trichobothries dorsales **NEELIPLEONA**
- 3'- Animaux avec ou sans pigments. Segments abdominaux V et VI différenciés. 0 à 8 cornéules de chaque côté de la tête. Abdomen avec trichobothries **SYMPHYPLEONA**

Clé de quelques familles

Ordre **PODUROMORPHA**

- 1- Pièces buccales broyeuses composées de maxilles et mandibules avec plaque molaire 2
- 1'- Pièces buccales modifiées ayant acquis des formes spécifiques; mandibules sans plaque molaire ou absente 4

2- Corps avec pseudocelles. Au sommet du segment antennaire III il y a un organe sensoriel composé de soies sensorielles en forme de "masse", très apparentes et protégées par des papilles. Sans yeux. Corps sans pigmentation **F.ONYCHIURIDAE**

2'- Corps sans pseudocelles. Organe sensoriel au sommet du 3ème article antennaire composé par deux soies sensorielles cylindriques. 0-8 cornéules de chaque côté de la tête. Corps avec ou sans pigmentation 3

3- Furca large, quand elle est rabattue sur le corps, dépasse les coxas de la seconde paire de pattes. Les deux branches de la dent présentent une courbure vers l'intérieur **F.PODURIDAE**

3'- Furca très courte, quand elle est rebattue ne dépasse pas les coxas de la 3ème paire de pattes, ou absente. Les deux branches de la dent, quand elles sont présentes, sont parallèles ou divergentes **F.HYPOGASTRURIDAE**

4- Métathorax (3ème segment thoracique) généralement avec microsensilles latérales. Furca présente. Mucron avec lames obliques ou en forme de gant **F.ODONTELLIDAE**

4'- Métathorax sans microsensilles latérales. Furca présente ou absente **F.NEANURIDAE**

Ordre **ENTOMOBRYOMORPHA**

1-Corps couvert de soies simples ou faiblement cilié 2

1'- Corps couvert de soies très pilosées, de gros cils. Avec ou sans écailles ou soies en forme d'écailles 3

2- Segment abdominal III réduit, presque invisible en vue dorsale. Segments abdominaux IV et V fusionnés. Tibiotarse avec un éperon élargi en forme de feuillet. Tête relativement grosse. Antennes insérées vers le milieu de la tête **F. ACTALETIDAE**

2'- Segment abdominal III normal, non réduit. Segments abdominaux libres ou unis IV-V et V-VI. Tibiotarses sans éperon élargi en forme de feuillet mais porte une soie avec une pointe grossie **F.ISOTOMIDAE**

3- Mucron court, avec une ou deux dents, avec ou sans épine basale. Dens régulièrement annelé en son côté postérieur **F. ENTOMOBRYIDAE**

3'- Mucron d'autre forme, allongé. Dens non annelée 4

4- Segments abdominaux III et IV de même longueur.....	5
4'- Segment abdominal IV beaucoup plus large que le segment abdominal III.....	6
5- Mucron falciforme ou allongé et avec de nombreuses dents, avec soies chez tous les individus adultes. Si la dens porte une épine, elle est située en position basale	F.TOMOCERIDAE
5'- Mucron cylindrique et plus allongé, avec 4-7 dents, avec soies. Dens avec 2 sub-segments qui portent des soies plumeuses, épines ou écailles sur la partie postérieure, les épines sont grandes et apparentes à la partie distale	F.ONCOPODURIDAE
6- Dens sans épines, avec deux rangs d'écailles ciliées. Mucron cylindrique et allongé (1/3 plus moins que la longueur de la dens), griffe et empodium avec dents aliformes	F. CYPHODERIDAE
6'- Dens avec griffe ou deux rangs d'épines ciliées. Mucronde forme conique et relativement court. Griffe et empodium sans dents aliformes	F.PARONELLIDAE
Ordre SYMPHYPLEONA	
1-Tenaculum avec 4 dents depuis la phase juvénile II jusqu'à l'adulte (réellement avec 3 dents et un tubercule basal).....	2
1'- Tenaculum avec 3 dents depuis la phase juvénile II jusqu'à l'adulte (réellement avec 2 dents et un tubercule basal).....	5
2- Femelles sans appendice anal. Mâles avec les articles antennaires II et III modifiés en un organe de fixation. Deux paires de trichobothries sur le segment abdominal V. Trichobothrie du grand abdominal A, B et C équidistants et forment un angle ouvert vers l'arrière ou vers l'avant.....	F.SMINTHURIDIDAE
2'- Femelle avec appendice anal. Mâle avec antennes non modifiés. Au maximum 1 paire de trichobothries sur le segment abdominal V. Trichobothries du grand abdominal A, B et C en autre disposition.....	3
3- Segment antennaire IV plus court que le III ème. Appendice anal dirigé vers l'anus. Trichobothries du grand abdominal forme un angle vers l'arrière, dun A nait une papille à segmentation apparente.....	F.DICYRTOMIDAE

- 3'- Segment antennaire IV plus court que le III ème. Appendice anal dirigé vers l'orifice génital. Trichobothries A et B respectivement, proche et éloigné du C, formant un angle ouvert vers l'avant.....4
- 4- 0-1 cornéules de chaque côté de la tête. Corps sans pigment. Tibiotarse sans éperons. Adultes avec épines sur tous les dents.....**F. ARRHOPALITIDAE**
- 4'- 8 cornéules de chaque côté de la tête. Tibiotarse avec éperons fins et redressés. Dents sans épines.....**F. KATIANIDAE**
- 5- Avec vésicules interoculaires. Appendices anaux dirigés vers l'orifice génital. Trichobothries du grand abdominal A, B et C équidistants et formant un angle ouvert vers l'avant.....genre: *Vesicephalus*
- 5'- Sans vésicules interoculaires. Appendices anaux dirigés vers l'orifice anal6
- 6- Segment abdominal V avec une paire de trichobothries au maximum. Trichobothries A, B et C du grand abdominal équidistants et formant un angle ouvert vers l'arrière; le B peut manquer. Les tibiotarses presque toujours sans éperons**F. SMINTHURIDAE**
- 6'- Segment abdominal V avec deux paires de trichobothries. Trichobothries A, B et C du grand abdominal formant une ligne droite oblique. Tibiotarse avec 2-4 éperons appliqués sur la largeur de la griffe.....**F. BOURLETIELLIDAE**

Chapitre III :

Résultats et Discussion

1. Composition faunistique

Nous donnons dans le tableau 4 la liste des collemboles identifiés dans le présent travail. Le tableau donne les résultats des identifications des espèces des Collemboles récoltées dans les localités d'étude par ordre, famille, sous famille.

Tableau 04. Liste des collemboles identifiés dans les différentes localités d'étude

	Localités		
	Campus universitaire	Centre-ville	Didouche Mourad
1.O. Poduromorpha			
1.1. F. Hypogastruridae			
1. <i>Ceratophyselladenticulata</i>	X	X	X
2. <i>Ceratophysellasp.</i>	X		X
3. <i>Hypogastruravernalis</i>		X	
4. <i>Willemiaintermedia</i>	X		X
1.2. F. Neanuridae			
1.2.1. S/F. Neanurinae			
5. <i>Bilobellaaurantiaca</i>	X	X	
1.2.2. S/F. Pseudachorutinae			
6. <i>Pseudachorutinae sp</i>	X		
1.3. F. Onychiuridae			
1.3.1. S/F. Onychiurinae			
7. <i>Protaphoruraarmata</i>	X	X	X
8. <i>Mesaphorurasp.</i>	X	X	
2. O. Entomobryomorpha			
2.1. F. Isotomidae			
9. <i>Hemisotomathermophila</i>	X	X	X
10. <i>Folsomia candida</i>	X	X	X
11. <i>Isotomidae sp</i>		X	X
12. <i>Isotomuruspalustris</i>	X	X	
2.2. F. Entomobryidae			
13. <i>Heteromurus major</i>	X	X	X
14. <i>Entomobryasp.</i>	X		
15. <i>Entomobryidae sp</i>		X	X
16. <i>Lepidocyrtussp.</i>	X	X	
17. <i>Orchesellacineta</i>	X		X
3. O. Symphypleona			
3.1. F. Dicyrtomidae			
18. <i>Dicyrtominaornata</i>	X		X
3.2. F. Sminthurididae			
19. <i>Sphaeridiapumilis</i>	X	X	X
3.3. F. Sminthuridae			
3.3.1. S/F. Sminthurinae			
20. <i>Capraineamarginata</i>	X	X	

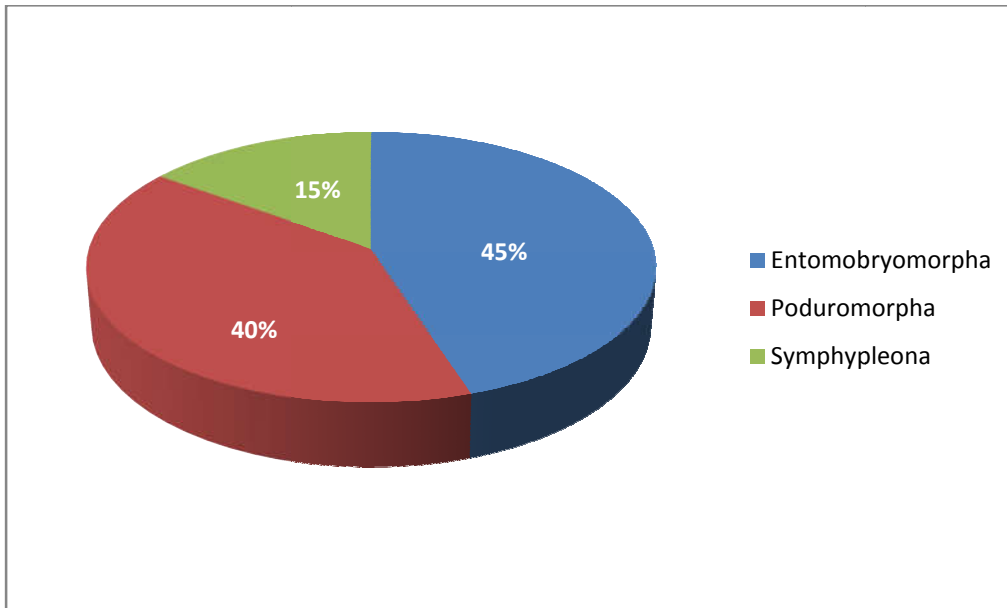


Figure 21. Répartition en pourcentage des différents ordres des collemboles identifiés

La plupart des espèces identifiées citées dans le tableau 4 appartiennent à l'ordre des Entomobryomorpha soit 45 %. L'ordre des Poduromorpha occupe le deuxième rang avec un taux de 40 %. Le reste des espèces appartiennent à l'ordre des Symphypleona, soit 15 %.

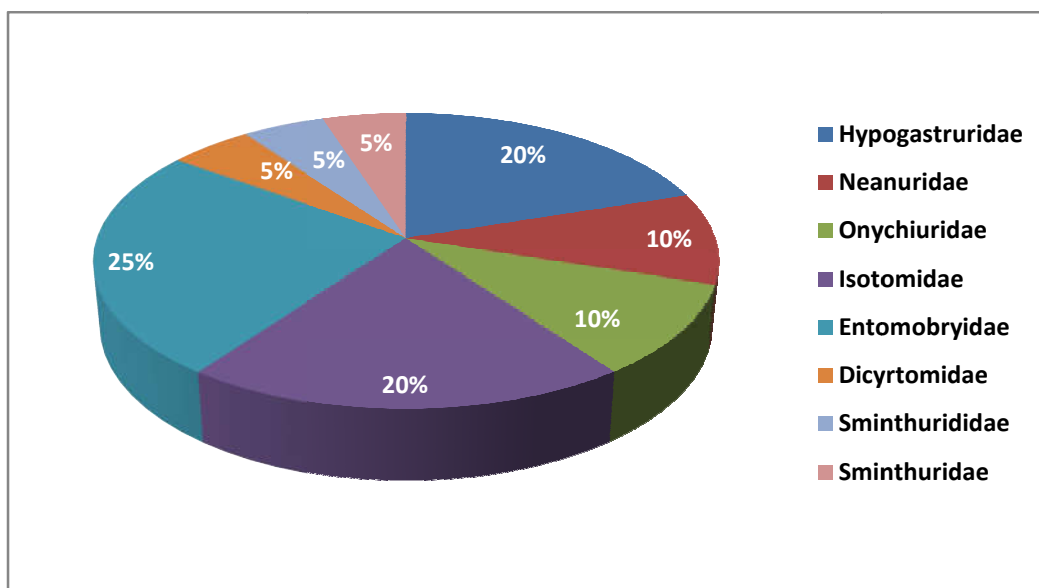


Figure 22. Pourcentage des différentes familles de collemboles identifiés

La proportion des différentes familles montre que :

La famille des **Entomobryidae** est la plus diversifiée elle est représentée par 5 genres et 5 espèces, soit 25 % du total des collemboles identifiées.

La famille des **Isotomidae** est représentée par 4 espèces appartenant à 4 genres, soit 20 % du total.

La famille des **Hypogastruridae** est représentée par 4 espèces réparties sur 3 genres, soit 20 % du total.

La famille des **Neanuridae** est représentée par 2 sous-familles, 2 genres et 2 espèces, soit 10% du total. Les deux sous-familles de Neanuridae sont représentées par une seule espèce appartenant à un seul genre chacune, soit 5%.

La famille des **Onychiuridae** est représentée par 2 espèces réparties sur 2 genres, soit 10% du total.

Les familles des **Dicyrtomidae**, **Sminthurididae**, **Sminthuridae**, sont représentées par une seule espèce d'un seul genre chacune, soit 5%.

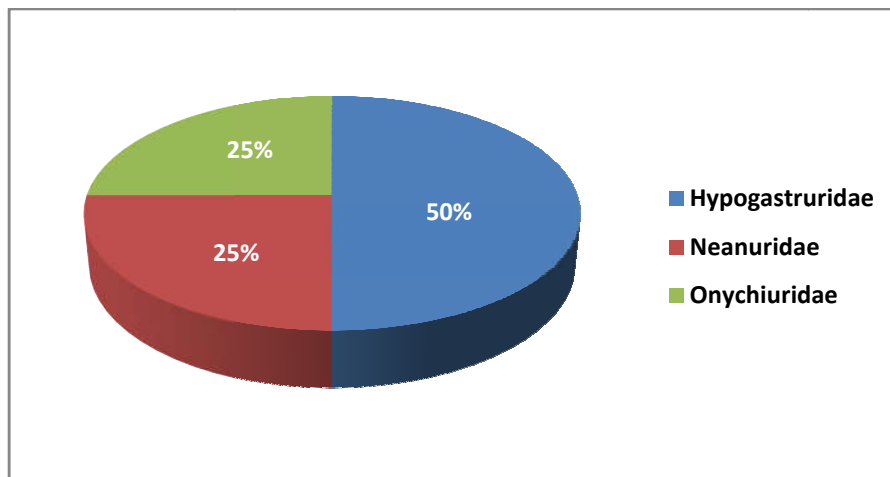


Figure 23.Répartition en pourcentage des familles de Poduromorpha

La figure 23 représente la proportion des différentes familles auxquelles appartiennent les différentes espèces de l'ordre des poduromorpha. La moitié des espèces, soit 50% appartiennent à la famille des Hypogastruridae, la famille des Neanuridae et Onychiuridae représentent 25% chacune.

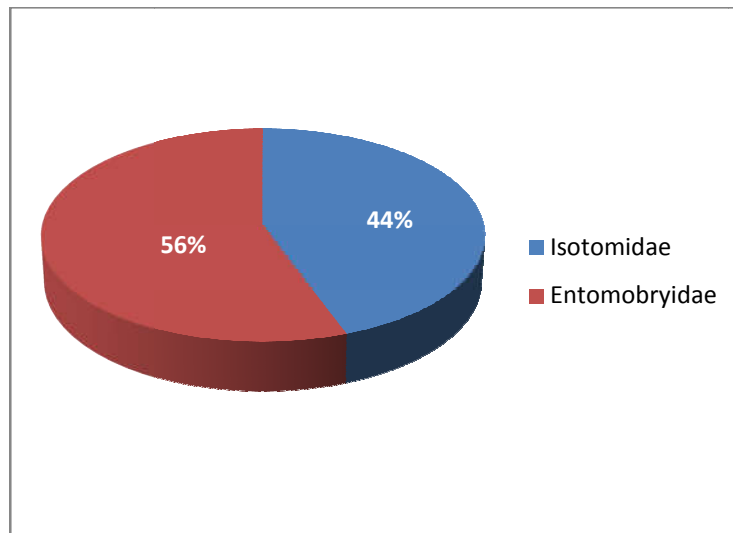


Figure 24. Proportion des familles d'Entomobryomorpha

Dans la figure 24, nous représentons la proportion des deux familles d'Entomobryomorpha. La famille des Entomobryidae représente 56% du total d'entomobryomorphes identifiés. La famille des Isotomidae occupe le deuxième rang avec un taux de 44%.

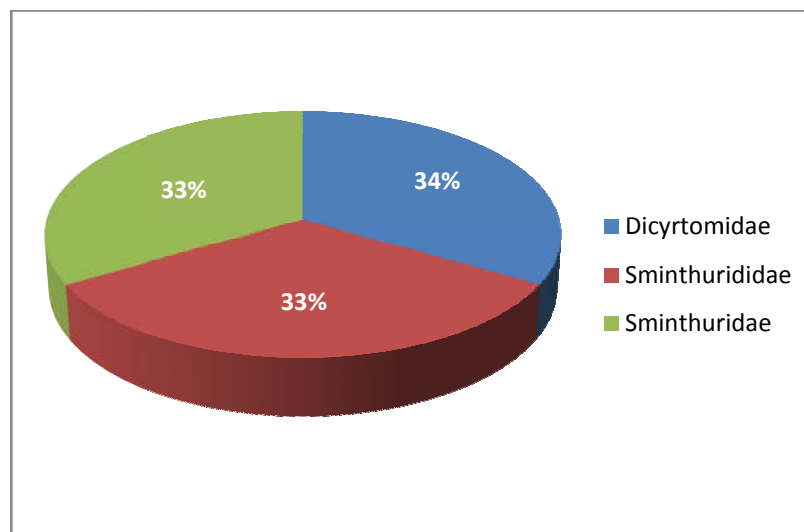


Figure 25. Proportion des familles De Symphypleona

Selon la figure 25, L'ordre des Symphypleona est représenté par 3 familles : Dicyrtomidae, Sminthurididae et Sminthuridae occupant le même rang avec un taux de 33%.

Nous représentons dans la figure 26 le nombre de familles, genre et d'espèces par ordre.

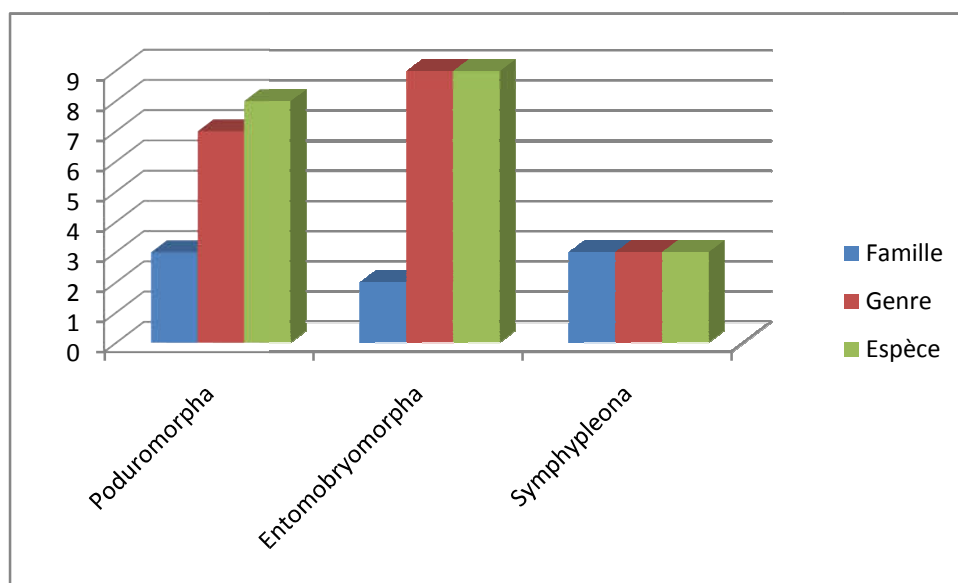


Figure 26.Fréquences absolues des familles, genre et espèces des collemboles

Le tableau 4 indique que le campus universitaire héberge 17 sur 20 espèces identifiées, soit 39 %. Il est suivi par la localité du centre-ville avec un total de 14 sur 20 espèces, soit 33 %. La localité de Didouche Mourad héberge également 12 sur 20 espèces, soit 28 %. Il faut tenir compte que certaines espèces sont rencontrées dans toutes les localités d'étude et que d'autres espèces sont trouvées que dans une seule localité.

Nous représentons dans la figure 27 le nombre total d'espèces rencontrées dans les localités d'étude.

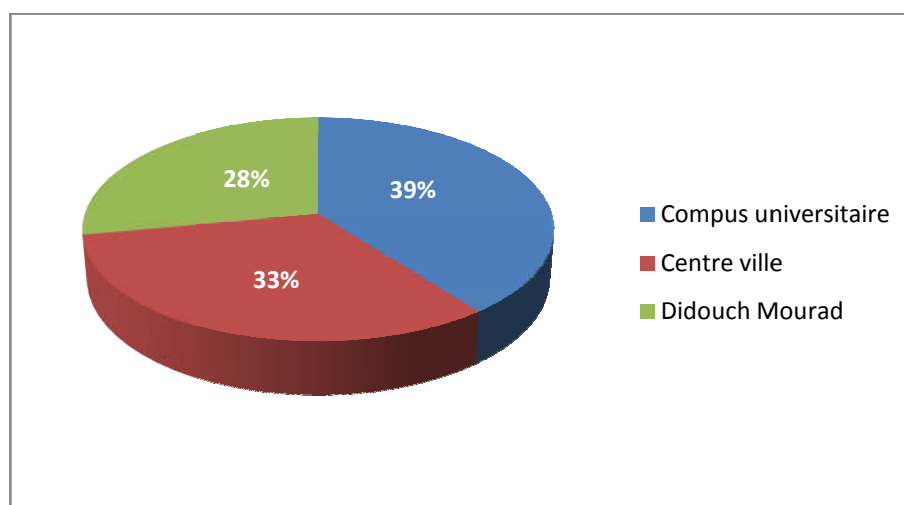


Figure 27.Répartition des collemboles identifiés par localité

2. Etude statistique

2.1. Abondances des ordres de Collemboles

2.1.1. Campus universitaire

Nous donnons dans la figure 28 une représentation graphique de l'abondance absolue des effectifs des 3 ordres de Collemboles récoltés dans le campus universitaire.

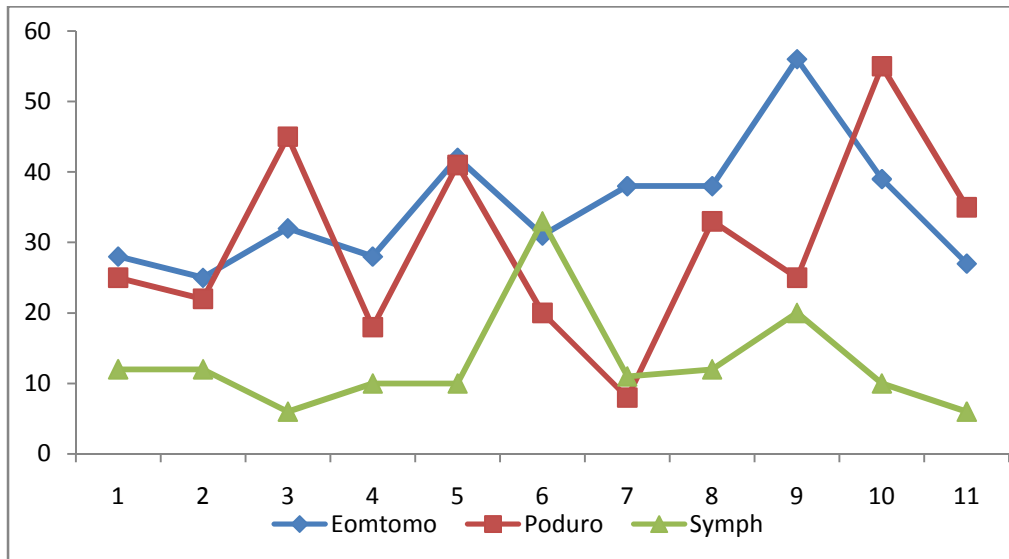


Figure 28. Abondance par ordre de Collemboles dans le campus universitaire

Sur un ensemble de 11 échantillons, nous avons dénombré 853 individus Collemboles appartenant à 3 ordres :

a- **Les Entomobryomorpha** sont au nombre de **384** individus, avec une moyenne de l'ordre de **34,90** individus/échantillon. Ils représentent **45%** du total dénombré.

b- **Les Poduromorpha**, au nombre de **327** individus, soit un nombre moyen /échantillon de l'ordre de **29,72**. Ils représentent **38%**.

c- **Les Symphypleona**, sont au nombre de **142** individus, soit une moyenne de **12,90** individus/échantillon. Ils représentent **17 %** du total dénombré.

2.1.2. Centre-ville

Nous donnons dans la figure 28 une représentation graphique de l'abondance absolue des effectifs des 3 ordres de Collemboles récoltés dans la localité du centre-ville.

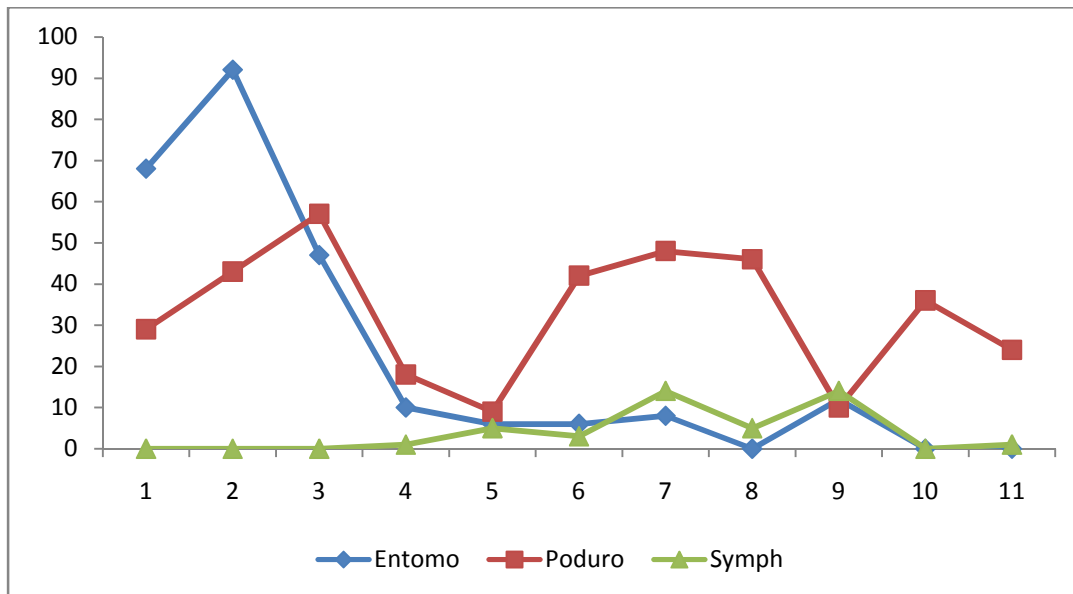


Figure 29. Abondance par ordre de Collemboles dans la localité du Centre-ville

Sur un ensemble de 11 échantillons, nous avons dénombré 654 individus Collemboles appartenant à 3 ordres :

- a- **Les Entomobryomorpha** sont au nombre de **249** individus, avec une moyenne de l'ordre de 22,63 individus/échantillon. Ils représentent **38%** du total dénombré.
- b- **Les Poduromorpha**, au nombre de **362** individus, soit un nombre moyen /échantillon de l'ordre de **32,90**. Ils représentent **55%**.
- c- **Les Symphypleona**, sont au nombre de 43 individus, soit une moyenne de **3,90** individus/échantillon. Ils représentent **7 %** du total dénombré.

2.1.3. Didouche Mourad

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

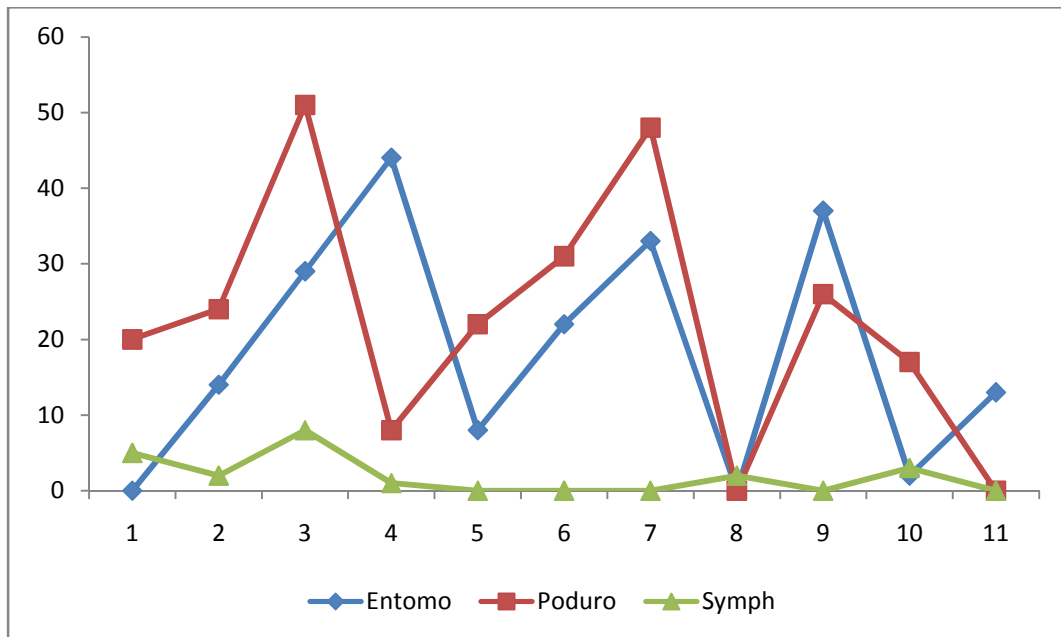


Figure 30. Abondance par ordre de Collemboles dans la localité de Didouche Mourad

Sur un ensemble de 11 échantillons, nous avons dénombré 470 individus Collemboles appartenant à 3 ordres :

a- **Les Entomobryomorpha** sont au nombre de **202** individus, avec une moyenne de l'ordre de 18,36 individus/échantillon. Ils représentent **43%** du total dénombré.

b- **Les Poduromorpha**, au nombre de **247** individus, soit un nombre moyen /échantillon de l'ordre de **22,45**. Ils représentent **53%**.

c- **Les Symphypleona**, sont au nombre de **21** individus, soit une moyenne de **1,90** individus/échantillon. Ils représentent **4 %** du total dénombré.

2.2. Statistiques descriptives des Collemboles récoltés dans les différents biotopes

2.2.1. Indices de diversité

Les indices de diversité permettent d'évaluer de façon plus précise, la diversité du milieu en fonction de la répartition des espèces. Les valeurs des indices de diversité Shannon- Weaver **H**, d'équitabilité de Piélou **E**, la Dominance **D**, et la densité sont consignées dans le tableau 5.

Tableau 5. Paramètres descriptifs du peuplement de collemboles dans les quatre biotopes

	Moussesur sol (CU)	Litièredeplantespon tanée (CV)	MousseCV	Débrisvégétaux (DM)
TaxaS	17	14	12	12
Individuals	186,5714	65	40,83333	55
DominanceD	0,1108	0,116	0,1196	0,1292
ShannonH	2,426	2,335	2,239	2,199
EquitabilityJ	0,8562	0,8848	0,901	0,8848

Pour ce qui est de l'indice de diversité de Shannon, la mousse sur sol (campus universitaire) présente la diversité la plus importante ($H = 2.425$ bits) ; Des valeurs légèrement inférieure ont, cependant, été enregistré pour la litière de plante spontanée ($H = 2,335$ bits), mousse sur sol (Centre ville) ($H=2,239$ bits) et les Débris végétaux ($H=2,199$).

L'indice d'équitabilité supérieure à 0.8 dans les quatre biotopes échantillonnée, atteste d'une répartition homogène des espèces dans les quatre biotopes ; Cette homogénéité se confirme par un indice de dominance relativement faible ($D = 0.1$)

2.2.2. La Densité

Dans bien des cas, la densité et la diversité spécifique évoluent de la même façon. Les résultats de notre inventaire dans trois biotopes échantillonnée n'échappent pas à cette règle ; Litière de plante spontanée (Coefficient de corrélation de Pearson $r = 0,96$; $P < 0,0001$), Mousse sur sol au centre-ville (Coefficient de corrélation de Pearson $r = 0,92$; $P < 0,0001$) et les débris végétaux (Coefficient de corrélation de Pearson $r = 0,87$; $P < 0,0001$). Cependant la mousse du campus universitaire (Coefficient de corrélation de Pearson $r = 0,96$; $P < 0,0001$) déroge à cette règle, ou la corrélation entre densité et diversité est faible (Coefficient de Pearson $r = 0,39$; $P = 0.03$).

D'un point de vue général, la densité du peuplement de collemboles présente des variations temporelles et spatiales. Le degré de significativité de ces différences a été testé à l'aide d'une analyse de la variance (ANOVA). Le résultat de l'analyse permet de déceler une différence hautement significative entre les quatre biotopes échantillonnée ($p = 0.0003$). Les résultats montre aussi des différences significatives Isotomidae ($p = 0,003$), Sminthuridae ($p = 0,004$). Dans les familles des Entomobryidae ($p = 0,02$), Hypogastruridae ($p = 0,01$) et Sminthuridae ($p = 0,01$) les variations des densités entre les quatre biotopes sont peu significantes. Pour les familles des Dicyrtomidae ($p = 0,3$), Neanuridae ($p = 0,3$)

et Onychiuridae ($p= 0,1$) les relevés de densités ne diffèrent pas selon le milieu (ANOVA, $P >0.08$) (Fig. 31).

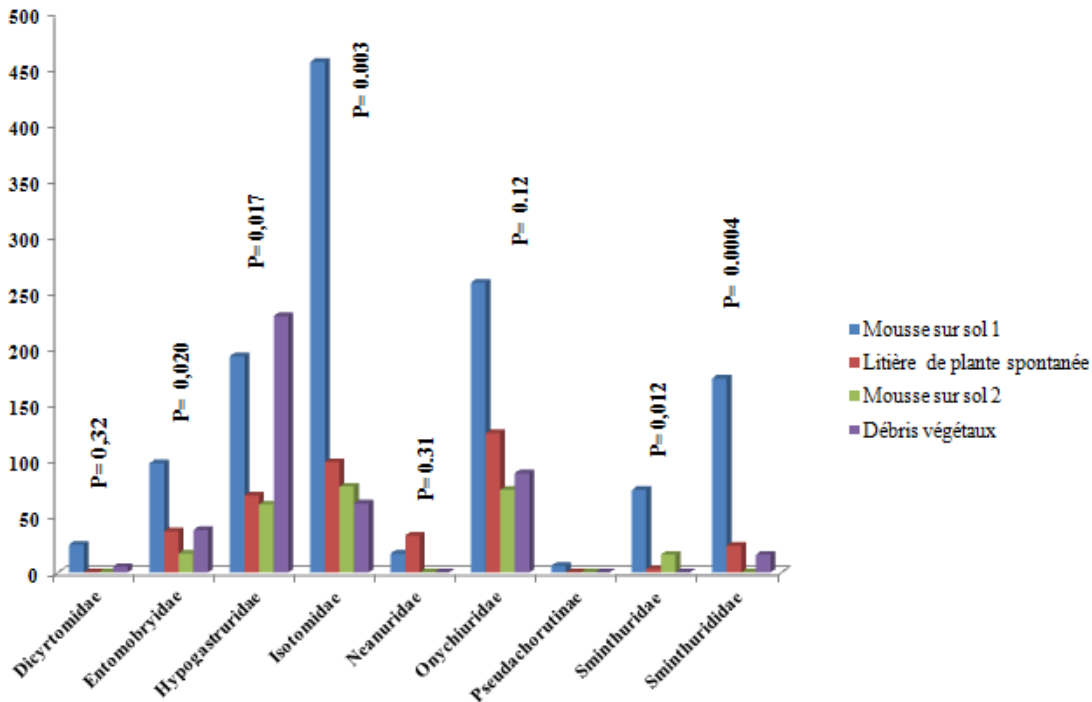


Figure 31. Variation des densités des familles des collemboles pour chaque biotope

3. Discussion

L'inventaire des Collemboles du Nord-est algérien se composait de 152 espèces appartenant à 16 familles et 69 genres.

La présente étude est considérée comme le premier travail sur les Collemboles des milieux urbains et semi-urbains. L'analyse de plusieurs dizaines d'échantillons prélevés dans divers habitats urbains et semi-urbains dans trois localités (Campus universitaire, Centre ville, Didouch Mourad) dans la région de Constantine, révèle la présence de 20 espèces sur un ensemble de 2422 individus récoltés entre les mois de Février et Avril 2017.

Du point de vue taxonomique, toutes les espèces identifiées sont déjà signalées en Algérie (Hamra Kroua, 2005), (Brahim Bounab, 2016) et (Zoughailech, 2017). On signale l'absence de plusieurs espèces déjà citées par les auteurs précédant. Signalons que la plus part des espèces sont non encore identifiées.

Par localité, c'est le Campus universitaire qui présente la plus importante diversité avec respectivement : **3** ordres, **8** familles, **16** genres et **17** espèces de Collemboles. Le Centre-ville occupe le 2^{ème} rang avec respectivement : **3** ordres, **7** familles, **14** genres et **14** espèces de Collemboles. Didouche Mourad vient en dernier avec seulement **3** ordres, **6** familles, **11** genres et **12** espèces de Collemboles. Il en ressort que c'est dans le Campus universitaire qu'on rencontre la plus importante diversité spécifique. Cela étant dû au climat local, à la nature du sol, le type de biotopes échantillonnée et surtout à l'effort d'échantillonnage fourni.

Par ordre de Collemboles, les Entomobryomorpha sont les plus diversifiés avec **9** espèces, soit **45%** des totales espèces identifiées, Les Poduromorpha avec **8** espèces représentent **40%**, les **Symphyleona** avec **3** espèces sont peu représentés, soit une proportion de l'ordre de **15%** et enfin les **Neelipleona** sont totalement absents. Hamra-Kroua (2005), Brahim Bounab (2016) trouvent une importante diversité parmi les Poduromorpha vivant dans litière, dans les mousses. Hamra Kroua (2005) note que même si les Entomobryomorpha sont très abondants dans la litière ils restent peu diversifiés. Les Symphyleona est un groupe de Collemboles très abondants et très diversifiés dans les milieux ouverts tel l'écosystème agricole et de prairie.

La famille des Hypogastruridae avec 04 espèces appartenant à 03 genres : *Ceratophyselladenticulata*, *Ceratophysellasp*, *Hypogastruravernalis*, *Willemiaintermedia*.

Pour la famille des Neanuridae on note la présence de 02 espèces seulement appartenant à 02 genres repartis sur deux sous familles : *Bilobellaaurantiaca*, *Pseudachorutinaesp*. La diversité des Neanuridae est très faible comparée aux travaux antérieurs.

La famille des Onychiuridae avec 02 espèces appartenant à 02 genres : *Protaphoruraarmata*, *Mesaphorurasp*.

La famille des Isotomidae avec 04 espèces appartenant à 3 genres : *Hemisotomathermophila*, *Folsomia candida*, *Isotomidae* (espèce non identifié), *Isotomuruspalustris*.

La famille des Entomobryidae avec 05 espèces appartenant à 04 genres : *Heteromurus major*, *Entomobryasp*, *Entomobryidae*, *Lepidocyrtussp*, *Orchesellacincta*.

La famille des Dicyrtomidae avec une seule espèce à un seul genre : *Dicyrtominaornata*.

La famille des Sminthurididae avec 2 espèces appartenant à 02 genres : Sphaeridiapumilis, Capraineamarginata.

Différentes méthodes statistiques ont été employées : l'analyse de la variance (**Logiciel Past**). Ce test est utilisé d'une part pour étudier le degré de signification entre les effectifs des ordres de Collembolés et d'autres part pour déterminer l'effet simple du biotope sur les effectifs des ordres.

L'ordre des **Poduromorpha** est le plus abondant avec respectivement une abondance absolue de l'ordre de **327** individus, soit, **38%** dans le campus universitaire, ils sont de l'ordre de **362** individus, soit **55%** au centre-ville et **247** individus, soit **53 %** à Didouche Mourad.

Les **Entomobryomorpha** comptent **384** individus, soit **45%** dans le Campus universitaire, **249** individus, soit **38%** au Centre-ville et **202** individus, soit **43%** à Didouche Mourad.

Les **Symphyleona** sont peu abondants dans les 3 localités, dans le Campus universitaire on dénombre un total de **142** individus, soit **17%** du total collembolés. Au Centre-ville on trouve une abondance de l'ordre de **43** individus soit **7%**. Dans la station de Didouche Mourad on trouve **21** individus, Soit **4%** du total.

Les **Neelipleona** sont absents dans les trois localités d'étude

De tout ce qui précède on constate que la mousse est plus favorable aux **Entomobryomorpha** dont la majorité des espèces connues de cet ordre sont litécoles aériens où ils sont abondants et parfois hémiedaphiques (Cassagnau, 1990). Le même auteur classe les **Poduromorpha** parmi la faune essentiellement hémiedaphique. Pour les **Symphyleona** et les **Neelipleona**, la plupart des auteurs les considèrent plutôt peu abondants mais préfèrent la litière (Arbea et al., 2001).

Sur un total de **2422** individus récoltés dans les 3 localités, **64%** du total collembolés dénombré se trouve dans la mousse. Elle semble plus favorable aux différents ordres de Collembolés suivi par les débris végétaux avec **20%** et la litière de plantes spontanée avec **16%**. A ce sujet Cassagnau (1990) se référant à Poinot (1968), cite le cas de deux espèces d'Entomobryomorpha et Poduromorpha qui dominent dans plusieurs types de litières d'essences feuillues.

Du point de vue abondance absolue, le Campus universitaire occupe le 1^{er} rang avec un total de **1299** individus collemboles soit **54%**, suivie par Centre-ville avec **653** individus soit **27%** et en dernier Didouche Mourad avec un total collembole de l'ordre de **470** individus soit **19%**.

Il est difficile de comparer nos résultats avec d'autres travaux parce que aucune étude n'a été menée sur ce sujet avant ce travail, aussi la plus part des espèces récoltés sont non encore identifiées.

Conclusion

CONCLUSION

Un total de 20 espèces a été identifié dans les trois localités de la région de Constantine. Elles se répartissent sur trois ordres, huit familles et 19 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 des habitats urbains et semi urbains. Cependant la liste obtenue 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 habitats urbains et semi urbains échantillonnés ne représente qu'une petite partie des habitats existants. Enfin la proportion des espèces encore non identifiée est très importante.

Le présent travail, quoique préliminaire, ouvre de larges perspectives pour la connaissance de la biodiversité de la faune collembologique vivant aux milieux urbains et semi-urbains.

Référence bibliographique

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

Ait Mouloud S., 2011- Biodiversité et distribution des collemboles dans l'écotone eau-sol forestier dans la mare d'Aghrib et la tourbière d'El Kala p. Thèse de Magistère. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouazou115p.

Amri C., 2006- Les Collemboles de quelques habitats et biotopes de l'est algérien : Inventaire et dynamique saisonnière ; Thèse de Magistère, Université Mentouri, Constantine.108p.

Anonyme. 2017- <http://aramel.free.fr/INSECTE6-1.shtml>.

Anonyme., 2017- www.collembola.org.

Bachelier G., 1978- La faune des sols, son écologie et son action. Initiation-Documontation-Techniques, 83 O.R.O.S.T.O.M, Paris, 225p, 4pl.

Baquero E., Hamra Kroua S. et Jordana R., 2009- A new species of Entomobrya from northern Algeria (Collembola :Entomobryidae). Entomological News, Volume 120, N 1, Januray and Fabruray 2009, Mailed on June 10, 2009, p.65-75.

Barra J.A., 1976- Le développement post-embryonnaire de Pseudosinella decipiens et P.impediens sous certaines conditions expérimentales. Revue d'Ecologie et de Biologie du sol, 13,385-397.

Bellinger P.F., Christiansen K.A., et Jansens F., 2005- Checklist of the Collembola of the Word. [Http://www.collembola;org](http://www.collembola.org).

Betsch J.M., 1980- Eléments pour une monographie des Collemboles Symphypléones (Hexapodes, Aptérygotes).Mem. Mus. Nat. Hist. Natur., Serie A 116:1-227.

Betsch J.M., Le comportement reproducteur des Collemboles. Insectes N°77, OPIE –INRA.

Bonet F., 1947- Monografia de la familia Neelidae (Collembola).Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 8:131-192.

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.

Bretfeld G., 1976- Heterosminthurus chaetocephalus (Collembola) - Blaz und spermaübertragung. Enc. Cynemat. E2252.Wissenschaftlichen film. Gottingen.1-10.

Bretfeld G., 1986- Phylogenetic systematic of the higher taxa of Symphypleona Börner, 1901 (Insects, Entognatha, Collembola). Proc. 2nd Intern. Sem. Apterygota, Siena, R.Dallai Ed., 307.

Bretfeld G.,1999- Synopses on Palaearctic Collembola,Vol.2.Symphypleona.,Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Gorlitz,Band 71,Heft 1,1999, p.-318

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 Biologie et évolution ; 2. Biogéography et écologie. Rév. Année biologique 29 (1):1-69.

Cassagnau P., et Juberthie C., 1967- Structures nerveuses, neurosécrétion et organes endocrines chez les Collemboles (1). Le complexe cérébral des Poduromorphes. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse. 103: 178-222.

Cassagnau P., et Juberthie C., 1970- structures nerveuses, neurosécrétion et organes endocrines chez les Collemboles. Neurosécrétion dans la chaîne nerveuse d'un Entomobryomorphe, Orchesella Kervillei Denis. Endocrinologie., C. R.Acad.Sc.Paris, t.270,(29 juin 1970),Série D ,p.3268-3271.

Chahartaghi M., Scheu S. et Ruess L., 2006.Sex ratio and mode of reproduction in Collembola of an oak-beech forest. Pedobiologia 50, 331-340.

D'Haese C.A., 2003- Morphological appraisal of collembola phylogeny with special emphasis on poduromorpha and a test of the aquatic origin hypothesis., The Norwegian academy of science and letters, Zoologica Scripta, 32, 6, November 2003, p.5636586.

Deharveng L. et Hamra-Kroua S., 2004- Une nouvelle espèce de Friesea Dalla Torre, 1895, du massif de l'Edough, nord-Constantinois, Algérie (Collembola, Neanuridae). Bull.Soc.Ent. France, 109 (2): 141-143. 62

Deharveng L. et Lek S., 1993- Remarques sur la morphologie et la taxonomie du genre *Isotomurus* Börner, 1903 et description de deux espèces nouvelles de la France (Collembola: Isotomidae). *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N-S)*, 29 (3) : 245-259.

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

Deharveng L., 2004- Recent advances in Collembola systematics. *Pedologia*, N 48: 415-433.

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* 1652,3Dec.2007,p,57-61.

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

Hamra-Kroua S., 2005- Les Collemboles (Hexapoda, Arthropoda) du Nord-Est algérien : taxonomie, biogéographie et écologie. Thèse de doctorat d'état es sciences naturelles, université Mentouri, Constantine. 266p.

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.

Hopkin S.P., 1997- *Biology of the Springtails (Insecta: Collembola)*. Oxford University Press. 1997. 1-330. Jacquemart S. et Jaques J.M., 1980-A propos d'un Collemboles Entomobryen à la fois marin et désertique. *Annales Soc. r. Zool. Belg.* — T. 109 (1979) — fase. 1 — pp. 9-18 — Bruxelles 1980.

Jordana R. et Arbea J.I., 1989- Clave de identificación de los géneros de Collembolos de España (Insecta, Collembola).

Jordana R. et Arbea, J.I. in Ramos, M.A. & al., 1997- Collembola, Poduromorpha, Familia Poduridae y Familia Hypogastruridae. *Fauna Ibérica*, vol. 8., Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, p.1-233. 63

Juberthie C. et Cassagnau P., 1971- L'évolution du système neurosécrétion chez les Insectes ; l'importance des collemboles et des autres Aptérygotes., *Rev. Ecol. Biol. Sol*, Tome VI11, Fascicule 1, 1971 janvier, p.59-80.

Massoud Z., 1971- Contribution à la connaissance morphologique et systématique des Collemboles Neelidae. *Revue Ecol. Biol. Sol.* 8:195-198.

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

Owen R., 1849- "On Parthenogenesis or the Successive Production of Procreating Individuals from a Single Ovum". London, John Van Voorst.

Reinquin A., 2013- Étude de la reproduction parthénogénétique et de son origine chez la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). Haute Ecole Louvain Hainaut.

Roth M., 1968- Initiation à la systématique et à la biologie des Insectes. O.R.S.T.O.M, 245 pp.

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

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., 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. 83-201.

Wigglesworth V.B., 1965- The principal of Insect Physiology., sixth edition, revised, 1965,p.1-741.

ANNEXES

Annexe 01. Quelques espèces des collembolles identifiées



Ceratophysella denticulata



Bilobella aurantiaca



Protaphorura armata



Hemisotoma thermophila



Folsomia candida



Isotomurus palustris



Heteromurus major



Orchesella cincta



Dicyrtomina ornata



Sphaeridia pumilis



Caprainea marginata

Annexe 02. Quelques plantes des trois stations d'étude.

2.1. Station de Didouche Mourad



Leucanthemum vulgare



Urospermum dalechampii

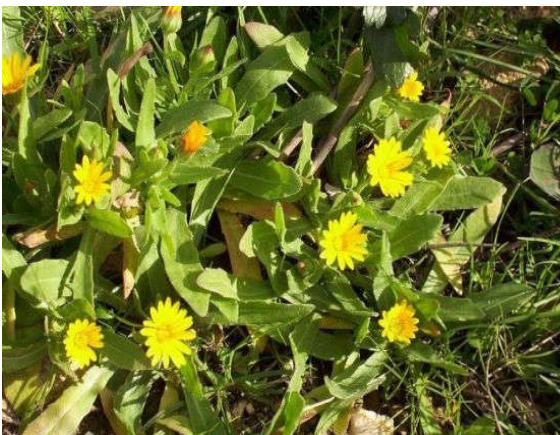


Sinapis arvensis



Cynodon dactylon

2.2. Station de Campus universitaire



Calendula arvensis



Malva sylvestris



Scolymus hispanicus



galactie tementosa

2.3. Station de Centre Ville





Sedum rubrotinctum



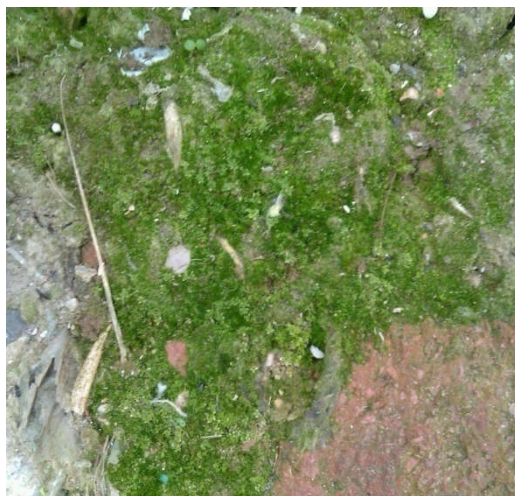
Rumex obtusifolius



Chelidonium majus



Rosmarinus officinalis



Mousse sur sol



Mousse sur pierre mural

Année universitaire 2016/2017	Préparé par LEKIKOT AMINA et BOUSEBA CHAIMA
Thème:La biodiversité des collemboles des habitats urbains et semi urbains de la région de Constantine	
Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie, Evolution et Contrôle des Populations d'Insectes	
<p style="text-align: center;">Résumé</p> <p>De nombreux échantillons de quelques habitats urbains et semi urbains (litière et mousse) provenant de trois localités de la région de Constantine (Campus universitaire, Centre ville et Didouche Mourad) sont analysés au laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes. Un effectif total de plus de 2422 individus ont été extrais suite à l'emploi des technique courantes d'extraction des collemboles.</p> <p>L'étude taxonomique révèle la présence d'un total de 20 espèces de collemboles appartenant à 3 ordres, 8 familles et 19 genres.</p> <p>Parmi les trois localités prospectées, c'est du Campus universitaire que provient l'essentiel du total récoltés et identifiées, soit 39%.</p> <p>Les résultats du dénombrement des individus de collemboles, indiquent que l'ordre des Poduomorpha est le plus abondant dans les 3 localités prospectées avec 1087 individus, soit 45%. Ils sont suivis par les Entomobryomorpha avec 1007 individus du total dénombrés,soit 42%, les Symphyleonaavec 328 individus soit 13%, les Neelipleona sont absents dans nos échantillons.</p> <p>C'est du Campus universitaire d'où provient plus de la moitié des collemboles dénombrés (1299 individus) soit 54%, suivi par le Centre ville (653 individus) avec 27% et Didouche Mourad (470 individus) soit 19%.</p> <p>Du point de vue diversité l'ordre des Entomobryomorpha (9 espèces) est le plus diversifié, suivi par les Poduomorpha(8 espèces), les Symphyleona (3 espèces).</p>	
Mots clés: Collemboles, biodiversité, milieux urbains, inventaire, Constantine	
Laboratoire de recherche : Laboratoire de la biosystématique et écologie des Arthropodes, Université Constantine 1	
Président du jury : HAMRA KROUA Salah (Professeur- UFM Constantine). Rapporteur :BRAHIM BOUNAB Hayette(MAB- UFM Constantine). Examineurs :SAOUACHE Yasmina(MCB - UFM Constantine).	
Date de soutenance : 04 /07/2017	