

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**Université Mentouri Constantine**

**Facultés des sciences de la nature et de la vie**

**Département des sciences de la nature et de la vie**

**N° d'ordre : 217/ mag / 2006**

**Série : 016 / SN / 2006**

**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister**

**Spécialité : Entomologie**

**Option : Application agronomique et médicale**

# *Thème*

*Les Collemboles de quelques habitats et biotopes de l'est algérien : Inventaire et dynamique saisonnière.*

**Présenté par : M<sup>elle</sup> AMRI Chirine**

**Devant le Jury :**

**Président : M. LOUADI K.**

**Professeur, Université de Constantine**

**Rapporteur : M. HAMRA-KROUA S.**

**Maître de conférence, Université de Constantine**

**Examineur : M<sup>me</sup> BERCHI S.**

**Maître de conférence, Université de Constantine**

**M. HARRAT A.**

**Maître de conférence, Université de Constantine**

**M<sup>me</sup> OUAHRANI G.**

**Maître de conférence, Université de Constantine**

**Soutenu le 16 / 9 / 2006**

## *Remerciements*

Ce modeste travail n'aurait pas fini, si je n'avais pas été soutenue et encouragée, c'est pourquoi je saisis cette occasion pour exprimer ma gratitude et mon obligeance.

- A dieu omnipotent qui m'a donné la force et le courage pour mener ce travail à son terme.
- A mon directeur de thèse Monsieur S. Hamra-Kroua qui a accepté de m'encadrer.
- A Monsieur José Carlos Bénito professeur à l'université de Madrid et Monsieur J.M. Betsch de France qui m'ont assuré l'identification de toutes mes espèces.
- Je suis heureuse d'adresser mes vifs remerciements à Tous les membres de jury : Mr Louadi K., Mr. Harrat A., M<sup>elle</sup> Berchi S., et M<sup>me</sup> Ouahrani G.
- Je remercie aussi tous mes collègues en entomologie pour leur aide et encouragement.

Enfin, mes remerciements vont aussi à ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

# Introduction

Les Collemboles représentent le groupe d'Arthropodes le plus ancien, leur apparition remonte au Dévonien il y a 395 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.

Les études consacrées à la connaissance des Collemboles d'Algérie sont très limitées et anciennes. Les toutes premières sont réalisées à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle Lucas, (1846 et 1849). Au début du 20<sup>ème</sup> siècle d'autres travaux notamment ceux d'Absolon, (1913), Denis (1922-1925-1935- et 1937) et Handschin (1925,1926 et 1928) cités par (Thibaud et Massoud, 1980). Les travaux les plus proches de nous remontent au milieu du siècle dernier et sont réalisés par Cassagnau, (1963) dans la région de Bône (Annaba), Stomp, (1980) en Kabylie et Thibaud et Massoud, (1980) qui donnent une synthèse bibliographique sur les Collemboles du Maghreb. De 1846 à 1980, les auteurs énumèrent 104 espèces de Collemboles en Algérie.

Enfin, le dernier important travail est mené par Hamra-Kroua, (2005), l'auteur à l'issue de la prospection de plusieurs localités de l'est algérien (massif de l'Edough, El Kala, Azzaba, Jijel, Ain M'lila et Constantine) dresse un inventaire de 113 espèces réparties sur 15 familles et 55 genres. Ainsi, la faune Collemboologique de l'Algérie est enrichie de 56 espèces dont 49 sont nouvelles pour l'Afrique du Nord, 4 espèces sont nouvelles pour la science dont un nouveau genre. Les espèces connues de l'Algérie sont à ce jour au nombre de 160 espèces.

Dans la présente étude nous apportons notre contribution à l'instar des études précédentes, afin de mettre en lumière ce groupe zoologique délaissé et ignoré par les zoologistes algériens, et d'en élargir le champ de prospection aux milieux arides et semi-aride du sud-est du pays. Pour cela, nous avons choisi trois stations d'étude appartenant à trois étages bioclimatiques différents : l'Edough à Annaba dans le subhumide, les chott (Sebkha) à Ain M'lila dans le semi aride, et le barrage de la Fontaine des gazelles à Biskra dans l'aride. Le massif l'Edough et le chott Tinsilt ont été déjà prospectés par Hamra-Kroua, (2005), mais Biskra représente une station vierge ou aucune étude n'a été réalisée avant ce travail. Notre étude envisage deux objectifs : réalisation d'une étude faunistique et une étude écologique pour savoir plus sur la structure du peuplement de Collemboles, et leur dynamique saisonnière en relation avec l'évolution des facteurs écologiques du sol: température et humidité.

# Chapitre 1

**« Données bibliographiques générales sur les  
Collemboles »**

# Chapitre 2

« Présentation des stations d'étude »

# Chapitre 3

« Matériels et méthodes »

# Chapitre 4

« Résultats »

# Discussion et conclusion

# Bibliographie

**Annexe**

**1.1-Position systématique des Collemboles**

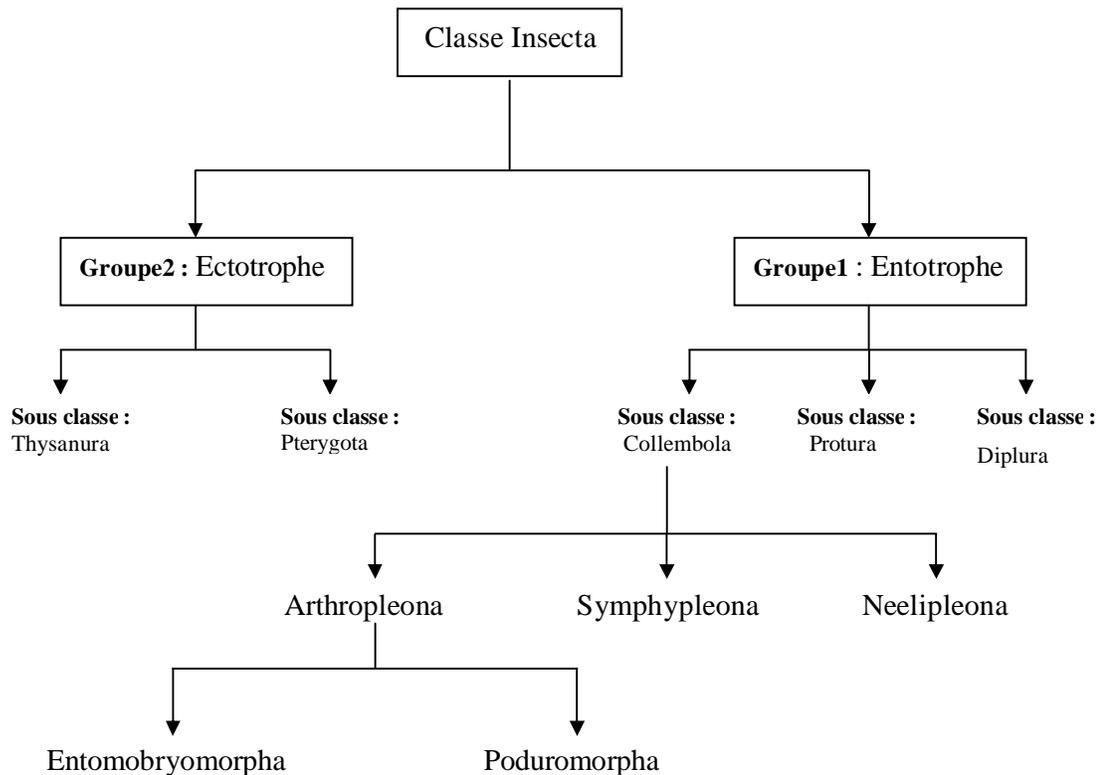
Plusieurs classifications ont été proposées en utilisant divers critères, on en cite celle de Grassi, (1889) qui, en se basant sur la structure des pièces buccales, a divisé les Aptérygotes en deux super-ordres : les Entotrophes à pièces buccales complètement cachées, auxquels appartient l'ordre des Collemboles, et les Ectotrophes à pièces buccales complètement visibles. En prenant en considération la structure des pièces buccales, les pattes et la segmentation du tégument, Tuxen, (1968) a proposé un autre schéma. Une troisième classification basée sur les structures nerveuses et les neurosécrétions cérébrales des Collemboles a été donnée par Cassagnau, (1971) à l'issue de laquelle l'auteur propose d'élever au rang de sous-classe les Aptérygotes communs (Fig.1), cette classification est fondée dans ces grandes lignes sur la métamérisation plus ou moins apparente extérieurement et sur la structure des segments. L'auteur distingue de façon classique les **Arthropléones** à segments abdominaux nettement séparés et les **Symphyléones** caractérisés par la coalescence des segments thoraciques et abdominaux I à IV. Massoud, (1976) a récemment isolé de ces derniers les **Neelipléones**. Au sein des Arthropléones on distingue deux ordres : les **Poduromorphes** et les **Entomobryomorpha**.

**-Poduromorpha** : Cet ordre regroupe toutes les espèces dont le corps est allongé et cylindrique ou aplati, le tergite du premier segment thoracique est sclérifié et porte une rangée de soies. Le système rétro-cérébral réduit est un autre caractère typique lié à cet ordre (Cassagnau et Juberhtie, 1967).

**-Entomobryomorpha** : Ils sont caractérisés par leur corps allongé et cylindrique ou aplati, et ils ne possèdent pas un tergite individualisé sur le prothorax (Cassagnau, 1990).

**-Neelipleona** : Il est représenté par une seule famille, *Neelidae* avec 4 genres. Les membres de cet ordre sont caractérisés par un corps globulaire, le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> segment thoracique sont élargis, et les subcoxae et coxae très étendus (Bonet, 1947, Massoud, 1971 et Bretfeld, 1986).

**-Symphypleana** : ils possèdent un corps globulaire comme les Neelipleona, mais ils s'en distinguent par la coalescence des segments thoraciques 1 à 4 (Betsch, 1980, Fjellberg, 1989)



**Fig.1:** Organigramme récapitulant les grandes lignes de la systématique des Collemboles selon le modèle proposé par Cassagnau et Massoud.

Les Collemboles ne sont pas considérés, désormais, comme insectes parce qu'ils représentent, eux même une classe, mais les deux classes (Insecta et Collembola) appartiennent à la même super-classe : Hexapoda. Cette nouvelle classification est basée sur de nouveaux outils tels:

**Chaetotaxie antennaire :** C'est un caractère distinctif puissant chez divers groupe, elle est 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).

**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). Selon Bellinger et al, (2005) la nouvelle systématique des Collemboles est donnée comme suit :

**Super-règne : Eucarya** Woese, Kandler et Weelis, 1990

**Règne : Animalia** Linnaeus, 1758

**Sous-règne : Eumetazoa** Butshli, 1910

**Super-phylum : Ecdysozoa** Aguinaldo AMA, Turbveille JM, Lindford LS, Rivera MC, Garey JR, Raff RA et Lake JA, 1997

**Phylum : Arthropoda** Latreille, 1829

**Sous-Phylum : Pancrustacea** Zrzavy et Stys, 1997

**Super-classe : Hexapoda** Bainville, 1816

**Classe : Collembola** Lubbock, 1870

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

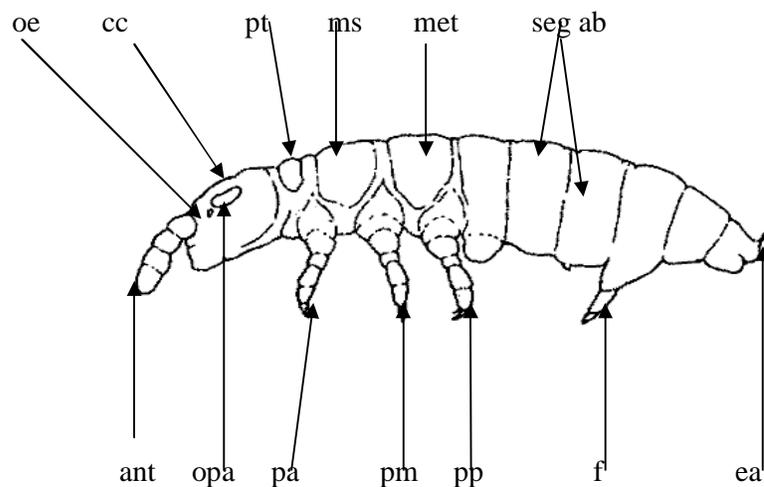
**Ordre : Entomobryomorpha** Börner, 1913

**Ordre: Symphypleona.**

## 1.2- Morphologie

### 1.2.1- Morphologie externe

Les Collemboles sont des Aptérygotes de petite taille (1 à 8 mm), à 9 segments post-céphaliques bien individualisés. Leur corps est divisé en trois parties : tête, thorax, et abdomen (Fig.2).



**Fig.2 :** La morphologie externe d'un Collembole.

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

**1.2.1.1- Tête**

La tête est orthognathe ou prognathe portant une paire d'antennes à 4 articles possédant leur musculature propre, le quatrième segment peut secondairement s'allonger en fouet annelé. Un organe photosensible est constitué de deux groupes de 8+8 ommatidies indépendants les uns des autres, la réduction de ces yeux peut aller jusqu'à l'anophtalmie totale. On notera la présence sporadique d'ocelles frontaux sans système cornéen. Entre la base de l'antenne et la tache oculaire, se développe l'organe post-antennaire (OPA) susceptible de disparaître secondairement. 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. L'appareil buccal peut secondairement évoluer suivant le régime alimentaire, en particulier par étirement des mandibules qui perdent leur *pars molaris*, ou même peuvent entièrement disparaître, et la transformation du capitulum maxillaire en stylet (régime alimentaire liquide) (Cassagnau, 1990).

**1.2.1.2- Thorax**

Le thorax possède trois segments inégaux, le premier toujours plus au moins réduit. Les pattes sont pourvues de deux praecoxa, d'une coxa, d'un trochanter, d'un fémur, d'un tribiotarse, d'un prétarse à nodule empodial et d'une griffe terminale (Cassagnau, 1990).

**1.2.1.3- Abdomen**

L'abdomen des Collemboles possède six segments, l'anus terminal s'ouvre entre trois valves sur le sixième. L'orifice génital est porté par le cinquième segment, en fente transversale chez la femelle, en tubercule plus au moins hémisphère chez le mâle. Les soudures entre les segments abdominaux sont très variées au sein même des familles, allant jusqu'à la coalescence totale des métamères post-céphaliques 1 à 7 chez les Symphypléones (Cassagnau, 1990). Sur la face ventrale, les Collemboles possèdent un organe de saut constitué d'une furca située au niveau du 3<sup>e</sup> segment abdominal et d'un tenaculum sur le 4<sup>e</sup> segment abdominal (Soto-Adames, 1996).

## 1.2.2- Anatomie

### 1.2.2.1- Le tégument

L'épiderme est pourvu de pigments rouges vineux à bleu noir masquant éventuellement les pigments verts, jaunes ou oranges contenus dans les lipides du corps gras. Le pigment épidermique peut se disposer en taches à contours réguliers ou totalement disparaître ainsi que le pigment du corps gras. Le tégument est peu sclérifié, à épicuticule richement ornementée par évolution de granules de base. La cuticule peut être plus ou moins lisse ou granuleuse, la granulation est de trois types:

- Granulation primaire : granules de base groupés en rosettes de 6 éléments.
- Granulation secondaire due à l'hypertrophie ou à la soudure des premiers pour former des plaques réticulaires et les tubercules. Présence de soies de différentes formes, sensorielles et glandulaires, et des ouvertures glandulaires.
- Granulation tertiaire observée notamment chez les *Neanuridae*, qui résulte du regroupement des granules secondaires sur la face dorsale du corps et de la tête. Chaque granule tertiaire correspond à un tubercule élémentaire, structure utilisée dans la taxonomie de la lignée *Neanurienne* (Deharveng, 1983).

La chétotaxie (nombre et disposition des soies) de revêtement est d'une importance systématique fondamentale pour l'identification des espèces. Elle est faite de soies tactiles de densité variable, de **soies** spécialisées, d'**écailles**, de **trichobothries** et de **sensilles**.

Une soie est une formation cuticulaire correspondant à la partie externe d'un organe sensillaire. Elle comporte une embase, une courte partie basale et une partie distale constituant la plus grande longueur. Massoud et Ellis, (1977) cités par Hamra-Kroua, (2005) ont proposé une classification et une nomenclature des phanères des Collemboles européens selon la structure et la forme.

L'écaille, chez les Collemboles est un phanère aplati, très mince, en général pourvue d'une embase enfouie dans le tégument. Probablement sont des soies transformées d'un aspect laminé avec une fine ciliation superficielle; produisant des reflets métallisés chez quelques espèces de la famille des *Entomobryidae*. Elles présentent différents types selon les groupes et l'emplacement sur le corps. Elles peuvent être simples sans striation ou présence de stries longitudinales et transversales.

Les trichobothries chez les Collemboles sont des phanères sensoriels, sous forme de très fin filament lisse ou cilié, d'épaisseur constante sur toute leur longueur.

### 1.2.2.2- Système nerveux

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

### 1.2.2.3- Appareil 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 médian puissant (estomac, ventricules) ou *mésenteron* et un intestin postérieur étroit (caecum, 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 peritrophique 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 tuniqué 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).

### 1.2.2.4- Système respiratoire

La plupart des Collemboles a une respiration superficielle via la cuticule par la diffusion des gaz. Cependant, les *Actalitoidea* et quelques espèces de *Symphyleones* possèdent un système trachéen. Les stigmates se trouvent sur la partie ventrale dans la tête où ils sont attachés au tronc entre la tête et le prothorax (Hopkin, 1997).

**1.2.2.5- Système circulatoire**

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

**1.2.2.6- 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).

**1.2.2.7- Système excrétoire**

Chez les Collemboles les glandes labiaux sont très comparables aux glandes antennaires ou reins céphaliques des Crustacés Décapodes, qui ont un rôle excréteur incontestable. Ces glandes ou reins labiaux comprennent un saccule terminal formé d'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).

**1.3- Reproduction et développement****1.3.1- L'appareil génital des femelles**

La gonade des femelles est composée d'une paire d'ovaires ventro- latéraux de type méroïstique polytrophique 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 essentielles : le *germarium* contenant les ovogonies, et le *vitellarium* où se déroule la différenciation pour donner naissance à des ovocytes et cellules nourricières. Le nombre de pontes ainsi que le nombre d'œufs par ponte dépendent de très nombreux facteurs. Chez beaucoup de *Neanuridae* on observe dans la nature ou en élevage une seule ponte par an, par contre,

chez les *Isotomidae*, il n'est pas rare d'observer jusqu'à 10 pontes, à raison d'une ponte tous les quinze jours (Jablonska et al, 1993) cité par Hopkin, (1997).

### 1.3.2- L'appareil génital des mâles

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. Le fonctionnement du testicule est lui aussi rythmé par les mue imaginale. 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. Ils sont acheminés par le conduit dorsal du *ductus* cependant que se forme dans le conduit la tige du spermatophore qui pénètre au sein de la gouttelette spermatique. Les spermatophores sont disposés en grand nombre sur les substrats et les modalités de la prise par la femelle montrent des variations très nettes suivant les groupes (Cassagnau, 1990).

### 1.3.3- La fécondation

La fécondation est indirecte par l'intermédiaire d'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, par conséquent deux types de pariades peuvent être distingués :

- \* **Pariade primitive:** La présence de la femelle déclenche le dépôt d'un ou de 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. Ce type de pariade est lié à l'existence de caractères sexuels secondaires spectaculaires (*Sminthurididae*, *Bourletiellidae*) (Betsch, 1980).

Chez le genre *Sminthurus*, la pariade sexuelle consiste en un accrochage par les antennes du mâle et de la femelle, (Massoud, 1971). Bertfeld, (1976) note que la pariade

sexuelle qui se manifeste chez *Sphaeridia pumilis* consiste en un transfert du spermatophore d'orifice à orifice génital. Betsch-Pinot, (1977) décrit les deux types de parades sexuelles (primitive et spécialisée) chez *Allacma gallica* et *Sminthurus viridis*.

### **1.3.4- 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, la tendance vers des modes de vie épigée entraîne l'enrobage des œufs par la femelle à l'aide d'excréments (Massoud et Pinot, 1973) cité par Hamra-Kroua, (2005) ou de matériel du substrat ayant transité rapidement par le tube digestif (Cassagnau, 1990). 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 controlécithe, 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).

### **1.3.5- Développement post-embryonnaire**

Le développement post-embryonnaire des Collemboles est qualifié classiquement de protomorphe et amétabole, le premier stade sortant de l'œuf avec ses 9 segments post-céphaliques définitifs sans possibilités d'anamorphose ultérieure. Les stades successifs ne présentent pas de transformations spectaculaires dans l'ontogenèse. Si beaucoup de Collemboles juvéniles ressemblent à ce point aux adultes qu'il est souvent possible de déterminer l'espèce dès la naissance. Un des caractères principaux de ce développement est la persistance de la mue tout au long de la vie de l'animal. 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*. La durée des inter mues, et donc de développement larvaire, est directement conditionnée par la température avec parfois introduction de phases de quiescence ou de diapause dans la nature en période hivernale chez les espèces à développement lent. Bien que le développement soit de type amétabole, des analyses plus

approfondies montrent une morphogenèse progressive touchant des structures discrètes, de ce fait, 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 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).

## **1.4- Ecologie des Collemboles**

### **1.4.1- Milieux et habitats**

Les Collemboles habitent surtout le sol et la litière des feuilles, ils occupent la deuxième position après les fourmis (Soto-Adames, 1996). Ils ont une prédilection pour les endroits humides. Mais, il existe d'autres qui, pendant le jour, peuvent se déplacer activement sur les écorces des arbres et les fleurs. On peut les trouver également sur les mousses, sous les pierres, dans les grottes, dans les termitières et les fourmilières, 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).

### **1.4.2- Adaptations**

#### **1.4.2.1- Adaptations morphologiques**

Les grands traits de la classification des Collemboles correspondaient aux tendances adaptatives nées de la divergence entre les peuplements interstitiels et le milieu épigé. Selon Gisin, (1943), Dajoz, (1980) et Cassagnau, (1990) proposent une classification de type biologique associant morphologie et milieu, devenue classique, mais souvent appliquée sans discernement en particulier au niveau des caractères régressifs (yeux, pigments, furca) pour lesquels il est indispensable de bien distinguer des caractères anciens de lignée. La classification de Gisin peut se résumer ainsi :

- atmobios** : espèce des macrophytes ; 8+8 yeux, antennes très longues,
- hemiedaphon** : pigment bien développé, antennes moyennes
- uedaphon** : peuplement des couches profondes du sol, yeux réduits ou absents  
pigment limité aux yeux .

**1.4.2.2- Adaptations physiologiques aux milieux extrêmes****1.4.2.2.1- Adaptation au froid**

Les Collemboles sont connus depuis longtemps comme susceptibles de peupler des régions et des biotopes particulièrement froids. Dans les Pyrénées on a trouvé des populations actives de *Tetracanthella* sur les rochers glacés (-15°C en hiver), à 2000m d'altitude. *Cryptopygus antarcticus* supporte des températures de -27°C. 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).

**1.4.2.2.2- Adaptation à la dessiccation ou anhydrobiose**

La dessiccation quasi-totale des biotopes en saisons sèche est palliée le plus souvent par la capacité de résistance des œufs pondus dans les interstices et capables reconstituer des populations au retour des précipitations. Chez les *Folsomides variabilis*, des individus maintenus dans des élevages qui se dessèchent progressivement montre un comportement constructeur et se fabriquent des logettes à partir des interstices dont ils comblent les lacunes avec des boulettes de substrat ( plâtre ou argile) ayant transité par le tube digestif. Au fur et mesure de la dessiccation, les individus se contractent, se creusent en gouttière sur la surface ventrale, les antennes repliées vers l'arrière. Ils peuvent rester ainsi desséchés plusieurs mois et reprennent leurs activités si l'on procède à la réimbibition (Cassagnau, 1990).

**1.4.2.2.3- Adaptation à l'inondation**

La saturation du milieu édaphique par une nappe liquide refoule la plupart des espèces vers la surface du fait de peu de mouillabilité de leur cuticule. Toutefois les individus prisonniers en profondeur peuvent subir pendant un laps de temps plus au moins long des conditions de vie sub-aquatiques qui ne semblent pas déboucher sur des conséquences létales. Les chances de survie de ces organismes sont liées à la teneur en oxygène dont ils disposent suivant les micros conditions qui leur sont offertes en profondeur. Les individus enfermés dans des bulles d'air au sein des vacuoles conservent

une respiration de type terrestre adaptée aux basses tensions en oxygène (Cassagnau, 1990).

#### 1.4.2.2.4- Adaptation aux milieux halophiles

Les espèces des milieux halophiles aussi bien de type interstitiel qu'atmosphérique semblent capables de réguler la concentration de leur milieu intérieur par rapports aux fluctuations des concentrations de l'eau de mer et même de supporter quelques temps le contact de l'eau douce, lors de pluies par exemple. Chez *Anurida maritima*, l'accroissement de l'énergie nécessaire à l'osmorégulation pourrait tirer son origine de l'élévation de la température du corps favorisée par l'activité diurne et la couleur bleue sombre des animaux (Cassagnau, 1990).

#### 1.4.2.3- Adaptations mixtes

##### 1.4.2.3.1- Ecomorphose

On peut définir l'écomorphose comme l'intercalation dans le développement post-embryonnaire des espèces d'une crise métabolique généralisée mais passagère, révélée par une morphologie pré-écomorphique étant établie lors de la rupture de l'écomorphose. Cette crise touche dans la plupart des cas des espèces dont le développement optimum a lieu à des températures relativement basses et dans des conditions d'hygrométrie élevées ; elle se déclenche dans des biotopes où pour des raisons géographiques et climatiques ces conditions optimales ne sont pas constantes du fait de l'apparition d'une saison chaude et sèche. Pendant la crise écomorphique, on constate une inhibition des *corpora allata*, un blocage de la gonade, régression de la fonction digestive ; utilisation des réserves stockées au niveau du corps gras, transformation en rein d'accumulation de l'épithélium mésentérique et des cellules à urates, et modifications tégumentaires rendant l'animal plus apte à une vie hygrophile en milieu anoxique (Cassagnau, 1990).

##### 1.4.2.3.2- Cyclomorphose

Le polymorphisme saisonnier auquel on a donné le nom cyclomorphose touche des espèces cryophiles qui présentent une forme d'été et une forme d'hiver qui se distinguent essentiellement par la forme du mucron. Chez *Isotoma nivea*, la forme d'été voit régresser les ergots capités que possède la forme d'hiver, ce polymorphisme est la

marque extérieure de deux types de comportements adaptatifs, la forme d'hiver étant seule capable de conserver une activité à la surface de la neige (Cassagnau, 1990).

### **1.4.3- Régime alimentaire**

Généralement, les collemboles sont des polyphages, néanmoins, ils peuvent être saprophages (plantes en décomposition), coprophages (excréments), necrophages (cadavres), mycétophages (champignons), bactériophages (bactéries), ou même des prédateurs. Chez *Sinella coeca* et *Sinella pouadensis*, l'adulte mange ses propres oeufs, même s'il y a assez de provisions (Thibaud, 1970). Une étude sur le régime alimentaire des Collemboles a été réalisée par Jan Addison à Canada, cet auteur a procédé à l'examen du contenu de l'estomac des collemboles. Il était généralement admis que les collemboles étaient mycophages, la plupart des Collemboles récoltés se nourrissaient effectivement de champignons, mais qu'ils affichaient des préférences pour certains types de champignons. Certains ne mangeaient que des champignons de couleur foncée, d'autres des champignons de couleur pâle et d'autres encore l'un ou l'autre type. Il a également découvert des espèces qui étaient détritivores (Anonyme, 2005).

### **1.5- Répartition des Collemboles dans le monde**

Les Collemboles représentent la classe d'Arthropodes la plus diversifiée, ils sont présents dans tout le monde même dans le pôle de sud. Le nombre total d'espèces de Collemboles dans le monde est de 6000 espèces dont 1600 sont décrites pour la première fois en Amérique. Les aires géographiques où la faune Collemboologique est mieux connue sont : nord-ouest de l'Europe, Japan, nord américain et le nord mexicain (Soto-Adames, 1996).

### **1.6- Données actuelles sur les Collemboles d'Algérie**

#### **1.6.1- Liste des Collemboles connus d'Algérie (1846-1980)**

Les travaux systématiques sur les Collemboles d'Algérie sont très peu nombreux et sporadiques. A la fin du 19<sup>ème</sup> siècle Lucas, (1846 et 1849) cité par Thibaud et Massoud, (1980) signale quelques espèces difficiles à classer dans la systématique actuelle. Au début du 20<sup>ème</sup> siècle d'autres travaux sont venus s'ajouter. Absolon, (1913) cité par Thibaud et

Massoud, (1980) décrit une espèce nouvelle d'une grotte près d'Alger, il s'agit de *Oncopodura delhezi*.

Il faut attendre la deuxième moitié du 20<sup>ème</sup> siècle es années, grâce essentiellement aux travaux de Cassagnau, (1963) sur le Nord Constantinois et celui de Stomp, (1974) qui étudia des Collemboles cavernicoles des grottes glaciaires du Djurdjura.

Les principales espèces de Collemboles récoltées au Nord Constantinois (Algérie) sont exposées dans le travail de Cassagnau, (1963) que nous consignons dans le tableau 1, elles sont au nombre de 30, dont 21 nouvelles pour le pays (marquées d'une étoile) et 2 sont nouvelles pour la sciences, endémiques de la région : *Proctostephanus sancti-augustini n.sp* et *Onychiurus obsiones n.sp*. Les espèces précitées appartiennent à 10 familles et 23 genres. L'auteur, note que l'inventaire de la faune des Collemboles de l'Algérie demeure à ce jour mal connue et fragmentaire pour permettre la moindre conclusion d'ordre biogéographique ou écologique sur ce peuplement. De leur côté Thibaud et Massoud, (1980) nous fournissent une synthèse sur les Collemboles d'Algérie avec un aperçu biogéographique de cette faune (Tableau 2).

**Tableau 1 :** Espèces récoltées dans des milieux édaphiques humides de la région de Annaba (Bône) Nord-est de l'Algérie. 1958-1959 (Cassagnau, 1963).

Espèces	Familles
* <i>Acherontiella bougisi</i> * <i>Ceratophysella denticulata</i> * <i>Ceratophysella tergilobata</i> <i>Hypogastrura purpurescens</i>	Hypogastruridae
* <i>Friesea oligorhopala</i> <i>Neanura aurantiaca</i> <i>Protanura pseudomuscorum</i> * <i>Pseudochorutes parvulus</i>	Neanuridae
<i>Onychiurus armatus</i> * <i>Onychiurus imperfectus</i> * <i>Onychiurus obsiones n.sp</i> <i>Tullbergia bipartita</i> <i>Tullbergia krausbaueri</i> * <i>Tullbergia quadrispina</i> * <i>Tullbergia ramicuspus</i>	Onychiuridae
* <i>Folsomides parvus</i> * <i>Isotoma olivacea</i> * <i>Isotomiella minor</i> * <i>Isotomina thermophila</i> * <i>Proctostephanus sancti-augustini n.sp</i> * <i>Proisotoma minuta</i> * <i>Pseudanurophorus isotoma</i>	Isotomidae
<i>Heteromurus major</i> * <i>Sinella Coeca</i>	Entomobryidae
* <i>Cyphoderus bidenticulatus cf.veneris</i> * <i>Oncopodura crassicornis</i>	Cyphoderidae
* <i>Megalothorax minumis</i>	Neelidae
<i>Dicyrtoma fusca</i>	Dicyrtomidae
* <i>Sminthurus echinatus</i>	Sminthuridae

**Tableau 2:** Les Collemboles d'Algérie selon Thibaud et Massoud, (1980).

Familles /espèces/ Répartition biogéographique	Auteur et année
<b>PODURIDAE</b>	
<i>Podura aquatica</i> (Linné 1758) **	H, 28
<b>HYPOGASTRURIDAE</b>	
<i>Acherontiella bouguisi</i> Cass et Delam., 1955 ++	C, 63
<i>Acherontiella onychiuriformis</i> Absolon, 1913 ++	Ab, 13
<i>Bonetogastrurira delhezi</i> (Stomp et Thibaud, 1974) °	Sto, et Th, 74
<i>Ceratophysella armata</i> (Nic, 1841) *	H, 26 et 28
<i>Ceratophysella denticulata</i> (Bagnall, 1941) *	Sto., 80 et C.63
<i>Ceratophysella sigillata</i> (Uzel, 1891) +	H.28
<i>Ceratophysella tergilobata</i> Cass, 1954 ++	C.63
<i>Hypogastrura manubrialis</i> (Tull., 1869)*	H, 28 ; D.D,53;
<i>Hypogastrura purpurescens</i> (Lubbock, 1867) *	D, 25 ; H, 28 ; C, 63
<i>Hypogastrura sahlbergi</i> (Reuter, 1895) **	Lu, 1846
<i>Mesachorutes quadriocellatus</i> Abs., 1900 +	C, 63
<i>Willemia anophthalma</i> Börner, 1901 *	D.D, 53
<i>Xenylla humicola</i> (O. Fabricus, 1780) *	D.D, 53
<i>Xenylla maritima</i> Tullberg, 1869 *	H, 26
<b>NEANURIDAE</b>	
<i>Annurida maritima</i> (Guerin, 1836)*	H, 28
<i>Anurida tullbergi</i> Schött, 1891**	H, 28
<i>Brachystomella parvula</i> (Schäffer, 1896)*	H, 28
<i>Friesea oligirhopala</i> (Caroli, 1914) ++	C, 63
<i>Bilobella</i> (Neanura) <i>aurantiaca</i> (Caroli, 1912) +	H, 26 ; C, 63
<i>Neanura gladiolifer</i> cass, 1954+	Mur, 58
<i>Neanura reticulata</i> (Axelson, 1905) +	H, 28
<i>Odontella lamellifera</i> (Axelson, 1903) *	D.D, 53
<i>Protanura pseudomuscorum</i> (Börner, 1903) ++	D, 25 ; C, 63
<i>Pseudochorutidina bouguisi</i> Delamare, 1951 ++	D.D, 53
<i>Pseudachorutes corticolis</i> (Schäffer, 1896) +	Mur, 58
<i>Pseudachorutes parvulus</i> Börner, 1901 **	C, 63
<b>ONYCHIURIDAE</b>	
<i>Metaphorura affinis</i> Börner, 1902 +	Mur, 58 ; C,63
<i>Neotullbergia</i> (Tullbergia) <i>ramicuspis</i> Gisin, 1953 +	C, 63
<i>Onychiurus fimetarius sensu</i> Denis, 1938 +	D, 24
<i>Onychiurus Imperfectus</i> Denis, 1938 +	C, 63
<i>Onychiurus obsiones</i> Cassagnau, 1963 °	C, 63
<i>Protaphorura</i> (Onychiurus) <i>armata</i> (Tull.1869) *	D, 37 ; C, 63 ; Sto, 74, 80
<i>Protaphorura delhezi</i> Stomp, 1980 °	Sto, 80
<i>Protaphorura saccardyi</i> (Denis, 1935) °	D, 35 et 37 ; Sto, 74, 80
<i>Stenaphorura</i> (Tullbergia) <i>quadrispina</i> (Börner, 1901) +	C, 63
<i>Tullbergia krausbaueri</i> (Börner, 1901)*	C, 63 ; D.D, 53
<i>Tullbergia bipartita</i> Handschin, 1920 +	Mur, 58 ; C, 63

<b>ISOTOMIDAE</b>	
<i>Archisotoma interstitialis</i> Delm., 1953 +	D.D, 53
<i>Folsomia quadrioculata</i> ( Tullberg, 1871) *	Mur, 58
<i>Folsomides parvus</i> Folsom (in Mills, 1934) +	C, 63
<i>Isotoma mauretanea</i> Handschin, 1926 °	H, 26 et 28
<i>Isotoma nivalis</i> Carl, 1910 +	Mur, 58
<i>Isotoma olivacea</i> Tullberg, 1871 **	C, 63
<i>Isotoma vaillanti</i> Murphy, 1958 °	Mur, 58
<i>Isotoma violacea</i> Tullberg, 1876 **	H, 28
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet, 1839*	H, 28 ; Sto, 80
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1896) *	C, 63
<i>Isotomina bituberculata</i> ( Wahlgren, 1906) ++	H, 26
<i>Isotomina</i> ( <i>Cryptopigus</i> ) <i>thermophila</i> (Axels. 1900)*	C, 63
<i>Isotomurus palustris</i> (Müller, 1776)*	H, 28
<i>Isotomurus poinsotae</i> Stomp, 1980 °	Sto, 80
<i>Proctostephanus sancti-augustini</i> Cass, 1963 °	C, 63
<i>Prosotoma minima</i> (Absolon, 1901) **	D.D, 53
<i>Prosotoma</i> ( <i>Proisotoma</i> ) <i>minuta</i> (Tullberg, 1871)*	C, 63
<i>Prosotoma</i> ( <i>Proisotoma</i> ) <i>oeensis</i> Caroli, 1914 +	D.D, 53
<i>Proisotoma ripicola</i> Linnaniemi, 1912 +	H, 28
<i>Prosotoma schoetti</i> ( D.Torre, 1895) *	H, 28
<i>Pseudanurophorus isotoma</i> (Börner, 1903) +	C, 63
<b>ENTOMOBRYIDAE</b>	
<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tull., 1867) *	H, 28
<i>Entomobrya nicoleti</i> (Lubbock, 1867) +	D, 25
<i>Entomobrya quinquelineata</i> Börner, 1901 +	H, 26 et 28
<i>Entomobrya</i> ( <i>Mesentoma</i> ) <i>dollfusi</i> Denis, 1924 +	Chr, 56
<i>Heteromurus major</i> (Moniez, 1889) +	H, 28 ; C, 63
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835) **	H, 26
<i>Heteromurus peyerimhoffi</i> Denis, 1937 °	D, 37 ; Sto, 74, 80
<i>Heteromurus tetrophtalmus</i> Börner, 1903 ++	Sto, 74, 80
<i>Lepidocyrtus curvicollis</i> Bourlet, 1839 **	H, 26 et 28
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullberg, 1871*	H, 28
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin, 1788) **	H, 28
<i>Orchesella cincta</i> (Lubbock, 1758) **	D, 25 ; H, 28
<i>Orchesella delhezi</i> Stomp, 1980 °	Sto, 80
<i>Orchesella villosa</i> (Geoffroy, 1764) +	D, 25 ; H, 28
<i>Seira dollfusi</i> (Carl, 1899) +	H, 28
<i>Seira domestica</i> (Nicolet, 1841) *	D, 24
<i>Seira lesnei</i> Denis, 1924 °	D, 24
<i>Seira rosei</i> (Denis, 1925) °	D, 25
<i>Seira squamoornata</i> f. <i>incerta</i> (Handschin, 1925) *	H, 26 et 28
<i>Seira squamoornata</i> f. <i>Incolorata</i> (Wahl., 1906) *	H, 28
<i>Seira squamoornata</i> f. <i>obscuriventris</i> (Denis, 1924)*	D, 24
<i>Sinella coeca</i> (Scött, 1896) *	C, 63
<b>TOMOCERIDAE</b>	

<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock, 1862) *	H, 28
<b>CYPHODERIDAE</b>	
<i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet, 1841*	H, 26
<i>Cyphoderus bidenticulatus</i> ( Parona, 1883) *	C, 63
<i>Cyphoderus marocanus</i> ( Delamare, 1948) ++	J, 74
<i>Cyphoderus oraniensis</i> Delamare, 1948 °	D.D, 48
<i>Oncopodura crassicornis</i> Shoebot., 1911 +	C, 63
<i>Oncopodura delhezi</i> Stomp, 1974 °	Sto, 74, 80
<b>NEELIDAE</b>	
<i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900 *	C, 63
<b>DICYRTOMIDAE</b>	
<i>Dicyrtoma fusca</i> (Lucas, 1842) +	C, 63
<i>Dicyrtomina minuta</i> (O.Fabr., 1783) *	H, 26 et 28
<i>Dicyrtomina ornata</i> (Nicolet, 1841) +	H, 26
<b>SMINTHURIDAE</b>	
<i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1867) *	H, 28
<i>Allacma fusca</i> (Linné, 1758) **	H, 28
<i>Caprainea echinata</i> (Stach, 1930) ++	C, 63
<i>Sminthurus lesnei</i> Carl, 1925) ++	D, 25
<i>Sminthurus ponctatus</i> Lucas, 1846 °	Luc, 1846
<i>Sminthurus viridis</i> (Linné, 1758)*	H, 26 et 28
<i>Sphyrotheca bernardi</i> Delamare, 1953 °	D.D, 53
<i>Sphyrotheca lubbocki</i> Tullberg, 1872 +	H, 26
<b>SMINTHURIDIDAE</b>	
<i>Sminthurides aquaticus</i> (Bourlet, 1843) *	H, 28
<i>Sminthurides malmgreni</i> (Tullberg, 1876) *	H, 28
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbaueri, 1898) *	C, 63

**Liste des abréviations des auteurs:**

Ab, Absolon; C, Cassagnau; Chr, Christiaansen; D, Denis; D.D, Delamare Debouteville;  
H, Handschin; J, Jacquemart; Luc, Lucas; Mur, Murphey; Sto, Stomp; T, Thibaud.

**Symboles de répartition biogéographiques:**

- (\*) : espèces à large répartition
- (\*\*): espèces holarctiques
- (+) : espèces européennes
- (++): espèces méditerranéennes
- (°) : espèces endémiques d'Algérie

De 1846 à 1980, les auteurs énumèrent 104 espèces de Collemboles en Algérie qui se répartissent entre les 4 ordres des Collemboles :

**\* Ordre des PODUROMORPHA: 4 familles**

- PODURIDAE: 1 espèce
- HYPOGASTRURIDAE 7 genres ; 17 espèces
- NEANURIDAE 11 genres ; 12 espèces
- ONYCHIURIDAE: 6 genres ; 14 espèces

**\* Ordre des ENTOMOBRYOMORPHA: 4 familles**

- ISOTOMIDAE: 13 genres et 21 espèces
- ENTOMOBRYIDAE 6 genres et 22 espèces
- TOMOCERIDAE: 1 espèce
- CYPHODERIDAE: 1 espèce

**\* Ordre des NEELIPLEONA: 1 famille**

- NEELIDAE 1 espèce

**\* Ordre des SYMPHYPLEONA: 3 familles**

- DICYRTOMIDAE: 2 genres ; 3 espèces
- SMINTHURIDAE 5 genres ; 9 espèces
- SMINTHURIDIDAE 2 genres ; 3 espèces

Selon Hamra-Kroua, (2005) Il y a lieu d'ajouter la famille *Oncopoduridae* des Denis, 1932 : genre *Oncopodura* Carl & Lebedinsky, (1925) représentée par 2 espèces : *Oncopodura crassicornis* Shobotham, (1911) récoltée par Cassagnau, (1963) dans le sol profond de la région de Annaba et *Oncopodura delhezi* récoltée par Stomp, (1974) dans les grottes du massif du Djurdjura. Ces 2 espèces sont rattachées par Thibaud et Massoud, (1980) et par Cassagnau, (1963) dans leurs listes parmi les *Cyphoderidae*, alors que les révisions systématiques récentes les placent parmi les *Oncopoduridae* (Jordana et Arbea 1989) et (Jordana et al, 1997).

Du point de vue systématique, les données des tableaux précédents montrent que la diversité de la faune algérienne des Collemboles est très réduite (104 espèces signalées appartenant à 13 familles et 58 genres) et ne représente certainement pas l'immensité du pays et la diversité de ses biotopes. Cette faune est insignifiante comparée à 7650 espèces, 621 genres et 45 familles et sous-familles recensés dans le monde (Hamra-Kroua, 2005).

**1.6.2- Liste des Collemboles nouvellement signalés en Algérie et en Afrique du nord**

La connaissance de la diversité biologique des Collemboles a fait de grands progrès grâce au travail de Hamra-Kroua (2005). L'auteur offre la première étude taxonomique d'envergure au niveau de l'espèce qui révèle la présence de 113 espèces. L'inventaire du pays est enrichi par un apport de 56 espèces nouvelles, dont 49 sont signalées pour la première fois en Afrique du nord. Le caractère le plus inattendu de cette faune est la diversité spécifique des Neanuridae rencontrés au massif de l'Edough avec 19 espèce contre seulement 10 pour le reste du pays. Le même auteur trouve une étonnante diversité du genre *Friesea* avec 8 espèces dont 3 sont nouvelles pour la science: *Friesea laouina* (Deharveng et Hamra-Kroua, 2004), *Friesea major* (Deharveng,

Hamra-Kroua et Jordana 2004), *Friesea algerica* (Deharveng, Hamra-Kroua et Jordana, 2004) et une nouvelle espèce pour la science appartenant à la sous-famille des Neanurinae : *Deutonura zana* ( Deharveng, Hamra-Kroua et Jordana 2004).

\* **Ordre des Popduromorpha** : Les espèces nouvelles appartiennent à 5 familles

- *Hypogastruridae*: 7 genres et 11 espèces
- *Odontellidae*: 2 genres et 4 espèces
- *Brachystomellidae*: 1 genre et 2 espèces
- *Neanuridae* : 8 genres et 20 espèces
- *Onychiuridae*: 4 genres et 8 espèces

\* **Ordre des Entomobryomorpha** : Les espèces nouvelles appartiennent à 3 familles

- *Isotomidae* : 7 genres et 14 espèces
- *Entomobryidae* : 7 genres et 14 espèces
- *Cyphoderidae*: 1 espèce

\* **Ordre des Symphypleona** : les espèces nouvellement signalées appartiennent à 4 familles.

- *Arrhopalitidae*: 1 espèce
- *Dicyrtomidae*: 1 espèce
- *Katiannidae*: 1 genre et 2 espèces
- *Sminthurididae*: 1 espèce
- *Sminthuridae*: 2 genres et 2 espèces

\* **Ordre des Neelipleona**: une espèce nouvelle appartient à la famille **Neelidae**.

**Tableau 3** : Liste d'espèces nouvellement signalées en Algérie (Hamra-Kroua, 2005)

Ordres	Familles	Espèces
<b>I.- Poduromorpha</b>	<b>Hypogastruridae</b>	<i>Ceratophysella gibbosa</i>
		<i>Hypogastrura affinis</i>
		<i>Hypogastrura vernalis</i>
		<i>Mucrella acuminata</i>
		<i>Xenylla brevisimilis mediterranea</i>
		<i>Xenyllogastrura afurcata</i>
		<i>Willemia intermedia</i>
		<i>Microgastrura minutissima</i>
		<i>Axenyllodes bayeri</i>
		<i>Xenyllodes armatus</i>

		<i>Superodontella vallviderensis subalpina</i>
		<i>Superodontella vallviderensis vallviderensis</i>
	<b>Brachystomellidae</b>	<i>Brachystomella curvula</i>
	<b>Neanuridae</b>	<i>Friesea albida</i>
		<i>Friesea ladeiroi</i>
		<i>Friesea laouina n.sp.</i>
		<i>Friesea major</i>
		<i>Friesea algerica n.sp.</i>
		<i>Bilobella braunerae</i>
		<i>Deutonura zana n.sp.</i>
		<i>Deutonura deficiens meridionalis</i>
		<i>Pseudachorutella asigillata</i>
		<i>Pratanurida boernerii</i>
	<i>Micranurida pygmaea</i>	
	<b>Onychiuridae</b>	<i>Mesaphorura critica</i>
<i>Mesaphorura italica</i>		
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>		
<i>Mesaphorura pacifica</i>		
<i>Doutnacia xerophila</i>		
<b>II.-Entomobryomorpha</b>	<b>Isotomidae</b>	<i>Folsomia candida</i>
		<i>Folsomia trisetata</i>
		<i>Folsomia fimetaria</i>
		<i>Folsomides parvulus</i>
		<i>Isotomurus maculatus</i>
		<i>Parisotoma notabilis</i>
		<i>Tetracanthella pilosa</i>
	<b>Entomobryidae</b>	<i>Entomobrya albocincta</i>
		<i>Entomobrya lanuginosa</i>
		<i>Lepidocyrtus fimetarius</i>
		<i>Lepidocyrtus ruber</i>
		<i>Pseudosinella alba</i>
		<i>Pseudosinella albida</i>
<i>Pseudosinella octopunctata</i>		
<b>III.-Symphypleona</b>	<b>Dicyrtomidae</b>	<i>Dicyrtomina saundersi</i>
	<b>Arrhopalitidae</b>	<i>Arrhopalites subbifidus</i>
	<b>Katiannidae</b>	<i>Sminthurinus aureus</i>
		<i>Sminthurinus elegans</i>
<b>Sminthuridae</b>	<i>Caprainea bremondi</i>	
<b>IV.-Neelipleona</b>	<b>Neelidae</b>	<i>Neelus murinus</i>



**2.1- Situation et caractéristiques des stations d'étude****2.1.1- La station de Biskra (barrage de la Fontaine des gazelles)****2.1.1.1- Situation géographique**

La wilaya de Biskra est située à l'est du pays (latitude 34° 52' N, longitude 5° 38' E), et plus exactement au sud des Aurès qui constituent sa limite naturelle au nord. Elle s'étend au sud-est jusqu'à la zone du chott Melghir et au sud-ouest jusqu'au commencement du grand erg oriental. D'une superficie de 21671,2 Km<sup>2</sup>, la wilaya de Biskra est limitée par la wilaya de Batna au nord, M'sila au nord-ouest, Djelfa au sud-ouest, El Oued au sud et Khenchela au nord et à l'est (Fig.3) (Anonyme, 2002). Le barrage de la Fontaine des gazelles est situé à 37 Km de la ville de Biskra, très proche du village de la Fontaine des gazelles (latitude 35°03' N, longitude 5°38' E), il est à proximité de la route de la wilaya n°3 en allant vers El Kantara et parallèlement à une voie ferrée dans la même direction (Chemam, 1989).

**2.1.1.2- Caractéristiques géologiques**

Les formations géologiques qui composent les sols de la wilaya de Biskra sont des formations d'origine sédimentaire où dominent les sédiments carbonatés. Le barrage de la Fontaine des gazelles appartient aux formations rocheuses qui constituent les principaux reliefs de la wilaya. Du point de vue lithologique, les principales roches et sédiments qui composent le sol de la wilaya sont des alluvions argilo-sableuses, des calcaires, des dolomies, des marnes, des argiles, des sables, des grès et des sels sédimentaires de chott ou de sel diapirique. Du point de vue tectonique, le nord de la wilaya est affecté par le grand accident tectonique connu sous le nom de « la flexure sud-atlasique », qui est une sorte de cassure séparant la partie nord du pays (le Tell) de la zone effondrée, désertique (le Sahara) (Anonyme, 2002).



### 2.1.1.3- Caractéristiques pédologiques

Les sols au niveau du barrage de la Fontaine des gazelles sont de type halomorphe (Fig.3) à structure non dégradée salins relativement profonds, ils sont dominés par l'évolution, soit par la présence de sels solubles, dont la teneur élevée provoque une modification importante de la végétation. Ils se distinguent par leur forte salinité, qui se situe autour de 8mmhos / cm. La texture de ses sols est très grossière et dépasse les 90 % de sable fin et grossier. La structure est médiocre, la consistance et la cohésion sont faibles, ils sont calcarifères et présentent une charge graveleuse d'environ 20 % dans les premiers horizons pédologiques. La matière organique et les éléments fertilisants sont également faibles à nuls (Anonyme, 2002).

### 2.1.1.4- Le couvert végétal

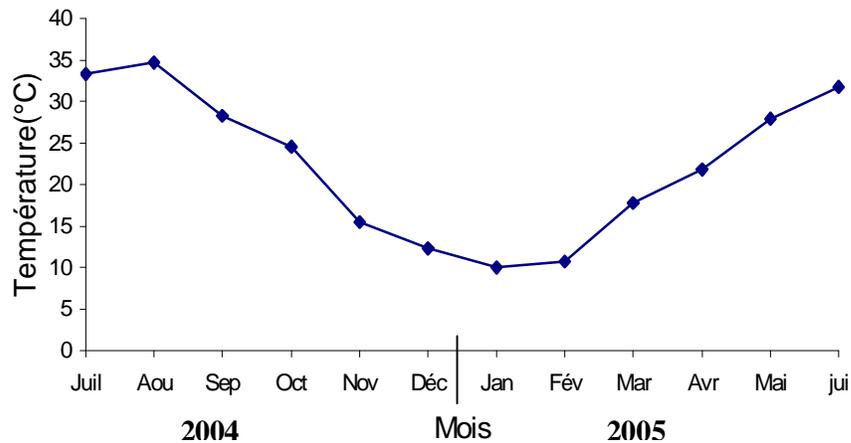
Le couvert végétal naturel rencontré à travers la wilaya est de type dégradé; constitué de touffes (*Ziziphus lotus*) de plantes clairsemées adaptées au sol et au climat. Dans la zone sud, la végétation devient plus rare et plus dégradée du fait de la surexploitation des quelques nappes vertes. La zone nord où on trouve le barrage de la Fontaine des gazelles, est montagneuse et assez dénudée, exception faite pour quelques rares zones forestières, comme la région de M'ziraâ (Anonyme, 2002).

### 2.1.1.5- Caractéristiques climatiques

#### a- Température

**Tableau 4:** les valeurs mensuelles des températures à Biskra de l'année 1995 à l'année 2005.

Année	Mois T (°C)											
	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin
1995/1996	34.2	33.3	27.5	22.7	16.8	13.4	13.3	12.1	15.8	20.1	25.4	28.3
1996/1997	32.7	34.2	27	20.8	16.5	12.9	12.9	15.3	16.7	19.3	26.4	33
1997/1998	34.9	33.2	28.1	18.1	16.5	12.8	12.1	14	16	21.4	24.6	31.3
1998/1999	34.1	33.7	30.1	21.1	16.2	11.1	11.7	12.2	16.8	21.8	29.1	33.8
1999/2000	34.1	36.2	30.3	25.3	15.8	11.5	6.5	13.7	17.7	22.1	28.7	30.6
2000/2001	34.1	33.1	29	21.8	16.8	13	11.6	13.3	21	21.1	26.3	32.5
2001/2002	35.9	34.1	29.9	26.5	17	11	10.5	14.5	19	21.4	26.3	31.8
2002/2003	34.2	33.2	28.8	23.1	17.3	13.9	11.8	11.9	16.3	21.4	26.9	32.4
2003/2004	36.4	34.4	28.9	24.3	17.3	11.9	12.8	14.8	17.3	19.6	23	30.1
2004/2005	33.3	34.7	28.3	24.5	15.5	12.3	10	10.7	17.8	21.8	27.9	31.7
<b>Moy.</b>	<b>34.38</b>	<b>34.01</b>	<b>28.79</b>	<b>22.82</b>	<b>16.57</b>	<b>12.38</b>	<b>11.6</b>	<b>13.25</b>	<b>17.44</b>	<b>21</b>	<b>26.46</b>	<b>31.55</b>



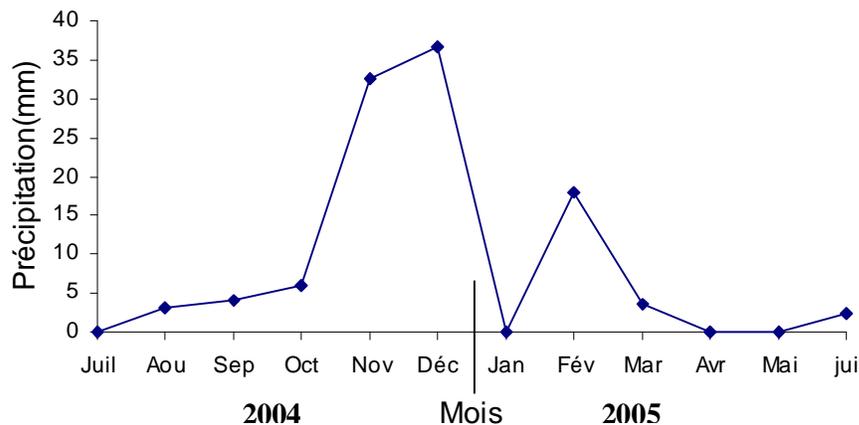
**Fig.4 :** les variations mensuelles de la température moyenne durant l'année 2004/2005 à Biskra.

Le climat de Biskra est chaud et sec, les minima absolus n'atteignent pas le zéro. D'après la série de valeurs de dix années d'observations, on constate que les mois les plus froids correspondent à janvier (11,6°C) et décembre (12,38°C). Cependant, les mois les plus chauds sont : juillet (34,38°C), août (34,01°C), et juin (31,55°C). Pendant la période de notre étude (2004/2005), les mois les plus froids sont : janvier (10°C) et février (10,7°C), tandis que les mois les plus chauds sont : juin (31,7°C), juillet (33,3°C) et août (34,7°C) (Fig.4).

## b- Pluviométrie

Tableau 5: les valeurs mensuelles des précipitations à Biskra de 1995 à 2005

Année	Mois P (mm)											
	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin
1995/1996	0	1.7	24.9	3.8	16.6	23.5	64.5	22.8	39.3	0.4	2.8	5.5
1996/1997	0.7	8.1	10.6	0.7	0	3	4	4.6	7.5	76.3	0	8.9
1997/1998	0	6	14.4	7.9	44.1	17.1	0.4	15	1.2	46.1	9.6	12.4
1998/1999	0	1.1	2.2	3.4	2	1.4	66.8	1.8	3	3.3	7.6	5.2
1999/2000	0	4.2	8.8	12.3	44	35.7	0	0	2.5	5.1	15.8	0
2000/2001	0	0	27.4	4.4	1.4	7.9	38.3	0.4	0	0	0	0
2001/2002	0.1	9.2	2.3	4	19.6	14.9	0.5	0.1	0.7	1.9	0.9	3.3
2002/2003	2.5	4.8	0.6	11.9	18.8	1	76.8	1.5	4.1	4.5	2.9	2.1
2003/2004	0.1	3.83	6.5	40.7	4.6	13.1	1.5	0.6	91.1	67.9	48.9	1.6
2004/2005	0	3.2	4	6	32.6	36.7	0	18	3.5	0	0	2.5
<b>Moy.</b>	<b>0.34</b>	<b>3.83</b>	<b>10.17</b>	<b>9.51</b>	<b>18.4</b>	<b>15.43</b>	<b>25.28</b>	<b>6.48</b>	<b>15.29</b>	<b>20.55</b>	<b>8.85</b>	<b>4.11</b>



**Fig.5:** les variations mensuelles de la précipitation durant l'année 2004 / 2005 à Biskra.

Selon le tableau 5, les valeurs annuelles pour cette décennie sont faibles. Janvier représente le mois le plus pluvieux avec une moyenne de 25,28 mm, cependant, le mois le plus sec est le mois de juillet avec une moyenne de 0,34 mm. La période de notre étude est caractérisée par un total annuel égal à 106,04 mm. Durant cette période, les mois les plus pluvieux sont: décembre (36,7mm) et novembre (32,6mm). Pendant les autres mois, on constate ou bien une valeur très faible (février, mars, juin, août et

septembre), ou bien une absence totale de précipitations (janvier, avril, mai et juillet) (Fig.5).

### **2.1.2- Le chott de Tinsilt**

#### **2.1.2.1-Situation géographique**

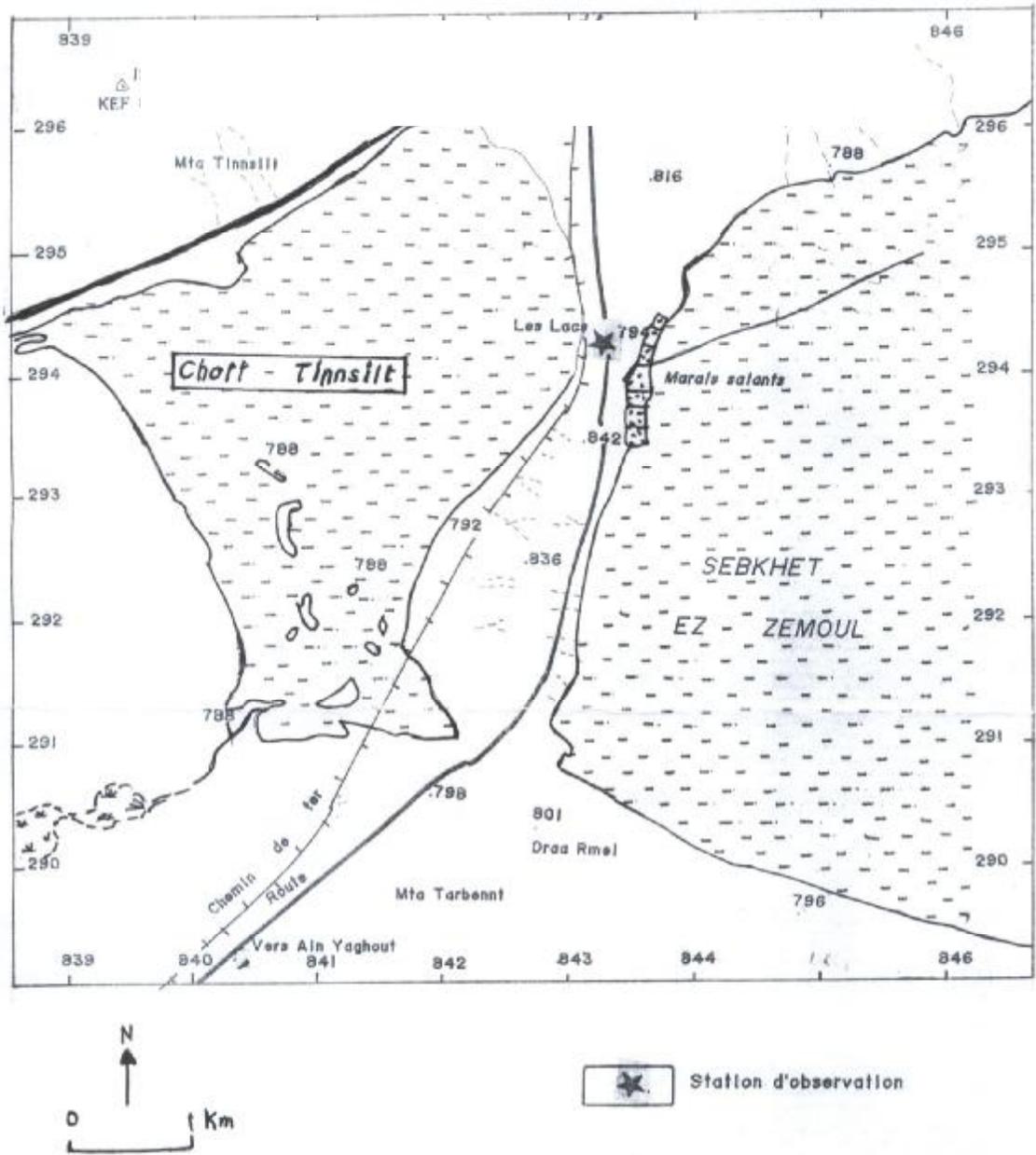
Le chott de Tinsilt est situé à 5 Km de la commune de Souk-Naâmane et à 17 Km au sud de la ville Ain M'lila (35°53'14'' N, 06°28'44'' E), il longe la route nationale 3 desservant Constantine et Batna, et la voie ferrée Constantine-Biskra (Fig.6). Sa superficie est de 154 hectares avec une profondeur qui varie assez régulièrement sans jamais dépasser 0,5m. Son alimentation est faite par les eaux pluviales acheminées par les oueds des monts qui l'entourent (Anonyme, 2004).

#### **2.1.2.2- Caractéristiques géologiques**

Le chott se trouve sur la partie Nord de la plaine de Ouled Zouaï. Les collines qui l'entourent, formées de roches dures résultants de différentes ères géologiques, sont essentiellement constituées de calcaire et de couches du jurassique et de calcaires marneux du Miocène. Le calcaire transporté par les eaux de ruissellement se dépose au niveau de la dépression donnant une couleur assez blanchâtre aux berges (Anonyme, 2004).

#### **2.1.2.3- Caractéristiques pédologiques**

Les sols son de type halomorphe à structure non dégradée salins, à texture moyenne à grossière, le taux d'argile atteint 55%, la structure est grumeleuse à granulaire, le calcaire total est de 22 à 32%. Les sols sont lessivés, la conductivité électrique varie de 0,16 à 6mmhos /cm. Ces sols sont très pauvres en matière organique et en azote total, très pauvres à pauvres en éléments nutritifs, sauf en potassium échangeable, la réaction du sol est moyennement alcaline, la texture est limoneuse à limono-sableuse (Anonyme, 2004).



**Fig.6** : la position géographique du chott de Tinsilt.

Source : extrait de la carte topo. Ain Yaghout au 1/50.000(feuille n°146)

### 2.1.2.4- Couvert végétal

Le chott est entouré d'une végétation aquatique et d'une prairie humide couverte par une végétation herbacée représentée notamment par deux familles importantes, les Chénopodiacées et les Azionacées. Les espèces connues sont représentées par *Salicornia arabica*, *Arthrocnemum indicum*, *Ruppia maritima* et *Atriplex sp.* (Anonyme, 2004).

### 2.1.2.5- Caractéristiques climatiques

#### a- Température

**Tableau 6:** les valeurs mensuelles des températures à Constantine de 1995 à 2005

Année	Mois T (°C)											
	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin
1995/1996	25.9	24.5	20.7	16.7	11.5	10.1	7.1	6.5	10.2	11.9	16.4	19.7
1996/1997	24.6	25.6	19.3	14.5	12.2	9.6	8.3	9.1	9.1	12.3	19.9	24.9
1997/1998	25.5	25.3	21	16.7	11.7	8.3	7.1	8.1	9.4	13.3	16.2	23.6
1998/1999	26.5	25.4	22.2	14.5	10	6.4	7.1	5.5	10	13.3	21	24.2
1999/2000	25.4	28.8	23.1	19.3	10.4	7.5	4.6	8.2	11.2	14.7	20.1	22.3
2000/2001	26.9	26.4	21.9	15.9	12.3	9.1	8	7.4	14.3	12.4	17.2	23.8
2001/2002	27.1	26.3	21.6	20.2	10.9	6.6	6.4	8.6	11.1	14	18.7	24.8
2002/2003	25.6	25	21.3	17.9	12.3	9.2	7	6.3	10.5	14	17.7	25.3
2003/2004	28.4	27.4	20.9	18.6	12	6.8	7.2	8.8	10.6	11.9	15.1	21.4
2004/2005	25.7	26.9	21	19.4	9.9	7.9	4.6	4.7	10.8	13.2	19.2	23.9
<b>Moy.</b>	<b>26.16</b>	<b>26.16</b>	<b>21.3</b>	<b>17.37</b>	<b>11.32</b>	<b>8.15</b>	<b>6.74</b>	<b>7.32</b>	<b>10.72</b>	<b>13.1</b>	<b>18.25</b>	<b>23.39</b>

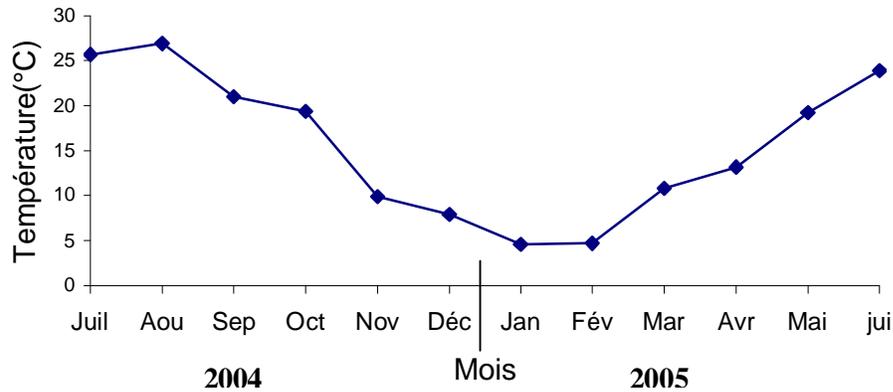


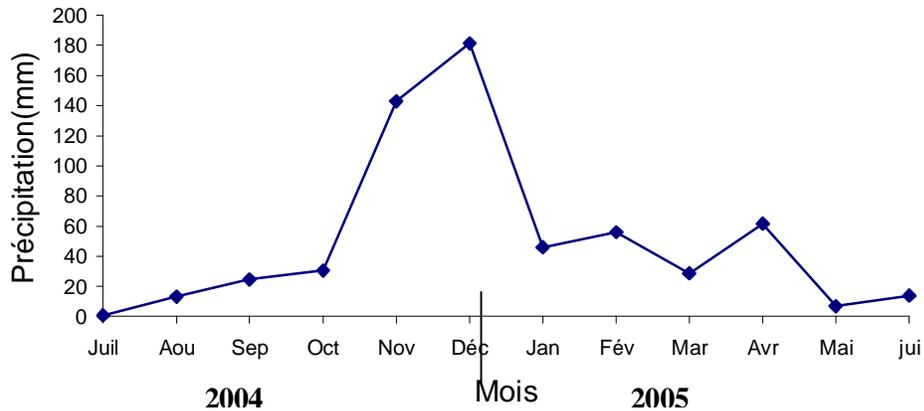
Fig.7: les variations mensuelles de la température moyenne durant l'année 2004 / 2005 à Constantine.

Selon la série de valeurs de dix années d'observations, on constate que les mois les plus froids correspondent à janvier (6,74°C), février (7,32°C) et décembre (8,15°C). Toutefois, les mois les plus chauds sont : juillet (26,16°C), août (26,16°C) et juin (23,39°C). Pendant la période de notre étude (2004 / 2005), les mois les plus froids sont : janvier (4,6°C) et février (4,7°C), tandis que les mois les plus chauds sont : août (26,9°C), juillet (25,7°C), juin (23,9°C) (Fig.7).

**b- Pluviométrie**

Tableau 7: les valeurs mensuelles des précipitations à Constantine de 1995 à 2005.

Année	Mois P(mm)											
	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin
1995/1996	0	1.2	47.5	8.3	48.5	28.4	88	181	84	67	62	42
1996/1997	21	15	15	10	26	47	33.1	22.4	59	57.7	18	33.2
1997/1998	1.2	17.2	38.9	50.2	110	65.6	36.4	52.7	37.4	70.8	49.6	18.3
1998/1999	0	8.9	75.2	32.6	135.3	53.1	73.7	42.1	57.6	31.7	10.5	20.4
1999/2000	3.3	7.7	58.7	35.7	79.2	93.6	17.4	36	14.4	32.9	84.4	43.6
2000/2001	0	15.7	18.4	38.3	31.7	57.7	123.4	44.7	17.6	38.3	58.9	0
2001/2002	0.2	10.4	79.2	48.3	28.5	20	23.5	53.3	18.2	31.8	17	4.5
2002/2003	19.7	24	22.3	26.8	134.7	109.7	231.2	50.2	31.7	120.1	44.4	1.2
2003/2004	2.4	11.1	61.5	46	19.8	148	87.2	11.5	66.4	47.5	66.2	29.7
2004/2005	0.6	12.9	24.5	30.4	142.9	181.2	46	55.8	28.7	61.4	6.8	13.9
<b>Moy.</b>	<b>4.84</b>	<b>12.41</b>	<b>44.12</b>	<b>32.66</b>	<b>75.66</b>	<b>80.43</b>	<b>75.99</b>	<b>54.97</b>	<b>41.5</b>	<b>55.92</b>	<b>41.78</b>	<b>20.68</b>



**Fig.8:** les variations mensuelles de la précipitation durant l'année 2004/2005 à Constantine.

Selon le tableau7, les valeurs des précipitations pour cette décennie n'atteignent que très rarement le zéro, autrement dit, que la pluie tombe presque durant toute l'année. Le mois de décembre représente le mois le plus pluvieux avec une moyenne de 80,43 mm, cependant, le mois le plus sec est le mois de juillet avec une moyenne de 4,84 mm. La période de notre étude est caractérisée par des valeurs de précipitation n'atteignant jamais le zéro et un total annuel égal à 605,1 mm. Durant cette période, les mois les plus pluvieux sont : décembre (181,2 mm) et novembre (142,9 mm) (Fig.8).

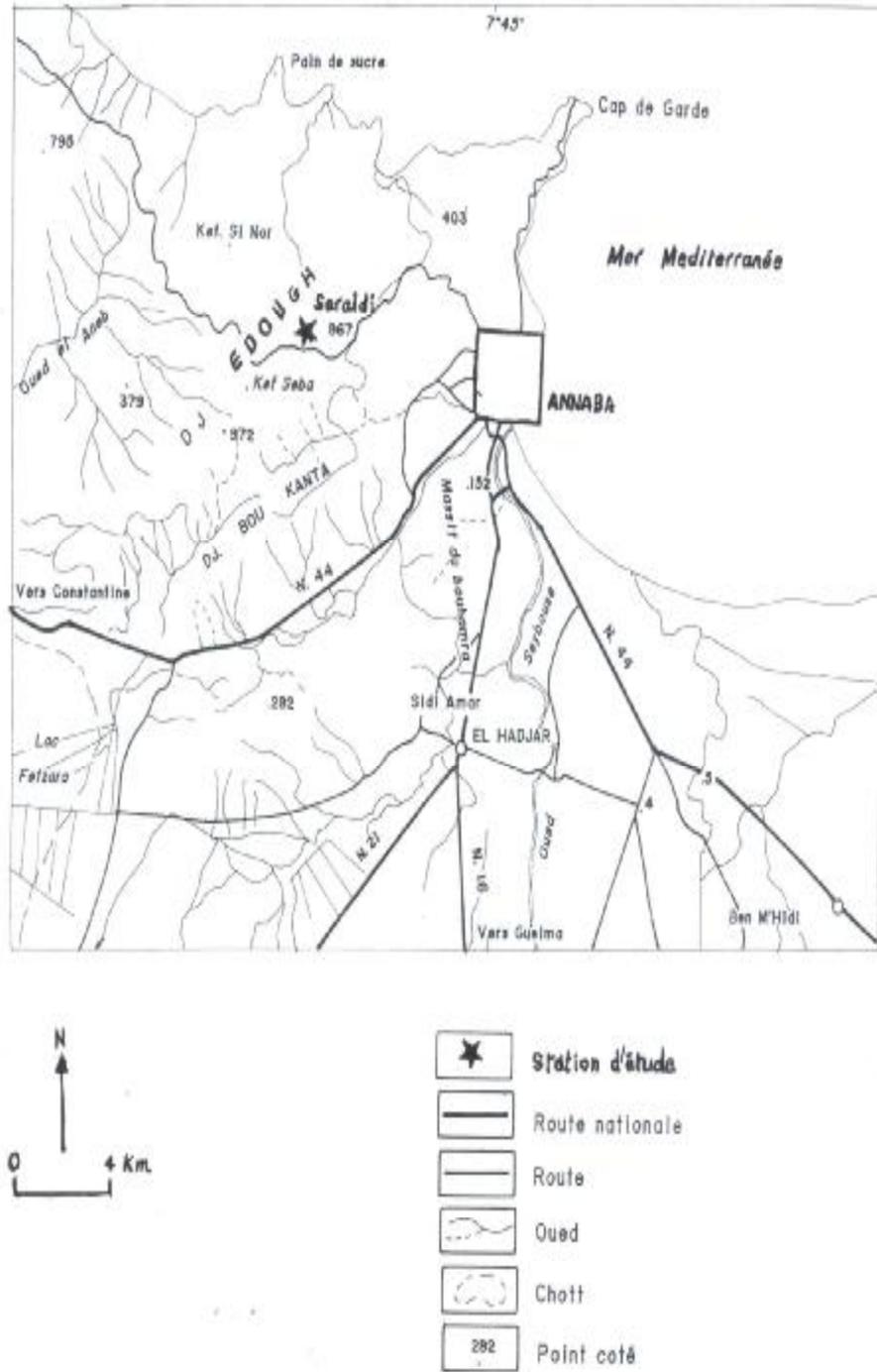
### 2.1.3- Le massif de l'Edough

#### 2.1.3.1- Situation géographique

Le massif de l'Edough est situé à l'Ouest de la ville de Annaba: latitude 36°55' Nord, longitude : 07°40' Est (Fig.9).

#### 2.1.3.2- Caractéristiques géologiques

Le massif est isolé par un couloir long de 50 kilomètres environ, constitué: d'une plaine alluviale orientée approximativement Ouest Est, enchâssée dans le système orographique constitué par la massif de l'Edough à l'Ouest et les monts de la Medjerda au Sud et à l'Est d'un cordon dunaire au Nord, dont la hauteur est de 100 mètres environ. Il est jalonné de caps gréseux: le cap Rosa à l'Ouest et le cap Segleb à l'Est de la ville d'El-Kalla. C'est un massif cristallin qui appartient aux plis numidiques d'Afrique du Nord. Il est orienté Nord Est Sud Ouest, sur une longueur de



**Fig.9 :** la localisation géographique du massif de l'Edough.

Source : Extrait de la carte topographique de Annaba au 11/200.000 (feuille n°NJ-32-11)

50 kilomètres, 8 kilomètres de large et culmine à 1008 mètres à Kef Sebaa. Le massif de l'Edough se situe au nord-est du Tell oriental, cette partie du pays a fait l'objet de nombreux travaux, nous citons le travail de Joleaud, (1936) cité par Djouadi & Khorief, (2000) sur la géologie du nord-est algérien. L'auteur note que les systèmes géologiques de cette partie de l'Algérie sont constitués de terrains du secondaire (le crétacé), du tertiaire (le nummulitique et le néocène), le quaternaire est représenté par le pliocène et l'holocène. Sur le plan géologique, le massif de l'Edough se caractérise particulièrement par des terrains métamorphiques où dominent les gneiss glanduleux, le gneiss schisteux, des micaschistes granitifères et des gneiss feuilletés. Cette série cristallophyllienne remonte au paléozoïque, mais elle est antérieure à l'éocène supérieur.

### 2.1.3.3-Couvert végétal

En se référant à Hamra-Kroua, (2005) qui reprend Ouakid (communication personnelle) dont on rapporte ici le résumé sur les différentes études réalisées dans la région ont montré que le couvert végétal est constitué d'espèces à affinité européenne, méditerranéenne et tropicale. C'est une véritable mosaïque de milieux diversifiés, façonnée par l'action combinée du climat et du réseau hydrologique.

L'étage humide à hiver tempéré à froid caractérisé par des altitudes supérieures à 800-900m dans les Djebels de l'Edough, il représente l'aire du Chêne zen (*Quercus faginea* ssp. *mirbeckii*). C'est une essence caducifoliée à feuillage marcescent qui couvre en Algérie 65000 ha environs. Il forme des peuplements denses où les arbres peuvent atteindre 30 mètres de hauteur avec un tronc bien droit qui peut parfois mesurer plus d'un mètre de diamètre. C'est une essence exigeante en humidité et qui trouve son épanouissement lorsque la pluviométrie est supérieure à 900 mm / an, c'est-à-dire en altitude là où la moyenne des maxima lui donne l'avantage par rapport au Chêne liège. Le Chêne Zen entretient une ambiance humide dans le sous bois sur un sol de type brun forestier. Le sous bois est constitué de *Cytisus triflorus*, qui domine, de *Crataegus monogyna*, *Rubus hulmifolius*, *Rosa canina*. Dans les sites où l'humidité est quasi-permanente en été, le sous bois contient aussi *Ilex aquifolium*, *Laurus nobilis*, *Viburnum tinus*. Par ailleurs, il existe de nombreux lianescents tel que *Hedera helix*, *Smilax aspera*, entourant les arbres jusqu'à la canopée. L'ambiance humide favorise également le développement de nombreux épiphyte tel que les fougères, les lichens et les mousses. Enfin, l'aspect particulier de la région réside aussi dans la présence de populations relictuelles d'espèces végétales et animales dont l'aire de distribution actuelle est soit

franchement tropicale soit franchement européenne (Benyacoub, 1993) cité par Hamra-Kroua, (2005). Ces populations seraient maintenues depuis au moins le tertiaire grâce à la présence de 25 000 hectares de zones humides combinée à une température moyenne élevée. Junca (1954) et Joleau (1936) cités par Hamra-Kroua, (2005) insistent sur le caractère biogéographique particulier de cette région, où des traces de l'ancien climat tropical Nord Africain côtoient une faune et une flore aux affinités autant tropicale qu'europpéenne.

#### 2.1.3.4- Caractéristiques climatiques

Le climat de la région n'est connu qu'à partir de données fragmentaires. Cependant, le travail réalisé par de Belair, (1990) cité par Hamra-Kroua, (2005) à partir de données anciennes complétées par de plus récentes, a permis de mettre en valeur les grands traits du climat régional.

##### a- Température

**Tableau 8:** Températures en (C°), minimales, maximales, moyennes et extrêmes de l'extrême Nord-Est algérien, d'après de Belair (1990).

Station	m''	m	M+m/2	M	M''
Seraïdi	-0.4	10.7	13.8	16.9	39 (août)

m'' : température minimale absolue, m: température minimale annuelle moyenne

M'': température maximale absolue

M : température maximale annuelle moyenne

Les données analysées pour la région proviennent des stations météorologiques d'Annaba-les Salines et Séraïdi. La région se caractérise par des amplitudes thermiques élevées entre les extrêmes les plus froids "m" et les plus chauds "M" (tableau 8). Les températures les plus clémentes sont observées en octobre et novembre et particulièrement en avril et mai.

##### b- Pluviométrie

**Tableau 9:** Moyenne des précipitations annuelles (mm) et nombre de jours de pluie par an à l'Edough (de Belair, 1990).

Station	Moyenn annuelle en mm	Nombre de jours de pluie
Edough	<b>1169</b>	<b>86</b>

La région se caractérise par un régime pluviométrique du type méditerranéen où il existe deux périodes distinctes. Une période pluvieuse qui s'étale sur six mois, de novembre à avril et une période sèche pour le reste de l'année, soit de mai à octobre. L'influence des perturbations de l'atlantique ouest et nord-ouest et les dépressions qui naissent en Méditerranée occidentale, sont à l'origine du climat l'humide de l'extrême nord-est algérien. La région est l'une des plus humides du Maghreb, on enregistre jusqu'à 1000 mm / an et de ce fait les plus humides du Bassin méditerranéen (Marre, 1987) cité par Hamra-Kroua, (2005). Le massif de l'Edough reçoit en moyenne 1169 mm.

## 2.2- Synthèse bioclimatique

### 2.2.1- Climagramme pluviométrique d'Emberger

Le climagramme pluviométrique d'Emberger permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond à l'aide d'un quotient pluviométrique Q d'Emberger (Dajoz, 1975) dont la formule est la suivante :

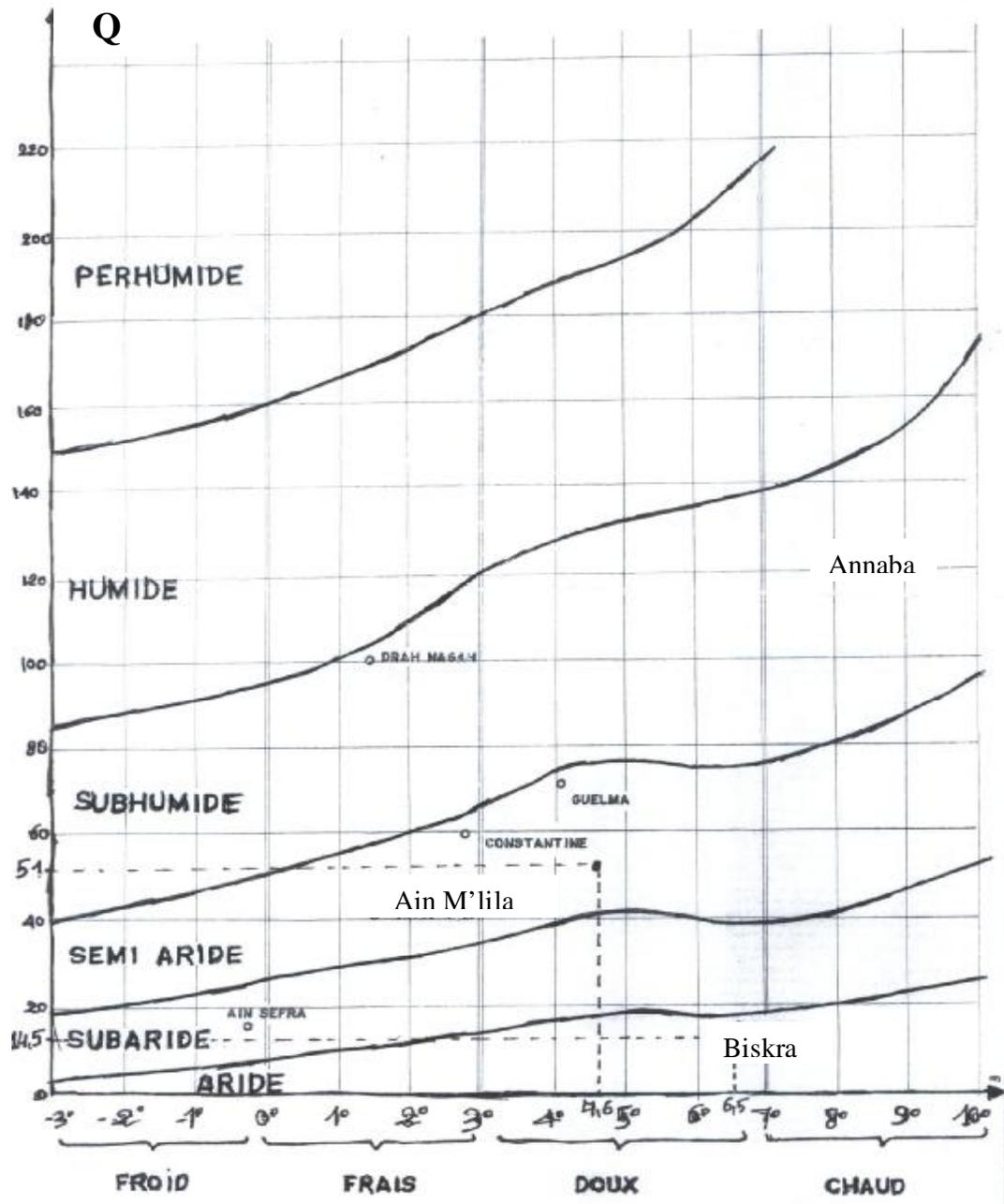
$$Q = 3.43 P / (M-m)$$

P est la somme des précipitations de l'année prise en considération (mm).

M est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C).

m est la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C).

Les trois stations d'étude choisies appartiennent à trois étages bioclimatiques différents (Fig.10). En effet, le climagramme d'Emberger et l'indice Q qui est égal à 14,53 qu'on a calculé pour la période allant de 1995 à 2005, montrent que la wilaya de Biskra est une zone aride à hiver doux. A Ain Mlila, la valeur du quotient Q calculée pour la période allant de 1984 à 2004 qui est égale à 51, ainsi que le climagramme d'Emberger révèlent que Ain M'lila est une zone semi-aride à hiver de frais à doux. A Annaba, le climagramme montre que cette dernière appartient à l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud (les valeurs annuelles de la température et la précipitation pour une période de dix ans ne sont pas disponibles, donc on n'a pas pu calculer le quotient Q).



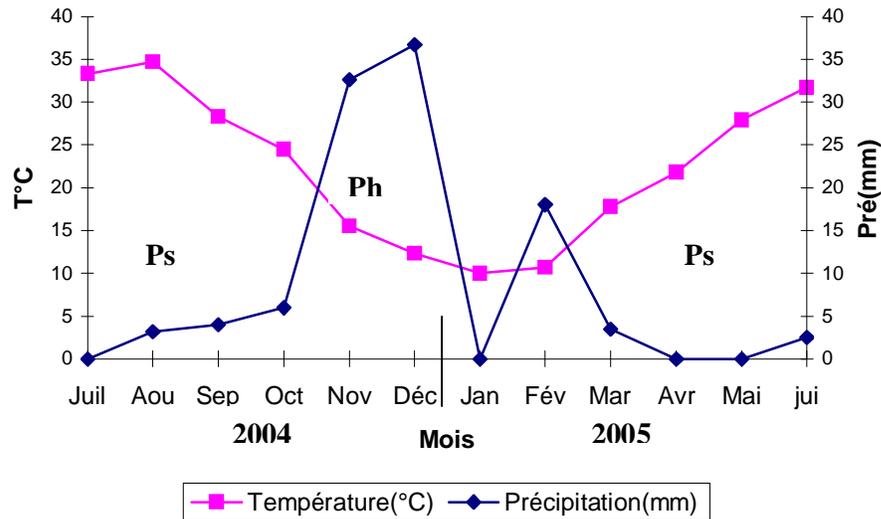
Caractéristiques de l'hiver

Fig.10 : Place des stations d'étude dans le climagramme d'Emberger (Cote, 1998).

### 2.2.2- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен permet de définir les saisons humides et sèches (Mutin, 1977).

#### 2.2.2.1- La station de Biskra



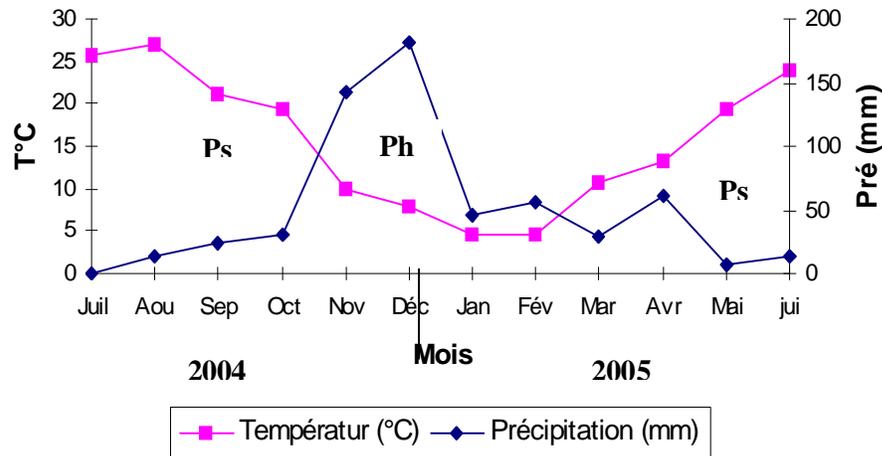
**Ph : période humide**

**Ps : période sèche**

**Fig.11:** Diagramme ombrothermique de Gausсен du barrage de la fontaine des gazelles pendant la période d'étude (2004/2005).

Le diagramme ombrothermique obtenu pour le deuxième semestre de l'année 2004 et le premier semestre de l'année 2005 fait ressortir trois périodes distinctes : une période humide et deux périodes sèches. La première période sèche commence le début de juillet jusqu'au mois d'octobre de l'année 2004, puis juste après, une période humide s'étale du mois d'octobre jusqu'au début de janvier 2004. Une deuxième période sèche s'établit, elle débute du mois de janvier jusqu'au mois de juin de l'année 2005 (Fig.11).

### 2.2.2.2- Le chott de Tinsilt



**Ph : période humide**

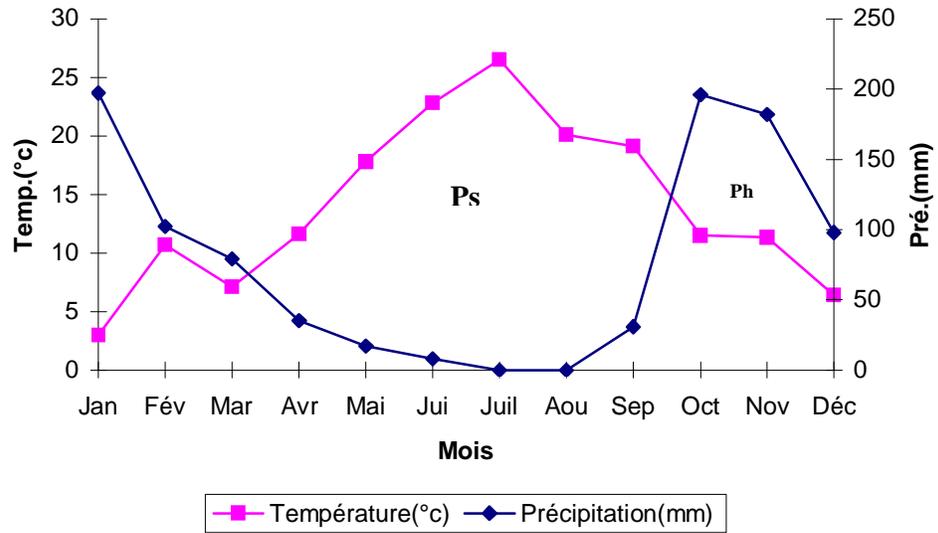
**Ps : période sèche**

**Fig.12 :** Diagramme ombrothermique de Gausson de Constantine pendant la période d'étude (2004/2005).

Le diagramme ombrothermique obtenu pour le deuxième semestre de l'année 2004 et le premier semestre de l'année 2005 nous a permis d'obtenir trois périodes : deux périodes sèches et une période humide. Une période sèche débute le mois de juillet et s'étale jusqu'au mi octobre de l'année 2004, puis juste après vient une période humide qui commence du mi octobre 2004 et s'étend jusqu'au février 2005. Une autre période de secheresse s'établit, elle commence le mois de mars et s'étale jusqu'au mois de juin de l'année 2005 (Fig.12).

### 2.2.2.3- Le massif de l'Edough

Le diagramme ombrothermique obtenu pour l'année 2001 à l'Edough nous a permis d'obtenir deux périodes humides et une période sèche. La première période humide s'étale de janvier à mars et la deuxième d'octobre à décembre. La période sèche s'étend sur 6 mois ; d'avril à septembre (Fig.13).



**Ph : période humide**

**Ps : période sèche**

**Fig. 13** : Diagramme ombrothermique de l'Edough 2001( Hamra-Kroua, 2005).

### **3.1- Choix des stations d'étude**

Le présent travail est réalisé de novembre 2004 à juin 2005 dans 3 stations de l'est algérien appartenant à trois étages bioclimatiques différents: le barrage de la Fontaine des gazelles à Biskra dans l'aride, le chott (Sebkha)Tinsilt à Ain M'lila dans le semi-aride et l'Edough dans l'étage humide, il a pour but de réaliser une étude faunistique dont l'objectif est de dresser un inventaire et une étude écologique qui à pour objectifs d'étudier la structure du peuplement des Collembolés et de suivre la variation mensuelle en fonction de deux facteurs climatiques : teneur en eau et température. Le barrage de la Fontaine des gazelles est situé à 37 Km de la ville de Biskra, il très proche du village de la Fontaine des gazelles (la commune d'El- Outaya), le couvert végétal naturel rencontré à travers la wilaya est de type dégradé, il est constitué de touffes de plantes clairsemées adaptées au sols et au climat. Le Chott Tinsilt est situé à 5 Km de la commune de Souk-Naâmane et à 17 Km au sud de la ville Ain M'lila, il est entouré d'une végétation aquatique et d'une prairie humide couverte par une végétation herbacée représentée notamment par deux familles importantes, les Chénopodiacées et les Azionacées. Le massif l'Edough, qui est un milieu forestier, est situé à l'Ouest de la ville de Annaba, le couvert végétal est constitué d'espèces à affinité européenne, méditerranéenne et tropicale, c'est une véritable mosaïque de milieux diversifiés, façonnée par l'action combinée du climat et du réseau hydrologique.

### **3.2-- Méthodes de travail**

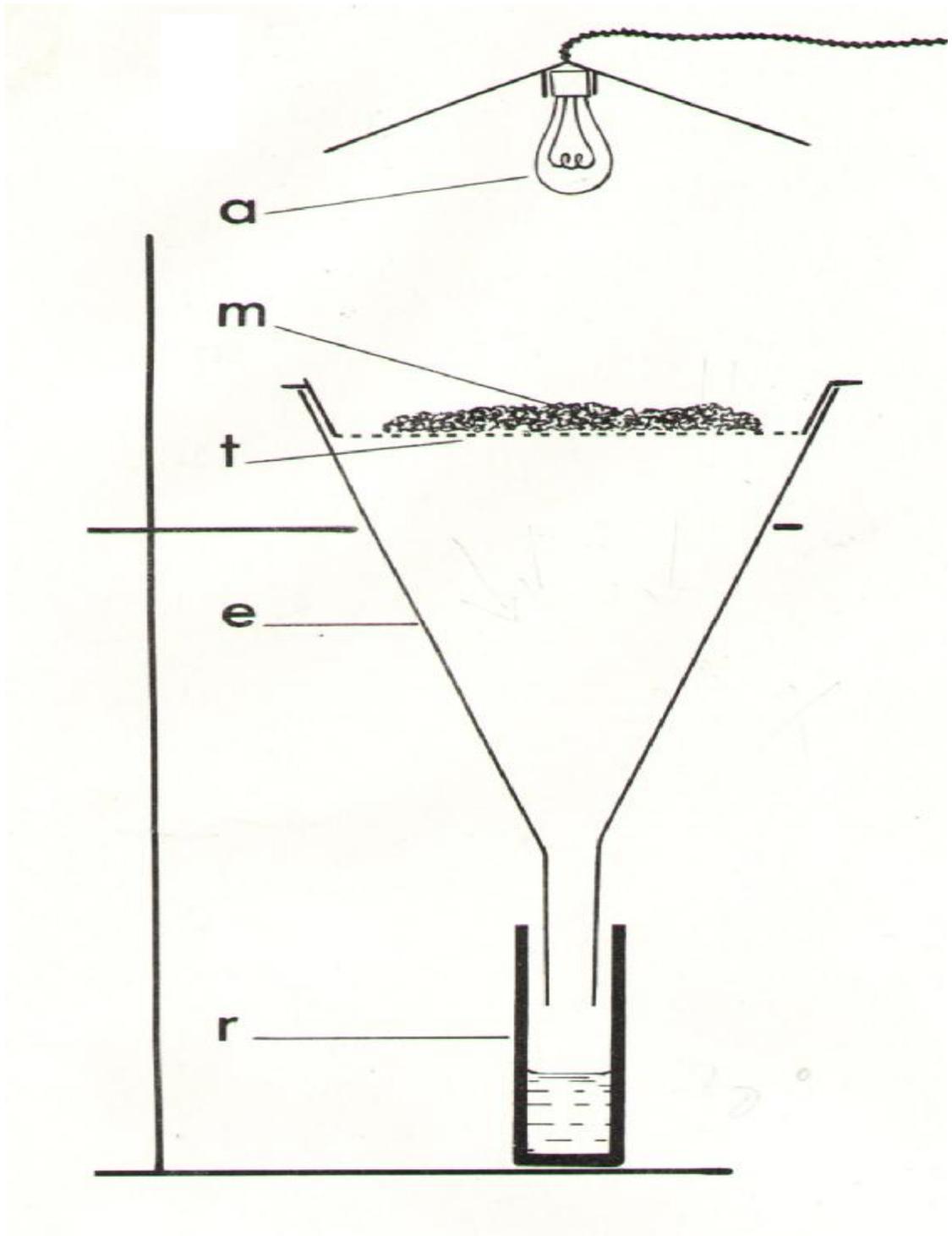
#### **3.2.1- Echantillonnage**

Dans la présente étude nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire dans les trois stations d'étude. A Biskra, nous avons prélevé aux abords immédiats du barrage sur différents biotopes : litières des figuiers, humus, et sol. L'aire de prélèvement est limitée à une bande large de 2 m et longue de 100 m, le nombre de prélèvements est de 15 échantillons par mois, soit un total de 105 pour les 7 mois d'étude. Au niveau du chott, nous avons prélevé sur une bande large de 2 m et longue 100 m aux abords immédiats de l'eau sur : bois morts, litières, mousses, et sol. Le nombre total de prélèvement est 90 à raison de 15 échantillons par mois pour les 6 mois d'étude. A l'Edough nous avons prélevé sur l'humus, dans les mousses, et sur la litière. Le nombre de prélèvements est de 15 échantillons par mois, soit un total de 60 pour les 4 mois d'étude.

### 3.2.2- Extraction des Collemboles

L'extraction des Collemboles consiste à séparer ces derniers de leur substrat. Il existe plusieurs méthodes pour extraire les Collemboles des échantillons, dont trois sont utilisées : extraction par voie sèche appelée aussi méthode de Berlese-Tullgren, extraction par lavage, et extraction par film graisseux de Aucamp, (Pesson, 1971). Dans la présente étude nous avons utilisé extraction par voie sèche, cette méthode (méthode de Berlese-Tullgren) est utilisée pour la première fois par l'entomologiste Italien Berlese (Southwood, 1995), c'est une méthode sélective ou dynamique, par laquelle les Microarthropdes (Acaréens, Collemboles et autres larves de petits insectes Ptérygotes) sont récoltés sans l'intervention d'un opérateur. La technique consiste à modifier les conditions de vie par l'utilisation d'agents thermodynamiques : l'éclairage, l'élévation de la température et le dessèchement. Les animaux grâce à leur tactisme quittent l'échantillon pour être récoltés intacts. L'extraction (Fig. 14) se déroule comme suit :

- On place l'échantillon de sol sur un tamis ou une cuvette en toile métallique à maille de 4 à 4,5 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 25cm 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 l'échantillon et 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. Des précautions sont à prendre pour une meilleure conduite de l'extraction afin d'améliorer le rendement: de retarder d'une journée l'allumage de la lampe et utiliser un tamis à larges mailles, jusqu'à 5 cm.



**Fig.14** : Appareil de Berlèse –Tullgren pour l'extraction des Collemboles par la méthode de " voie sèche" (Coineau, 1974) cité par Hamra-Kroua, (2005).  
**e** : entonnoir, **t** : tamis à mailles de 4 à 4,5 mm, **m** : échantillon, **r** : récipient ou tube de récolte avec alcool 70°, **a** : ampoule de chauffage et d'éclairage

de 25 à 40 W.

**3.2.3- Tri et dénombrement**

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 à grossissement suffisant pour pouvoir séparer les Collemboles des autres groupes tels que les Acariens, les Araignées, les Pseudoscorpions, les larves et adultes de petits insectes. Une fois tous les Collemboles sont séparés des autres Microarthropodes, on procède à un premier comptage sous loupe binoculaire. Le premier comptage permet de déterminer le nombre total d'individus de Collemboles présents dans un échantillon. Le deuxième comptage ne survient qu'après l'identification des Collemboles au niveau du genre ou de la famille. On manipule les Collemboles, pour le tri ou le dénombrement avec la brosse de Cassagnau: une tige en matière plastique très fine (1,5mm) montée sur un mandrin métallique.

**3.2.4- Conservation et identification**

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 est orientée par des clés d'identification (Jordana et Arbea, 1989) des familles et des genres. L'identification au niveau de l'espèce a été réalisée par des spécialistes : J.C. Simon d'Espagne, et J.M. Betsch de France.

## 4.1- Etude faunistique

## 4.1.1- Composition faunistique par station d'étude

Tableau 10 : Liste des espèces de Collemboles répertoriées dans les trois stations d'étude.

Familles et Espèces	Biskra	Tinsilt	Edough
<b>I-PODUROMORPHA Börner, 1913</b>			
<b>a- Hypogastruridae Börner 1913</b>			
1- <i>Ceratophysella armata</i> Nicolet, 1841			x
2- <i>Ceratophysella denticulata</i> Bagnall, 1941	x		
3- <i>Microgastrura minutissima</i> Mills, 1934			x
<b>b-Brachystomellidae Stach,1949</b>			
4- <i>Brachystomella parvula</i> Schäffer, 1816	x		x
<b>c- Neanuridae Cassagnau, 1955</b>			
5. <i>Friesea mirabilis</i> Tullberg, 1871			x
6. <i>Friesea laouina</i> Deharveng & Hamra-Kroua, 2004			x
7- <i>Bilobella aurantiaca</i> Caroli, 1912			x
8- <i>Pseudachorutes</i> cf. <i>subcrassus</i>	x		
<b>d- Onychiuridae Börner, 1913</b>			
9- <i>Protaphorura armata</i> Tullberg, 1869			x
10- <i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976			x
<b>II.- ENTOMOBRYOMORPHA Börner, 1913</b>			
<b>e- Isotomidae Börner, 1913</b>			
10. <i>Desoria</i> sp.		x	
11. <i>Cryptopygus thermophilus</i> Axelson, 1900		x	
12. <i>Isotomurus pseudopalustris</i>			x
13. <i>Parisotoma notabilis</i> Schäffer, 1896			x
14. <i>Isotomurus palustris</i> Müller, 1776			x
15. <i>Proctostephanus sanctiaugustini</i> Cassagnau, 1963			x
16. <i>Tetracanthella</i> cf. <i>pilosa</i>			x
17- <i>Folsomia penicula</i> Bagnall, 1939			x
18- <i>Folsomides vinosus</i> Fjellberg, 1993			x
19- <i>Folsomides xerophilus</i> Fjellberg, 1993		x	
20- <i>Tetracanthella juvenes</i>			x
21- <i>Isotoma juven</i>			x
<b>f- Entomobryidae Tömösvary, 1882</b>			
22. <i>Entomobrya lanuginosa</i> Nicolet, 1842	x	x	
23. <i>Heteromurus major</i> Moniez, 1889			x
24- <i>Heteromurus major juvenes</i>			x
25. <i>Heteromurus absoloni</i> Kseneman, 1938			x
26. <i>Orchesella cincta</i> Lubbock, 1758			x
27- <i>Orchesella villosa</i> Bourlet, 1842			x
28- <i>Lepidocyrtus lignorum</i> Gervais, 1844			x
29- <i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> Tullberg, 1871			x
30. <i>Pseudosinella ciega</i>			x
32. <i>Pseudosinella</i> sp.			x

33. <i>Seira</i> sp.			X
<b>III.- SYMPHYPLEONA</b>			
<b>g- Dicyrtomidae Börner, 1906</b>			
34- <i>Dicyrtomina</i> sp.			X
35- <i>Dicyrtomina</i> cf. <i>ornata</i>			X
<b>h- Katiannidae Börner, 1913</b>			
36. <i>Sminthurinus</i> cf. <i>aureus</i>	X		X
37. <i>Sminthurinus</i> <i>elegans</i> Fitch, 1863		X	X
38. <i>Sminthurinus</i> cf. <i>concolor</i>			X
<b>i- Sminthuridae Börner, 1913</b>			
39. <i>Capraïnea marginata</i> Schött, 1893			X
40. <i>Sminthurus</i> cf. <i>viridis</i>		X	
41- <i>Sminthurus</i> sp.		X	
42- <i>Allacma</i> cf. <i>gallica</i>			X
43- <i>Lipothrix</i> cf. <i>lubboki</i>			X
<b>IV.- NEELIPLEONA Folsom, 1896</b>			
<b>j- Neelidae Folsom, 1896</b>			
44- <i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900			X
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>36</b>

Nous avons récolté 44 espèces de Collemboles dans les trois localités d'étude : le barrage de la Fontaine des gazelles à Biskra, le chott de Tinsilt à Ain M'lila, et massif l'Edough à Annaba. Ces espèces sont réparties sur 30 genres appartenant à 10 familles se répartissant sur quatre ordres comme suit :

**a- Ordre des PODUROMORPHA :**

Cet ordre représente 22,72% des espèces identifiées (Fig.15), soit 10 espèces réparties sur 8 genres appartenant à 4 familles (Fig.16) :

\* La famille des **Hypogastruridae** est représentée par 3 espèces réparties sur 2 genres, soit 30 % du total d'espèces identifiées des Poduromorphes.

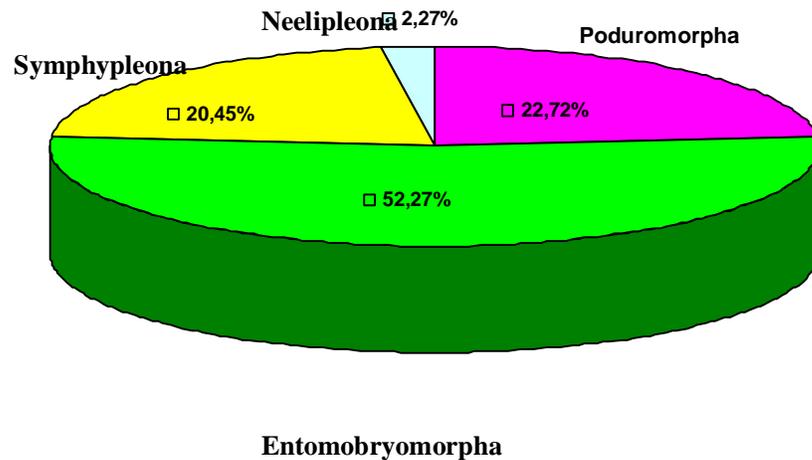
\* La famille des **Neanuridae** avec 3 sous-familles et 4 espèces.

-Frieseinae: 2 espèces appartenant à un seul genre, soit 20% du total d'espèces des Poduromorphes.

-Neanurinae : une seule espèce, soit 10% du total d'espèces identifiées des Poduromorphes.

-Pseudachorutinae : Une seule espèce, soit 10% du total d'espèces identifiées des Poduromorphes.

\* La famille des **Onychiuridae** avec 2 espèces appartenant à la sous famille des Onychiurinae représente 20 % du total d'espèces identifiées des Poduromorphes.



**Fig.15:** Répartition (%) des espèces récoltées sur les ordres de Collemboles.

\* La famille des **Brachystomellidae** est représentée par une espèce, soit 10% du total d'espèces identifiées des Poduromorpha.

#### **b- Ordre des ENTOMOBRYOMORPHA :**

Cet ordre représente 52,27% des espèces identifiées (Fig.15), soit 23 espèces réparties sur 16 genres appartenant à 2 familles (Fig.16) :

\* La famille des **Isotomidae** est représentée par 12 espèces réparties sur 9 genres, soit 52,17 % du total d'espèces identifiées des Entomobryomorphes.

\* La famille des **Entomobryidae** avec 11 espèces réparties sur 6 genres, soit 47,82% du total d'espèces identifiées des Entomobryomorpha.

#### **C- Ordre des Symphypleona :**

Cet ordre représente 20,45% des espèces identifiées (Fig.15), soit 10 espèces réparties sur 6 genres appartenant à 3 familles (Fig.16) :

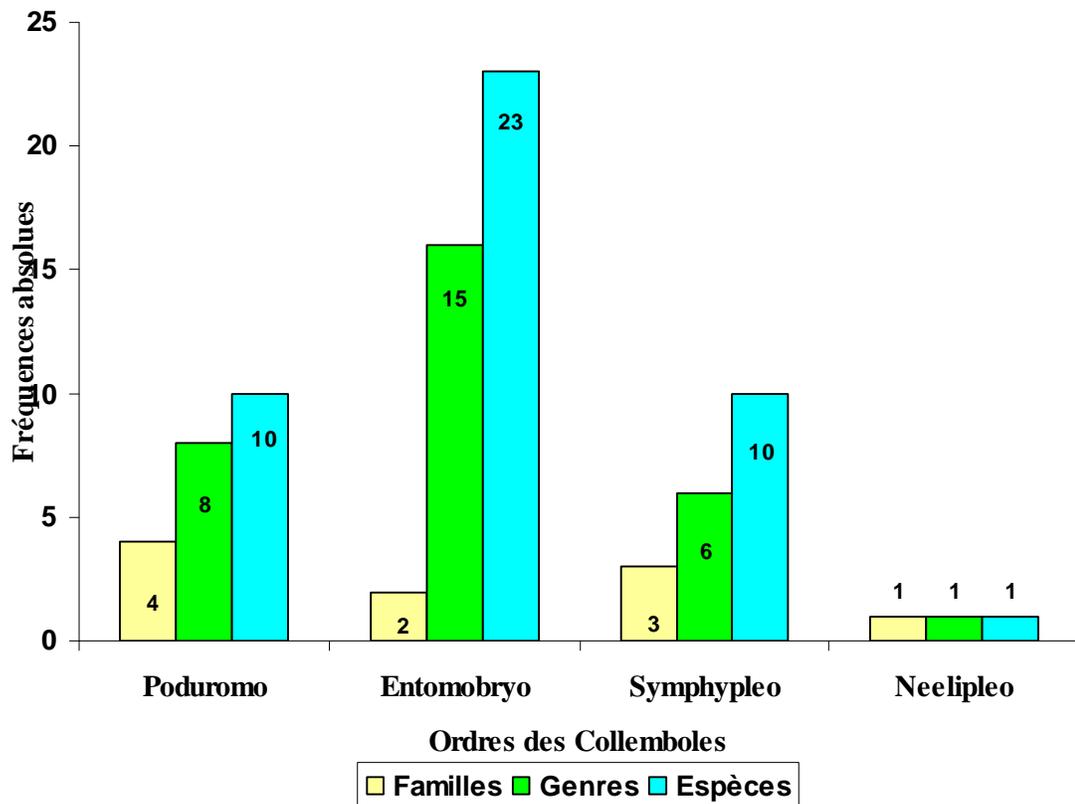
\* La famille des **Katiannidae** est représentée par 3 espèces appartenant au même genre, soit 30% du total d'espèces identifiées des Symphypléones.

\* La famille des **Dicyrtomidae** avec 2 espèces appartenant au même genre, soit 20% du total d'espèces identifiées des Symphypléones.

\* La famille des **Sminthuridae** est représentée par 5 espèces réparties sur 4 genres, soit 50% du nombre total d'espèces identifiées des Symphypléones.

**d. Ordre des Neelipleona :**

Cet ordre représente 2,27% des espèces identifiées (Fig.15), il est représenté par une seule espèce appartenant à la seule famille de cet ordre : famille des **Neelidae** (Fig.16).



**Fig.16 :** Répartition des espèces sur les genres et les familles de Collemboles dans les trois stations d'étude.

Podurmo. : Poduromorpha, Entomobryo. : Entomobryomorpha, Symphypleo. : Symphypleona, Neelipleo. : Neelipleona.

**4.1.2- Statut et biogéographie des espèces de Collemboles**

Dans le tableau 11, nous donnons une vue d'ensemble sur le statut actuel des espèces de Collemboles récoltées dans les différentes localités ainsi que leur appartenance biogéographique.

**Tableau 11** : Statut et appartenance biogéographique des espèces récoltées dans les trois stations d'étude.

Familles /Espèces	Statut	Distribution géographique.
<b>I-PODUROMORPHA</b>		
<b>a- Hypogastruridae</b>		
1- <i>Ceratophysella armata</i>	°,-	Larg.répart.
2- <i>Ceratophysella denticulata</i>	°,-	Larg.répart.
3- <i>Microgastrura minutissima</i>	°,-	Médit.
<b>b-Brachystomellidae</b>		
4- <i>Brachystomella parvula</i>	°,-	Cosmop.
<b>c- Neanuridae</b>		
5. <i>Friesea mirabilis</i>	°	Europ.
6. <i>Friesea laouina</i>	°	Endém.
7- <i>Bilobella aurantiaca</i>	°,-	Euro-Médit.
8- <i>Pseudachorutes cf. subcrassus</i>	*?	Ind
<b>d- Onychiuridae</b>		
9- <i>Protaphorura armata</i>	°,-	Larg. Répart.
10- <i>Mesaphorura macrochaeta</i>	°,-	Europ.
<b>II.- ENTOMOBRYOMORPHA</b>		
<b>e- Isotomidae</b>		
11. <i>Desoria sp.</i>	*?	Ind.
12. <i>Cryptopygus thermophilus</i>	°,-	Cosmop.
13. <i>Isotomurus pseudopalustris</i>	*, +	Larg.répart.
14. <i>Parisotoma notabilis</i>	°,-	Cosmop.
15. <i>Isotomurus palustris</i>	°,-	Larg.répart.
16. <i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	°	Endém.
17- <i>Tetracanthella cf. pilosa</i>	*?	Ind.
18- <i>Folsomia penicula</i>	*, +	Larg.répart
19- <i>Folsomides vinosus</i>	*, +	Holarc.
20- <i>Folsomides xerophilus</i>	*, -	Holarc.
21- <i>Tetracanthella juvenes</i>	*, +	Euro.Medit
22- <i>Isotoma juven</i>	*, +	Euro.Medit
<b>f- Entomobryidae</b>		
23. <i>Entomobrya lanuginosa</i>	°,-	Euro.médit.
24. <i>Heteromurus major</i>	°,-	Cosmop.
25- <i>Heteromurus major juvenes</i>	*, +	Euro.médit.
26- <i>Heteromurus absoloni</i>	*, +	Euro-médit
27 <i>Orchesella cincta</i>	°,-	Europ.
28. <i>Orchesella villosa</i>	°,-	Europ.
29- <i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	°,-	Euro-médit

30- <i>Lepidocyrtus lignorum</i>	* , +	Larg.répart
31. <i>Pseudosinella ciega</i>	* , +	Euro-médit
32. <i>Pseudosinella sp.</i>	*?	Ind.
33. <i>Seira sp.</i>	*?	Ind.
<b>III.- SYMPHYPLEONA</b>		
<b>g- Dicyrtomidae</b>		
34- <i>Dicyrtomina sp.</i>	*?	Ind.
35- <i>Dicyrtomina cf. ornata</i>	*?	Ind.
<b>h- Katiannidae</b>		
36. <i>Sminthurinus cf. aureus</i>	*?	Ind.
37. <i>Sminthurinus elegans</i>	°,-	Holarc.
38. <i>Sminthurinus cf concolor</i>	*?	Ind.
<b>i- Sminthuridae</b>		
39. <i>Caprainea marginata</i>	°	Euro-médit
40. <i>Sminthurus cf. viridis</i>	*?	Ind.
41- <i>Sminthurus sp.</i>	*?	Ind.
42- <i>Allacma cf gallica</i>	*?	Ind.
43- <i>Lipothrix cf lubboki</i>	*?	Ind.
<b>IV.- NEELIPLEONA</b>		
<b>j- Neelidae</b>		
44- <i>Megalothorax minimus</i>	°,-	Larg.répart.

**Statut** : \* : Nouvelle pour l'Algérie ; + : Nouvelle pour les pays du Maghreb (Tunisie, Maroc, Lybie)

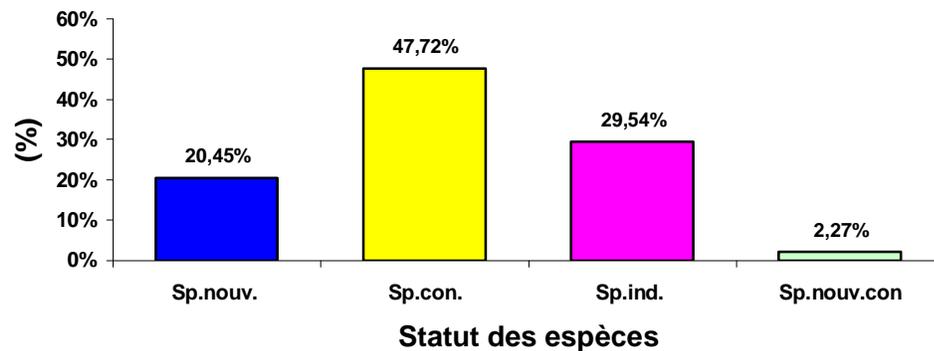
\*? Indéterminée ; ° : connue d'Algérie. - : connue des pays du Maghreb (Tunisie, Maroc, Libye).

**Regions biogéographique :**

Endém. : Endémique; Médit.: Méditerranéenne; Europ.: Européenne; Larg.répart. : Large répartition; Cosmop. : Cosmopolite; Euro-Médit. : Euro-méditerranéenne; Holarc. : Holarctique; Ind.: indéterminée.

#### 4.1.2.1- Statut des espèces

Dans la figure 16, nous présentons en pourcentage (%) le statut des espèces récoltées.



**Fig.17** : Statut des espèces de Collemboles récoltées en %.

Sp.nouv : espèces nouvelles pour l'Algérie et les pays du Maghreb, Sp.con : espèces connues d'Algérie, Sp.ind : espèces indéterminées, Sp.nouv.con. : espèces nouvelles pour l'Algérie et connues des pays du Maghreb.

\* **Espèces connues d'Algérie** : Elles sont au nombre de 21 espèces, soit 47,72% : *Ceratophysella armata*, *Ceratophysella denticulata*, *Microgastrura minutissima*, *Brachystomella parvula*, *Friesea laouina*, *Friesea mirabilis*, *Bilobella aurantiaca*, *Protaphorura armata*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Cryptopygus thermophilus*, *Parisotoma notabilis*, *Isotomurus palustris*, *Proctostephanus sanctiaugustini*, *Entomobrya lanuginosa*, *Heteromurus major*, *Orchesella cincta*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Orchesella villosa*, *Caprainea marginata*, *Megalothorax minimus*, *Sminthurinus elegans*.

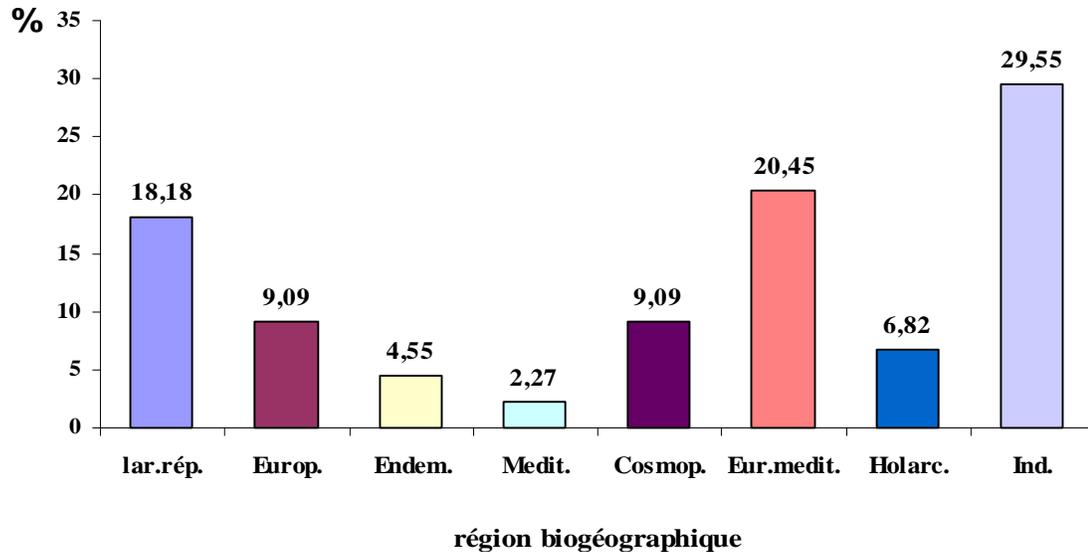
\* **Espèces nouvelles pour l'Algérie et les pays du Maghreb** : Elles sont au nombre de 9, soit 20,45% : *Isotomurus pseudopalustris*, *Folsomia penicula*, *Folsomides vinosus*, *Tetracanthella juvenes*, *Isotoma juven*, *Heteromurus major juvenes*, *Heteromurus absoloni*, *Lepidocyrtus lignorum*, *Pseudosinella ciega*.

\* **Espèces indéterminées** : Elles sont représentées par 13 espèces, soit 29,55% : *Pseudachorutes cf. subcrassus*, *Tetracanthella cf. pilosa*, *Pseudosinella sp.*, *Seira sp.*, *Desoria sp.*, *Dicyrtomina sp.*, *Dicyrtomina cf. ornata*, *Sminthurinus cf. concolor*, *Sminthurus cf. viridis*, *Sminthurus sp.*, *Sminthurinus cf. aureus*, *Allacma cf. gallica*, *Lipothrix cf. lubboki*.

\* **Espèces nouvelles pour l'Algérie et déjà signalée au pays du Maghreb** : Elles sont représentées par une seule espèce, soit 2,27% : *Folsomides xerophilus*. Cette espèce est déjà signalée au Maroc.

#### 4.1.2.2- Distribution biogéographique

Dans la figure 18 nous donnons la représentation l'appartenance biogéographique des espèces rencontrées dans les trois stations d'étude.



**Fig.18 :** Appartenance biogéographique des espèces de Collemboles récoltées (%).

Endém. : Endémique; Médit.: Méditerranéenne; Europ.: Européenne; Larg.répart. : Large répartition; Cosmop. : Cosmopolite; Euro-Médit. : Euro-méditerranéenne; Holarc. : Holarctique; Ind.: indéterminée.

\* **Espèces à large répartition :** sont au nombre de 8 espèces, soit 18,18% : *Ceratophysella armata*, *Ceratophysella denticulata*, *Protaphorura armata*, *Isotomurus palustris*, *Isotomurus pseudopalustris*, *Megalothorax minimus*, *Lepidocyrtus lignorum*, *Folsomia penicula*

\* **Espèces Européennes :** sont au nombre de 4 espèces, soit, 9,09 % : *Friesea mirabilis*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Orchesella cincta*, *Orchesella villosa*.

\* **Espèces Euro méditerranéennes :** Elles sont au nombre de 9 espèces, soit, 20,45 % : *Isotoma joven*, *Entomobrya lanuginosa*, *Bilobella aurantiaca*, *Tetracanthella juvenes*, *Heteromurus major juvenes*, *Heteromurus absoloni*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Pseudosinella ciega*, *Caprainea marginata*.

\* **Espèces holarctiques :** 3 espèces, soit 6,82% : *Sminthurinus elegans*, *Folsomides vinosus*, *Folsomides xerophilus*. Les deux dernières espèces étaient endémiques de Macronésie : îles canaries, Açores).

\* **Espèces cosmopolites :** 4 espèces, soit 9,09 % : *Heteromurus major*, *Cryptopygus thermophilus*, *Brachystomella parvula*.

\* **Espèces endémiques :** Elle sont au nombre de 2, soit 4,55% : *Friesea laouina* et *Proctostephanus sanctiaugustini*. Les deux espèces ont été rencontrées à Ildough ; *F.laouina* été trouvée dans la litière de Chêne zen et dans les mousses par Hamra-Kroua, (2005) et *P.sanctiaugustini* par Cassagnau, (1963).

\* **Espèces méditerranéennes :** 1 seule espèce : *Microgastrura minutissima*, soit 2,27%. Cette espèce a été signalée récemment aux Etats-Unis d'Amérique et au Mexique.

\* **Espèces à répartition géographique indéterminée** : sont au nombre de 13 espèces, soit 29,55% : *Pseudachorutes cf. subcrassus*, *Desoria sp.*, *Tetracanthella cf. pilosa*, *Pseudosinella sp.*, *Seira sp.*, *Dicyrtomina sp.*, *Dicyrtomina cf.ornata*, *Sminthurinus cf.aureus*, *Sminthurus cf. viridis*, *Sminthurus sp.*, *Allacma cf gallica*, *Lipothrix cf lubboki*, *Sminthurinus cf concolor*.

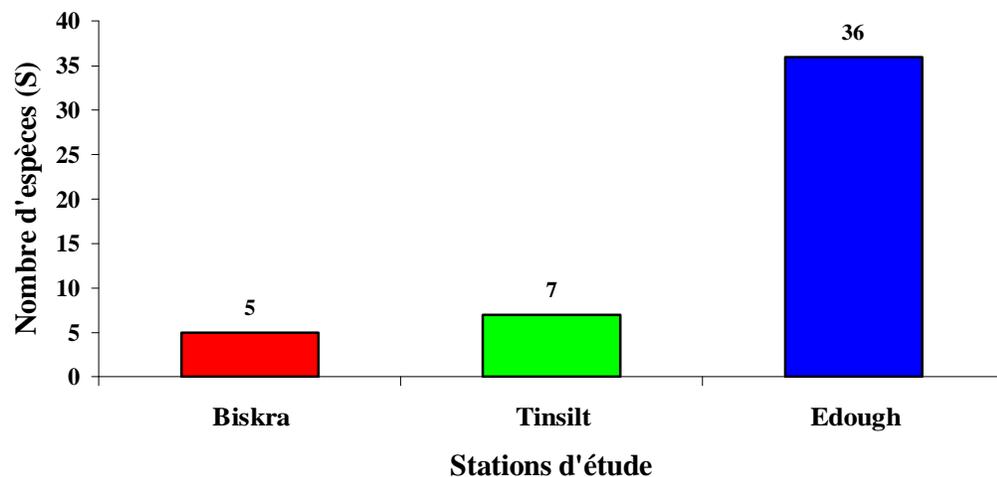
## 4.2-Etude écologique

### 4.2.1- Structure du peuplement de Collemboles

#### 4.2.1.1- Richesse spécifique

La richesse totale représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (Muller, 1985) cité par Berchiche, (2004). La richesse totale  $S$  est le nombre d'espèces inventoriées au moins une fois (Le Jeune, 1990).

Pendant une période d'étude de 7 mois à Biskra, de 6 mois à Tinsilt et de 4 mois à l'Edough, nous avons récolté 44 espèces de Collemboles dans les trois stations d'étude. Au barrage de la Fontaine des gazelles à Biskra 5 espèces sont répertoriées, soit 13,36% du nombre total d'espèces. Au chott de Tinsilt à Ain M'lila nous avons récolté 7 espèces, soit 15,90% du nombre total d'espèces, et au massif l'Edough à Annaba 36 espèces sont récoltées, soit 81,81% du total d'espèces (Fig. 19).



**Fig.19** : Richesse spécifique (S) des Collemboles dans les trois stations d'étude.

#### 4.2.1.2- Diversité spécifique du peuplement de Collemboles

L'indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) est exprimé par la formule suivante (Bornard et al., 1996) :

$$H' = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$$

$p_i$  : représente la probabilité de rencontrer l'espèce, il est calculé par la formule :  $p_i = n_i/N$  où  $n_i$  : est le nombre des individus de l'espèce  $i$  et  $N$  est le nombre total des individus de toutes les espèces.

La diversité d'un peuplement informe sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (Daget, 1979). Nous avons calculé l'indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) dans les trois stations d'étude, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 12.

**Tableau 12:** La diversité spécifique de Shannon-Weaver ( $H'$ ) pour les 3 localités d'étude.

	Barrage de la Fontaine des gazelles	Chott de Tinsilt	Edough
$H'$ (bits)	1,86	2,23	4,45

L'indice de diversité de Shannon par station, il est de 1,86 bits au barrage de la Fontaine des gazelles à Biskra, de 2,23 bits au chott Tinsilt à Ain M'lila, et de 4,45 bits au massif de l'Edough à Annaba. Si on compare les valeurs calculées de cet indice ( $H'$ ) dans les trois stations, on constate que le peuplement de Collemboles est très diversifié au massif de l'Edough par rapport aux deux autres stations.

#### 4.2.1.3- Equitabilité

C'est le rapport de l'indice de diversité observé ( $H'$ ) à l'indice de la diversité maximale ( $H'_{max}$ ) qui correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement ( $H'_{max} = \log_2 S$  où  $S$  est le nombre total des espèces). L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1 (Weesie et al. 1997), il se rapproche de 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs appartient à une seule espèce, par contre elle se rapproche de 1 lorsque chaque espèce est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1984). Nous avons calculé l'équitabilité ( $E$ ) au niveau des trois stations d'étude. Les résultats sont consignés dans le tableau 13.

**Tableau 13:** les valeurs de l'équitabilité (E) et la diversité maximale (H' max) calculées par station d'étude.

	<b>Barrage de la Fontaine des gazelles</b>	<b>Chott de Tinsilt</b>	<b>Edough</b>
<b>H' max (bits)</b>	2,32	2,80	5,16
<b>E</b>	0,80	0,79	0,86

L'équitabilité est de 0,80 au barrage de la Fontaine des gazelles, 0,79 au chott de Tinsilt, et 0,86 au massif de l'Edough.

#### 4.2.1.4- Dominance

Pour mieux connaître la structure du peuplement de Collemboles, nous avons calculé la dominance qui est donnée par la formule de (Simpson, 1949):  $D=S (Pi^2)$

**Tableau 14:** La dominance (D) calculée par station d'étude

	<b>Barrage de la Fontaine des gazelles</b>	<b>Chott de Tinsilt</b>	<b>Edough</b>
<b>D (bits)</b>	1,70	1,82	3,11

La dominance (D) est de 1,70 au barrage de la Fontaine des gazelles à Biskra où deux espèces dominent les autres espèces: *Ceratophysella denticulata* et *Brachystomella parvula*. Au chott de Tinsilt, la dominance est égale à 1,82, ici aussi il y a 2 espèces dominantes: *Cryptopygus thermophilus* et *Folsomides xerophilus*. A l'Edough, la valeur de la dominance est de 3,11, soit deux fois plus importante que dans les localités précédentes, où 3 à 4 espèces dominent le peuplement : *Parisotoma notabilis*, *Tetracanthella cf. pilosa*, et *Mesaphorura macrochaeta*, *Protaphorura armata*.

#### 4.2.1.5-Abondance des Collemboles récoltés

##### 4.2.1.5.1- Abondances mensuelles des Collemboles par station d'étude

Nous donnons dans les tableaux 15, 16 et 17 les effectifs totaux, l'abondance moyenne et relative (%), la variance, et le type de distribution spatiale des individus pour les mois d'étude dans chacune des stations respectives : Biskra, Tinsilt et l'Edough, les termes du tableau sont calculés de la manière suivante :

-**Somme** : C'est le nombre total d'individus dénombrés par mois dans 15 échantillons.

-**Abondance moyenne (Abd.moy)** : C'est le nombre moyen d'individus récoltés par mois divisé par le nombre d'échantillon.

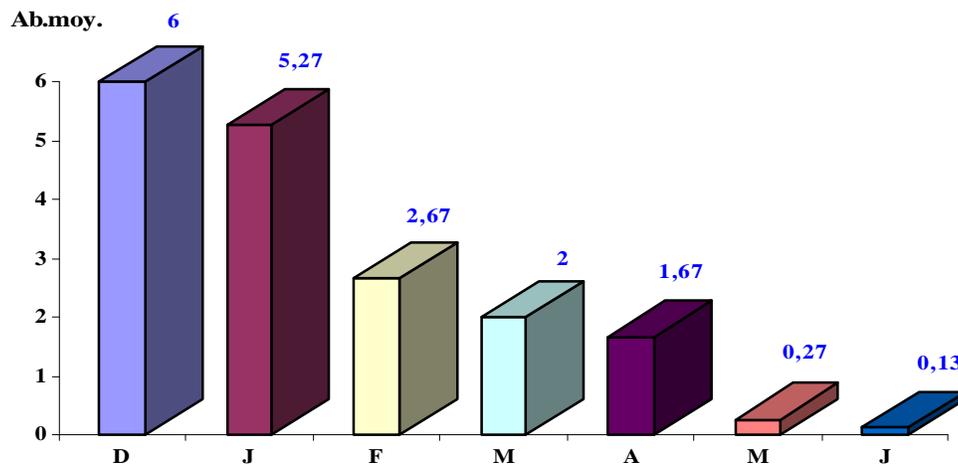
-**Abondance relative (Abond.relat (%))** : C'est le rapport en pourcent entre l'effectif total mensuel et le nombre total général de la station, soit 270 individus.

##### a- Barrage de la Fontaine des gazelles (Biskra)

**Tableau 15** : Effectifs totaux, abondances relatives, et moyennes, mensuels des Collemboles au barrage de la fontaine des gazelles.

	N.échant.	Somme	Abond.relat (%)	Abd.moy.	Variance	Erreur type	Répartition.
<b>Décembre</b>	15	90	33,33	6,00	70,86	2,17	Agr.
<b>Janvier</b>	15	79	29,25	5,27	61,21	2,02	Agr.
<b>Février</b>	15	40	14,81	2,67	24,38	1,27	Agr.
<b>Mars</b>	15	30	11,11	2,00	4,57	0,55	Agr.
<b>Avril</b>	15	25	9,25	1,67	5,52	0,61	Agr.
<b>Mai</b>	15	4	1,48	0,27	1,07	0,27	Agr.
<b>Juin</b>	15	2	0,74	0,13	0,27	0,13	Agr.
<b>Total /moy.</b>	<b>105</b>	<b>270</b>	<b>100</b>	<b>2,57</b>			

N.échant. : Nombre d'échantillons analysés; Agr. : Agrégat



**Fig. 20: Abondance mensuelle moyenne des collemboles dans le sol à Biskra.**

Les données du tableau 15 sont représentées dans la figure 20, qui illustre la variation des abondances moyennes des 7 mois d'étude présentent une distribution autour de la moyenne totale 2,57 individus/échantillon qui correspond au mois de février et où l'on peut distinguer deux groupes de valeurs:

- des valeurs d'abondance situées au-dessus de la moyenne : elles correspondent aux mois de décembre, janvier et février.
- des valeurs d'abondance situées au-dessous de la moyenne : elles correspondent aux mois de mars, avril, mai et juin.

En ce qui concerne la distribution spatiale des individus, il ressort du tableau 15 que les Collemboles forment des agrégats.

#### b- Chott Tinsilt

**Tableau 16 :** Effectifs totaux, abondances relatives, et moyennes, mensuels des Collemboles au chott Tinsilt.

	N.échant.	Somme	Abond.relat. (%)	Abd.moy.	Variance	Erreur type	Répartition.
Janvier	15	213	62,64	14,20	228,89	3,91	Agré.
Février	15	70	20,58	4,67	36,38	1,56	Agré.
Mars	15	28	8,23	1,87	21,98	1,21	Agré.
Avril	15	22	6,47	1,47	17,41	1,08	Agré.
Mai	15	5	1,47	0,33	0,81	0,23	Agré.
Juin	15	2	0,58	0,13	0,27	0,13	Agré.
<b>Total/moy.</b>	<b>90</b>	<b>340</b>	<b>100</b>	<b>3,77</b>			

N.échant. : Nombre d'échantillons analysés Agré. : Agrégat

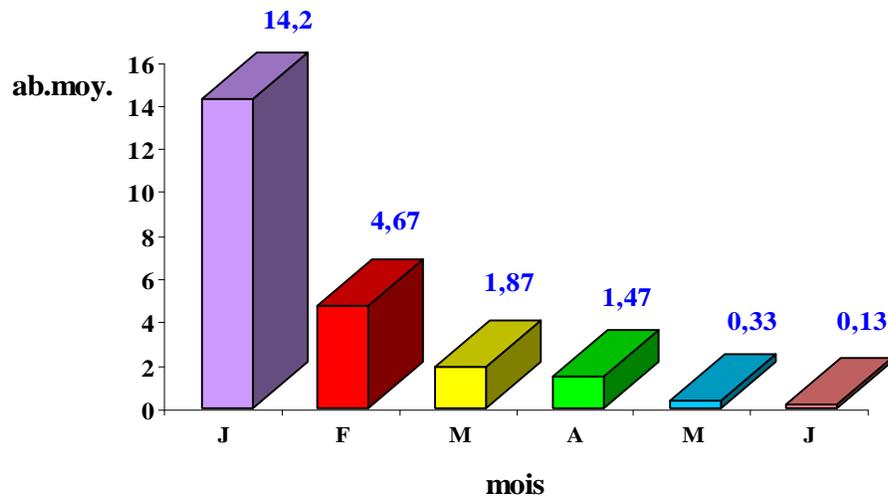


Fig. 21 : Abondance mensuelle moyenne des collemboles dans le sol à Tinsilt.

La variation mensuelle de l’abondance du peuplement de Collemboles pour chacun des 6 mois d’étude est représentée dans la figure 21. Les abondances moyennes présentent une distribution autour de la moyenne totale 3,77 individus/échantillon où l’on peut distinguer deux groupes de valeurs:

- des abondances situées au-dessus de la moyenne : elles correspondent aux deux mois : janvier et février.
- des abondances situées au-dessous de la moyenne : elles correspondent aux mois de mars, avril, mai et juin.

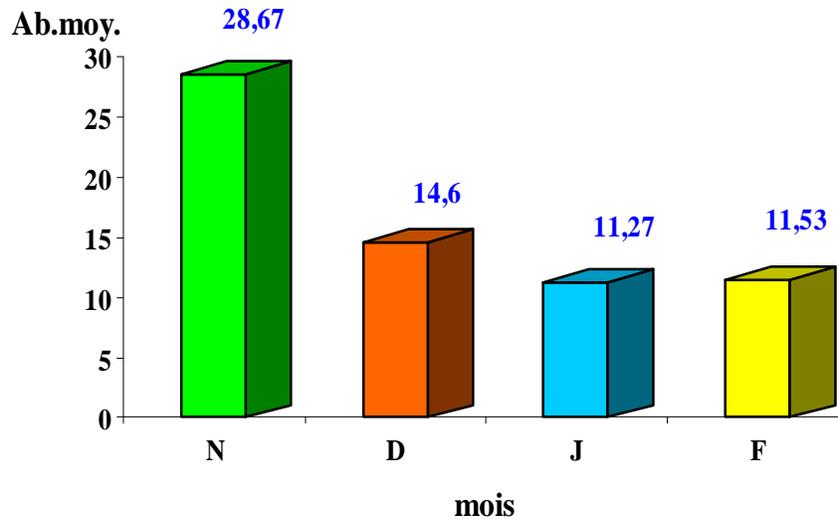
En ce qui concerne la distribution spatiale des individus, il ressort du tableau 15 que les Collemboles forment des agrégats.

**c- Massif Edough**

**Tableau 17 :** Effectifs totaux, abondances relatives, et moyennes, mensuels des Collemboles au massif de l’Edough.

	N.échant.	Somme	Abon.rela.	Abd.moy.	Variance	Erreur type	Répartition.
Novembre	15	430	43,39	28,67	690,95	6,79	Agré.
Décembre	15	219	22,09	14,60	33,69	1,50	Agré.
Janvier	15	169	17,05	11,27	26,07	1,32	Agré.
Février	15	173	17,45	11,53	17,41	1,08	Agré.
<b>Tot/moy.</b>	<b>60</b>	<b>991</b>	<b>100</b>	<b>16,51</b>			

N.échant. : Nombre d’échantillons analysés Agré. : Agrégat



**Fig. 22 : Abondance mensuelle moyenne des collemboles dans le sol à l'Edough.**

La figure 22 représente la variation de l'abondance moyenne mensuelle du peuplement de collemboles à l'Edough pour chacun des 4 mois d'étude. Les valeurs des abondances présentent une distribution autour de la moyenne générale qui est de l'ordre de 16,51 ind./échantillon, où l'on distingue deux groupes de valeurs :

- des valeurs d'abondance situées au-dessus de la moyenne : elles correspondent aux deux mois de novembre et décembre.
- des valeurs d'abondance situées au-dessous de la moyenne : elles correspondent aux mois de janvier et février.

En ce qui concerne la distribution spatiale des individus, il ressort du tableau 15 que les Collemboles forment des agrégats.

#### **4.2.1.5.2- Abondance des espèces de Collemboles par station d'étude**

Dans le tableau 18, 19 et 20 sont consignés les abondances absolues et relatives par espèce pour les 3 localités d'étude. L'abondance relative est donnée par rapport en pourcent (%) entre l'effectif total de chaque espèce et le nombre total général dénombré dans la station, soit 270 individus pour Biskra, 340 pour Tinsilt et 991 pour l'Edough.

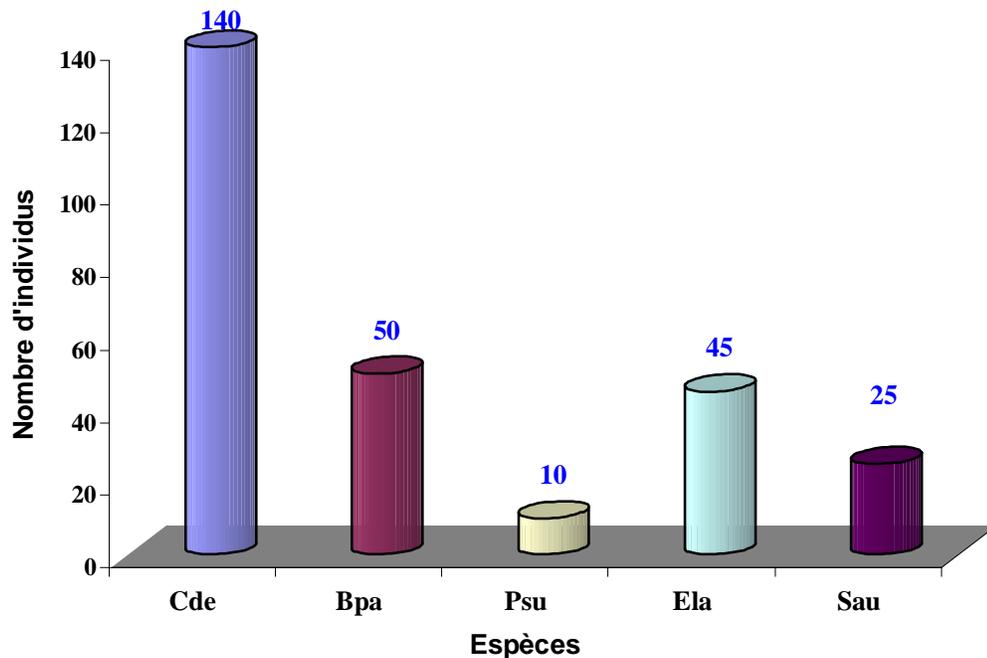
##### **a- Barrage de la Fontaine des gazelles (Biskra)**

Nous présentons dans le tableau 18, le nombre total (abondance absolue) d'individus récoltés pendant la période d'étude de chaque espèce, et son abondance relative (%).

**Tableau 18:** Abondance absolue et relative (%) des espèces de Collemboles à Biskra.

Espèces	Abondance absolue	Abondance relative %
<i>Ceratophysella denticulata</i>	140	51,85
<i>Brachystomella parvula</i>	50	18,51
<i>Entomobrya lanuginosa</i>	45	16,66
<i>Sminthurinus cf. aureus</i>	25	9,25
<i>Pseudachorutes cf. subcrassus</i>	10	3,70
<b>Totaux</b>	<b>270</b>	<b>100</b>

Pendant 7 mois, 270 individus ont été répertoriés au niveau du barrage de la fontaine des gazelles. L'espèce *Ceratophysella denticulata* occupe la première position avec 140 individus, soit 51,85% du total de Collemboles récoltés, suivie par *Brachystomella parvula* avec 50 individus soit 18,51% du total de Collemboles, puis par *Entomobrya lanuginosa* avec 45 individus, soit 16,66%. Enfin *Sminthurinus cf. aureus* avec 25 individus, soit 9,25%. La plus faible abondance est occupée par *Pseudachorutes cf. subcrassus* avec 10 individus, soit 3,70% du total récolté dans cette station (Fig.23).

**Fig.23 :** Représentation graphique de nombre d'individus des espèces récoltées à Biskra.

Code des espèces : Cde : *Ceratophysella denticulata*, Bpa : *Brachystomella parvula*, Psu : *Pseudachorutes cf. subcrassus*, Ela : *Entomobrya lanuginosa*, Sau : *Sminthurinus cf. aureus*

## b- Chott Tinsilt

Nous présentons dans le tableau 19, le nombre total (abondance absolue) d'individus récoltés pendant la période d'étude de chaque espèce, et son abondance relative (%).

**Tableau 19** : Abondance absolue et relative (%) des espèces de Collemboles récoltées au Chott de Tinsilt.

Espèces	Abondance absolue	Abondance relative %
<i>Cryptopygus thermophilus</i>	130	38,23
<i>Folsomides xerophilus</i>	106	31,17
<i>Entomobrya lanuginosa</i>	40	11,76
<i>Sminthurinus elegans</i>	20	5,88
<i>Sminthurus cf.viridis</i>	20	5,88
<i>Sminthurus sp.</i>	17	5
<i>Desoria sp.</i>	7	2,05
<b>Totaux</b>	<b>340</b>	<b>100</b>

Un total de 340 individus a été récolté au chott Tinsilt à Ain M'lila. *Cryptopygus thermophilus* occupe la première position avec 130 individus, soit 38,23%. En deuxième position vient *Folsomides xerophilus* avec 106 individus, soit 31,17%, juste après vient *Entomobrya lanuginosa* avec 40 individus, soit 11,76% du total de Collemboles. La quatrième position est occupée par deux espèces qui sont : *Sminthurinus elagans* et *Sminthurus cf.viridis* soit 5,88% du total pour chacune. En cinquième position, on trouve *Sminthurus sp.* avec 17 individus, soit 5% du total. En dernière position arrive *Desoria sp.* avec 7 individus, soit 2,05% du total de Collemboles (Fig.24).

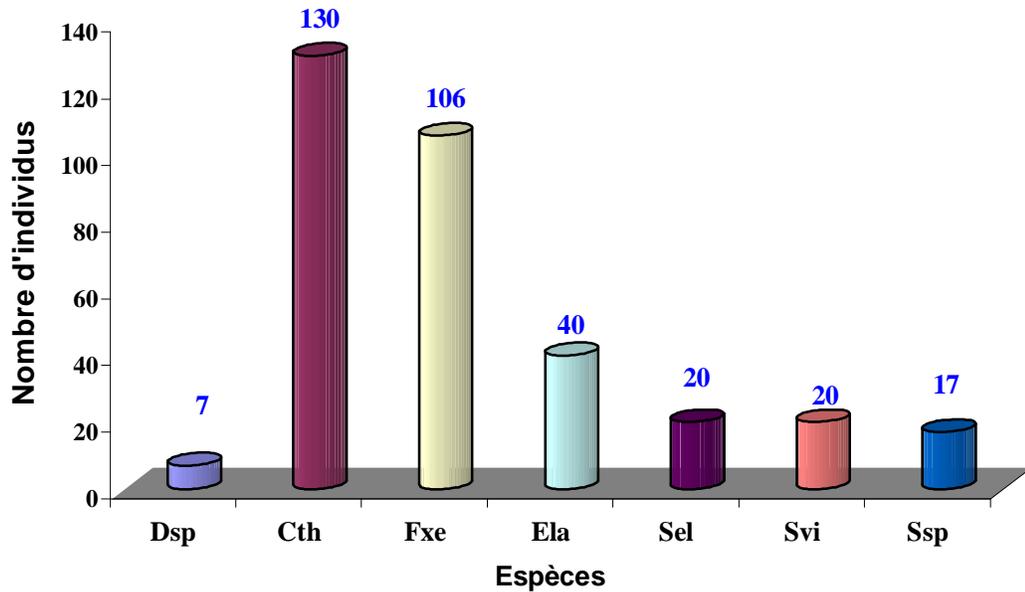


Fig.24 : Représentation graphique de nombre d'individus des espèces récoltées à Tinsilt.

Code des espèces: *Dsp* : *Desoria* sp, *Cth* : *Cryptopygus thermophilus*, *Fxe*: *Folsomides xerophilus*, *Ela* : *Entomobrya lanuginosa*, *Sel* : *Sminthurinus elagans*, *Svi* : *Sminthurus cf.viridis*, *Ssp* : *Sminthurus* sp.

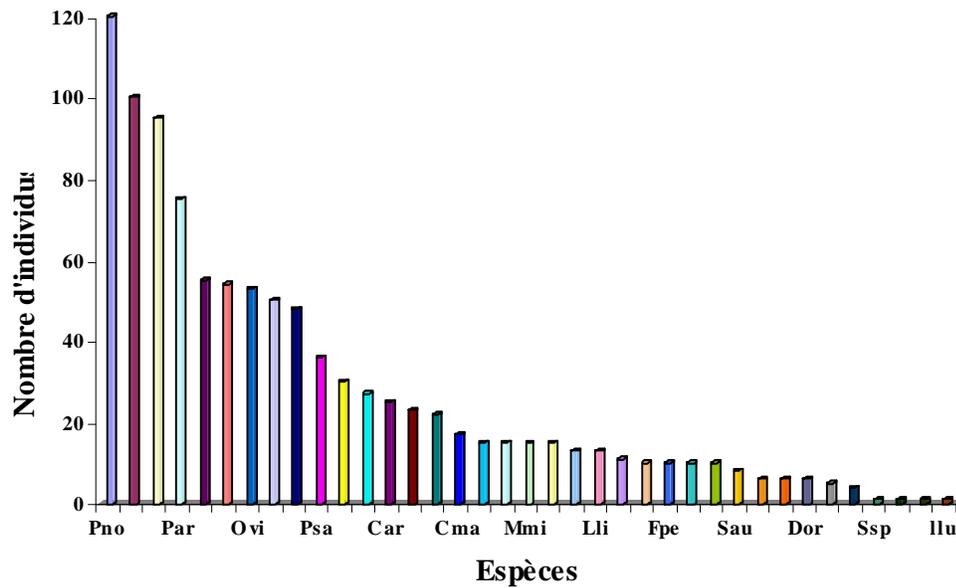
#### c- Massif l'Edough

Nous présentons dans le tableau 20, le nombre total (abondance absolue) d'individus récoltés pendant la période d'étude de chaque espèce, et son abondance relative (%).

Tableau 20: Abondance absolue et relative (%) des espèces de Collemboles récoltées à l'Edough.

Espèces	Abondance absolue	Abondance relative (%)
<i>Parisotoma notabilis</i>	120	12,10
<i>Tetracanthella cf. pilosa</i>	100	10,09
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	95	9,58
<i>Protaphorura armata</i>	75	7,56
<i>Isotomurus pseudopalustris</i>	55	5,54
<i>Friesea mirabilis</i>	54	5,44
<i>Orchesella villosa</i>	53	5,34
<i>Tetracanthella juvenes</i>	50	5,04
<i>Sminthurinus cf. concolor</i>	48	4,84
<i>Proctostephanus sanctiagustini</i>	36	3,63
<i>Heteromurus major juvenes</i>	30	3,02
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	27	2,72
<i>Ceratophysella armata</i>	25	2,52

<i>Microgastrura minutissima</i>	23	2,32
<i>Sminthurinus elagans</i>	22	2,21
<i>Capraïnea marginata</i>	17	1,71
<i>Folsomides vinosus</i>	15	1,51
<i>Isotoma juven</i>	15	1,51
<i>Megalothorax minimus</i>	15	1,51
<i>Heteromurus major</i>	13	1,31
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	13	1,31
<i>Orchesella cincta</i>	11	1,10
<i>Isotomurus palustris</i>	10	1,00
<i>Folsomia penicula</i>	10	1,00
<i>Heteromurus absoloni</i>	10	1,00
<i>Pseudosinela ciega</i>	10	1,00
<i>Sminthurinus cf. aureus</i>	8	0,80
<i>Brachystomella parvula</i>	6	0,60
<i>Friesea laouina</i>	6	0,60
<i>Dicyrtomina cf. ornata</i>	6	0,60
<i>Pseudosinela sp</i>	5	0,50
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	0,40
<i>Seira sp,</i>	1	0,10
<i>Dicyrtomina sp,</i>	1	0,10
<i>Allacma cf. gallica</i>	1	0,10
<i>Lipothrix cf. lubboki</i>	1	0,10
<b>Total général</b>	<b>991</b>	<b>100</b>



**Fig.25 :** Représentation graphique de nombre d'individus des espèces récoltées à l'Edough.

**Code des espèces :** Pno : *Parisotoma notabilis*, Tpi : *Tetracanthella cf. pilosa*, Sco : *Sminthurinus cf. concolor*, Car : *Ceratophysella armata*, Fvi : *Folsomides vinosus*, Hma : *Heteromurus major*, Fpe : *Folsomia penicula*, Bpa : *Brachystomella parvula*, Bau : *Bilobella aurantiaca*, Ilu : *Lipothrix cf. lubboki*

A l'Edough, nous avons récolté 991 individus. Selon le tableau 20, *Parisotoma notabilis* représente 12,10%, soit, 120 individus du total de Collemboles, suivie par *Tetracanthella cf. Pilosa* avec 100 individus, soit 10,09% de l'ensemble d'individus obtenus. En troisième position nous trouvons *Mesaphorura macrochaeta* avec 95 individus, soit 9,58% du total. *Protaphorura armata* prend la quatrième position avec un nombre d'individus égal à 75 individus, soit 7,56% du total d'individus récoltés. Les autres espèces sont représentées par une abondance relative faible qui varie entre 0,10% et 5,54%.

#### 4.2.2- Facteurs du milieu et leur impact sur l'abondance de Collemboles

Pour étudier l'effet des facteurs édaphiques sur l'abondance de Collemboles, nous avons mesuré la température et la teneur en eau des échantillons à Tinsilt d'où sont extraits les Collemboles durant une période d'étude de 6 mois.

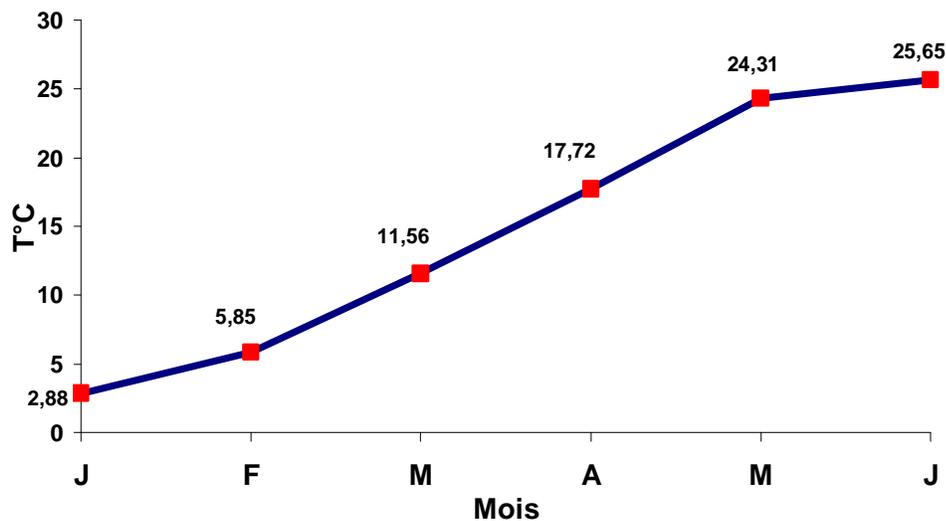
##### 4.2.2.1- Température

Nous consignons dans le tableau 21 la variation de la température moyenne mensuelle, sa variance, et son écart-type.

**Tableau 21:** Variation mensuelle de la température moyenne (°C) des échantillons.

Mois	Nb.échant.	Moyenne	Variance	Ecart-type	Erreur
<b>Janvier</b>	15	2,88	0,47	0,69	0,18
<b>Février</b>	15	5,85	1,64	1,28	0,33
<b>Mars</b>	15	11,56	1,72	1,31	0,34
<b>Avril</b>	15	17,72	4,69	2,17	0,56
<b>Mai</b>	15	24,31	2,02	1,42	0,37
<b>Juin</b>	15	25,65	1,95	1,40	0,36
<b>Moyenne</b>		<b>14.66</b>			

La figure 26 représente l'évolution mensuelle de la température moyenne des échantillons d'où sont extrait les Collemboles.



**Fig.26:** Evolution mensuelle de la température moyenne des échantillons prélevés à Tinsilt.

D'après la figure 26, la température moyenne la plus basse est observée au mois de janvier (2,88°C), puis elle augmente jusqu'à ce qu'elle obtienne son maximum au mois de juin (25,65°C). Les températures moyennes mensuelles présentent une distribution autour de la moyenne générale qui est égale à 14,66°C où l'on peut distinguer deux périodes :

-Une période où la température se situe au-dessus de la moyenne générale, elle correspond aux mois de avril, mai et juin.

-Une période où la température se situe au-dessous de la moyenne générale, elle correspond aux mois de janvier, février et mars.

L'application du test Anova à un facteur nous a permis de comparer les différentes températures mesurées dans le sol tout au long de la période d'étude. Les résultats de l'analyse sont consignés dans le tableau 22.

**Tableau 22:** Test d'Anova à un facteur pour les mesures de la température dans le sol de Tinsilt.

Source de variation	Somme des carrés	ddl	F	P
Température (C°)	6739,92	5	647,59	<0,0001
Erreur	174,84	84		
Total	6914,77	89		

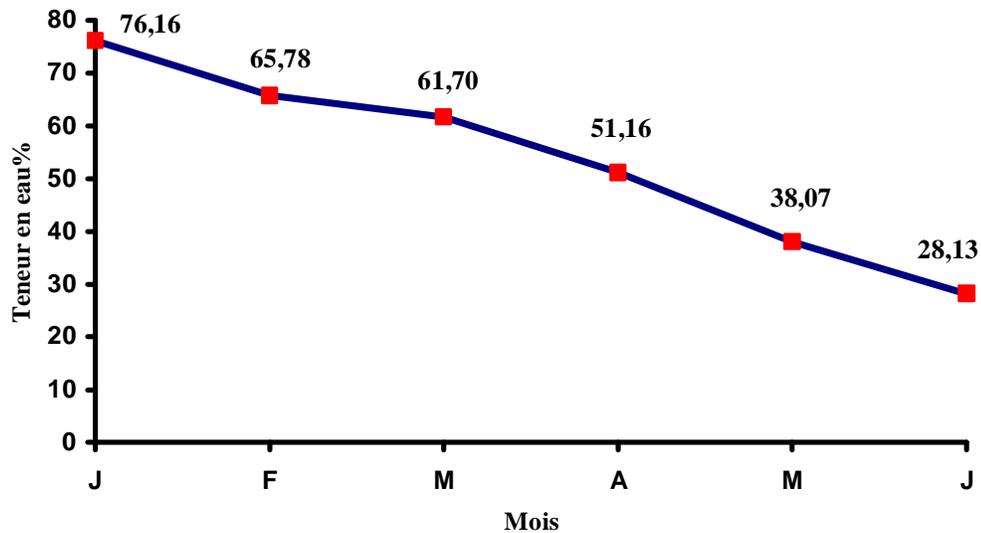
Les résultats du test d'Anova, montre que la valeur de F calculée au niveau de signification  $p < 0,0001$  est de l'ordre de 647,59 (ddl = 5) est supérieur à la valeur F du tableau qui est de l'ordre de 7,57 avec  $p = 0,001$ . Il existe donc une différence significative entre les différents mois par rapport à la température du sol.

#### 4.2.2.2- Teneur en eau

Le tableau 23 donne la variation mensuelle de la teneur en eau moyenne (%), son écart-type, son erreur standard et sa variance pour les 6 mois de l'étude.

**Tableau 23:** Variation mensuelle de la teneur en eau (%) des échantillons dans le sol de Tinsilt.

Mois	Nb.échant.	Moyenne%	Variance	Ecart-type	Erreur
Janvier	15	76,16	20,76	4,56	0,58
Février	15	65,78	29,84	5,46	0,58
Mars	15	61,70	47,91	6,92	0,58
Avril	15	51,16	42,71	6,54	0,58
Mai	15	38,07	20,16	4,49	0,58
Juin	15	28,13	14,29	3,78	0,58
Moyenne		53,5			



**Fig.27 :** Evolution mensuelle de la teneur en eau (%) des échantillons prélevés pendant la période d'étude.

Selon la figure 27, la teneur en eau la plus élevée est mesurée au mois de janvier (76,16%), tandis que la teneur en eau la plus basse est enregistrée au mois de juin (28,13%). Les valeurs de la teneur en eau présentent une distribution autour de la moyenne générale qui est égale à 53,5%, on distingue deux groupes :

- Les teneurs en eau des mois d'avril, mai et juin se situent au-dessous de la moyenne générale.
- Les teneurs en eau des mois de janvier, février et mars se situent au-dessus de la moyenne générale.

L'application du test ANOVA à un facteur nous a permis de comparer les différentes teneurs en eau du sol mesurées tout au long de la période d'étude. Les résultats de l'analyse sont consignés dans le tableau 24.

**Tableau 24:** Test d'Anova à un facteur pour les mesures de la teneur en eau du sol.

Source de variation	Somme des carrés	ddl	F	P
Teneur en eau (%)	24711,19	5	194,79	<0,0001
Erreur	2131,18	84		
Total	26842,38	89		

Les résultats du test d'Anova, montrent que la valeur de F calculée au niveau de signification  $p < 0,0001$  est de l'ordre de 194,79 (ddl = 5) est supérieur à la valeur F du tableau qui est de l'ordre de **7,57** pour  $p = 0,001$ . Il existe donc une différence significative entre les différents mois par rapport à la teneur en eau du sol.

#### 4.2.2.3- Effet des facteurs édaphiques sur l'abondance de Collemboles

Pour étudier l'influence des paramètres édaphiques sur la fluctuation de l'abondance des Collemboles, deux facteurs: température et teneur en eau du sol ont été mesurés dans le sol d'où sont extraits les Collemboles dans la station de Tinsilt. Au préalable on a comparé les populations de Collemboles (tableau 16) par l'application du test d'Anova à un facteur. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 25.

**Tableau 25:** Analyse de la variance pour les effectifs totaux mensuels de Collemboles récoltés au chott Tinsilt au cours de la période d'étude.

Source de variation	Somme des carrés	ddl	F	P
mois	2148,45	5	8,396	< 0,0001
Erreur	4298,66	84		
total	6447,12	89		

Les résultats du test d'Anova, montre que la valeur de F calculée au niveau de signification  $p < 0,0001$  est de l'ordre de, 8,396 (ddl = 5) est supérieur à la valeur F du tableau qui est de l'ordre de **7,57** pour  $p = 0,001$ . Il existe donc une différence significative entre les différents mois par rapport à l'abondance des Collemboles. Donc il y a un effet mois sur les l'effectif de Collemboles.

Pour rechercher une éventuelle relation entre la variation mensuelle des abondances de Collemboles et les deux facteurs édaphiques nous avons employé le coefficient de corrélation de Sperman (tableau 26).

Tableau 26 : Coefficients de corrélation de Spearman.

Spearman	Total Collemboles
Teneur en eau %	0.85 (P < 0.001)
Température °C	-0.80 (P < 0.001)

Les résultats obtenus par le calcul du coefficient de corrélation de rang de Spearman montrent qu'il y a d'une part une forte corrélation négative entre l'abondance totale des Collemboles et la température ( $r = -0,80$ ) et d'autre part une forte corrélation positive entre la teneur en eau et le total collemboles ( $r=0,85$ ).

Si l'on trace la droite de régression entre le total Collemboles et la température du sol (fig.28), on observe que la valeur du coefficient de détermination  $R^2 = 0,65$ , on en conclut que plus de 60 % des effectifs totaux de Collemboles sont liés à la température du sol.

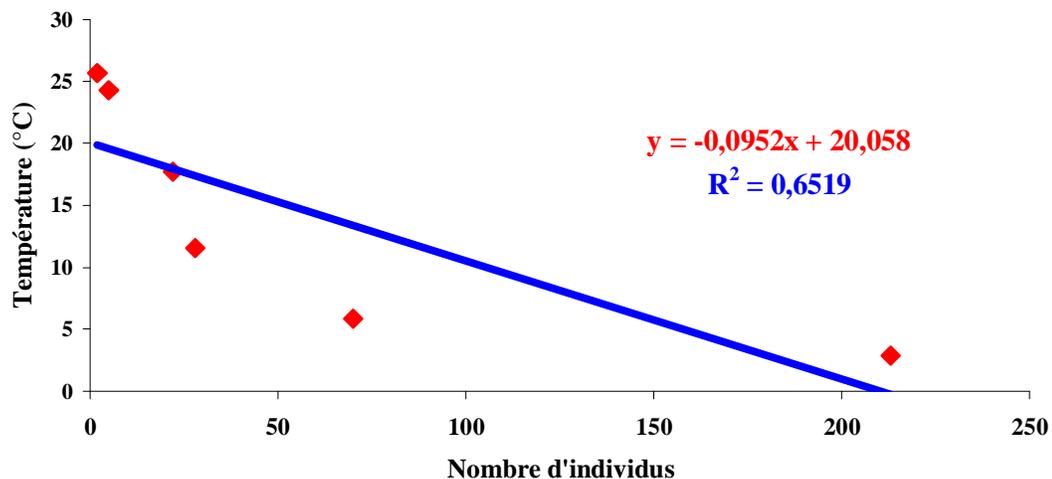
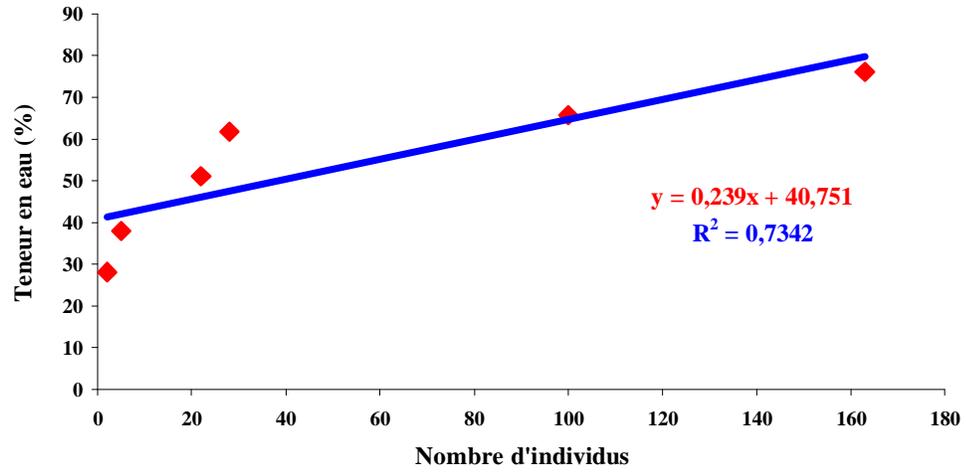


Fig.28 : Droite de régression entre le nombre d'individus et la température.

De même, si l'on trace la droite de régression entre le total Collemboles et la teneur en eau du sol (fig.29), on observe que la valeur du coefficient de détermination  $R^2 = 0,73$ , on en conclut que plus de 70% des effectifs totaux de Collemboles sont liés à la teneur en eau du sol.



**Fig.29** : Droite de régression entre le nombre d'individus et la teneur en eau (%).

### Etude faunistique

L'inventaire des Collemboles d'Algérie se composait de 104 espèces appartenant à 13 familles et à 58 genres (Thibaud et Massoud, 1980). Le dernier travail réalisé par Hamra-Kroua, (2005) a enrichi la faune de Collemboles d'Algérie, l'auteur donne une liste de 113 espèces réparties sur 15 familles et 55 genres. Dans la présente étude nous donnons une liste de 44 espèces appartenant aux 4 ordres connus des Collemboles.

Des 3 stations d'étude, c'est du massif de l'Edough que provient l'essentiel des 44 espèces récoltées, soit 36 espèces. Hamra-Kroua, (2005) et avant lui Cassagnau, (1963) ont mentionné dans leurs observations le caractère exceptionnel de la diversité de la faune collembologique du massif.

Les deux autres localités, Biskra avec 5 espèces et Tinsilt avec 7 espèces sont très peu représentées. Toutes les espèces rencontrées à Biskra sont nouvelles pour cette localité, celles rencontrées à Tinsilt s'ajoutent à 7 espèces déjà trouvées par Hamra-Kroua, (2005). Soit un total de 13 espèces pour Tinsilt, car une seule espèce signalée par Hamra-Kroua a été retrouvée dans nos échantillons : *Cryptopygus thermophilus*. Ce qui montre que l'on peut s'attendre à la présence d'autres espèces dans cette localité si l'on augmente le rythme de récolte et l'on étale les prélèvements aux différentes saisons.

Sur le total espèces rencontrées dans les 3 localités d'étude, 21 espèces reconnues, soit 47,72% ont été signalées d'Algérie avant ce travail par Cassagnau, (1963); Thibaud et Massoud, (1980) et récemment par Hamra-Kroua, (2005). Parmi ces espèces, il y'a celles qui ont été signalées pour la première fois par Hamra-Kroua, (2005) : *Microgastrura minutissima*, *Friesea laouina*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Parisotoma notabilis*, *Entomobrya lanuginosa*, et *Caprainea marginata*, les autres sont signalées par Thibaud et Massoud, (1980) et Cassagnau, (1963). Le reste, soit 10 espèces identifiées et reconnues représentent 22,72 % du total récolté sont citées ici pour la première fois en Algérie. Une seule parmi les espèces nouvelles pour le pays est déjà connue du Maroc (*Folsomides xerophilus*) trouvée au Chott Tinsilt, les autres, soit 9 espèces sont aussi nouvelles pour les pays du Maghreb (Maroc, Tunisie et Libye). Il s'agit de : *Isotomurus pseudopalustris*, *Folsomia penicula*, *Folsomides vinosus*, *Tetracanthella juvenes*, *Isotoma juven*, *Heteromurus major juvenes*, *Heteromurus absoloni*, *Lepidocyrtus lignorum*, *Pseudosinella ciega*. Toutes les espèces nouvelles pour le pays sont rencontrées à l'Edough, ce qui confirme le caractère exceptionnel de la diversité du massif. *Caprainea marginata* et *Entomobrya lanuginosa* sont ici signalées pour la première fois à l'Edough mais sont absentes des deux autres localités, Biskra et Tinsilt.

Les espèces non identifiées ou proches d'espèces reconnues sont au nombre de 13 soit, 29,54% du total récolté : *Pseudosinella* sp., *Seira* sp., *Sminthurus* sp., *Desoria* sp., *Dicyrtomina* sp., *Pseudachorutes* cf. *subcrassus*, *Tetracanthella* cf. *pilosa*, *Sminthurinus* cf. *aureus*, *Allacma* cf. *gallica*, *Lipothrix* cf. *lubboki*, *Dicyrtomina* cf. *ornata*, *Sminthurinus* cf. *concolor*, *Sminthurus* cf. *viridis*. Certaines parmi ces espèces ont été rencontrées à l'Edough par Hamra-Kroua, (2005), c'est le cas de *Pseudachorutes* cf. *subcrassus* qui est proche de l'espèce reconnue *P. subcrassus* mais se distingue d'elle par une vésicule trilobée et un labium avec la soie **B**. La proportion d'espèces non identifiées nous permet de s'attendre à de nouvelles découvertes d'espèces endémiques ou nouvelles pour la région et le pays.

Les espèces se trouvant sur le pourtour méditerranéen et en Europe sont au nombre de 9 espèces, soit 20,45 %. Seules 3 espèces signalées par Hamra-Kroua, (2005) : *Bilobella aurantiaca*, qui étend son aire de l'Edough au nord du pays jusqu'à Djebel Ouahch (Constantine) au sud, est absente à Biskra et à Tinsilt. *Caprainea marginata* et *Entomobrya lanuginosa* sont ici signalées pour la première fois à l'Edough mais absentes des deux autres localités, Biskra et Tinsilt.

Les espèces européennes occupent le 4<sup>ème</sup> rang d'importance numérique avec 4 espèces, représentant 9,09 %. Trois de ces espèces ont été signalées par Hamra-Kroua, (2005) : *Friesea mirabilis*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Orchesella cincta*, la quatrième espèce : *Orchesella villosa* se répartissant de l'Irlande à la Pologne et de l'Espagne à la Roumanie, c'est une espèce courante en Europe centrale mais absente en Scandinavie ; Gisin, (1960) note que *M. macrochaeta* est largement répartie au Canada mais surtout en Europe. En Algérie, *M. macrochaeta* a été trouvée au Khroub, mais c'est la première fois qu'on la rencontre à l'Edough.

Les espèces à large répartition sont au nombre de 8 espèces, soit 18,18% du total. Aucune autre espèce ne s'ajoute à la liste de 22 espèces présentée par Hamra-Kroua, (2005).

Les espèces holarctiques et cosmopolites représentent ensemble 7 espèces, soit 15,90 %. Deux espèces sont nouvelles pour le pays : *Folsomides vinosus* et *Folsomides xerophilus*.

Si l'on se réfère aux listes de Cassagnau, (1963) et Hamra-Kroua, (2005) pour l'Algérie, de Gers & Deharveng, (1985) pour le Maroc et enfin celle de Thibaud & Massoud, (1980) pour le Maroc et l'ensemble des pays du Maghreb et aux résultats du présent travail, on peut considérer que la faune Collembologique rencontrée dans les trois localités est dominée par l'élément euro-méditerranéen à large répartition. Beaucoup reste à

faire dans ce domaine comme en témoigne la proportion d'espèces non identifiées; 13 espèces sur un total de 44.

### **Etude écologique**

En se référant aux valeurs des différents paramètres de la structure du peuplement de notre étude on peut tirer les observations suivantes :

A Biskra et durant une période de 7 mois de prélèvements nous n'avons pu récolter que cinq espèces. C'est une richesse spécifique très réduite si l'on tient compte du nombre et du rythme de prélèvements. L'indice de Shannon calculé qui est de l'ordre de 1,86 bits montre aussi que le peuplement de Collemboles dans la station de Biskra est très peu diversifié. Le milieu saharien est caractérisé par son substrat pauvre en matière organique. La station de Biskra est un barrage très fréquenté et perturbé par l'activité humaine, à ce sujet Massoud et *al*, (1984) note que le piétinement entraîne une forte diminution des effectifs de Collemboles et aggrave la baisse de la diversité et de la richesse dans la litière et le sol. De son côté Sarkar, (1996) cité par Hamra-Kroua, (2005) rapporte que la diversité et la richesse des Microarthropes du sol (Acariens et Collemboles) diminuent sous l'intensité des perturbations introduites par l'homme dans les peuplements et les écosystèmes.

A Tinsilt où l'étude s'est étalée sur 6 mois, nous n'avons récolté que 7 espèces, c'est une richesse spécifique très faible. L'indice de Shannon calculé qui est égal à 2,23 bits indique que le chott de Tinsilt est peu diversifié. Plusieurs facteurs locaux sont déterminants pour la faible richesse et la faible diversité observées. La forte salinité du milieu (Sebkha), l'aridité du milieu ainsi que la rareté et la pauvreté du couvert végétal sont à prendre en considération pour expliquer la faible richesse spécifique dans la station. A ce sujet Cassagnau, (1990) note que les Collemboles sont détritivores, ils se nourrissent de parenchymes végétaux frais, hyphes et spores de Champignons, matière organique en décomposition, fragments minéraux, algues filamenteuses, pollen, des bactéries, excréments d'autres animaux. Ils peuvent se nourrir des racines de plantes vivantes et plantules. De leur côté Di Castri et Astidillo, (1966) notent que les sols nus présentent une densité et une diversité faibles dues au déficit en ressources trophiques.

A l'Edough, la richesse spécifique et l'indice de Shannon (4,45 bits) sont les plus élevés comparés aux deux autres stations (Biskra et Tinsilt). Malgré la courte période de récolte (4mois) et que la prospection est limitée à un espace réduit, nous avons récolté 36 espèces. Ceci semble confirmer l'exceptionnelle diversité rapportée par Hamra-Kroua,

(2005) dans la même station, l'auteur signale la présence de 78 espèces et une diversité exceptionnelle du genre *Friesea* avec 8 espèces dont 3 sont nouvelles pour la sciences : *F.laouina*, *F.algirica* et *F.major*. Deux espèces du genre *Friesea* a été trouvée, il s'agit de *F.mirabilis*. et *F.laouina*.

L'équitabilité est de l'ordre de 0,80 à Biskra, de 0,79 à Tinsilt et de 0,86 à l'Edough. Dans les 3 localités on est en présence de peuplements équilibrés.

Peu d'espèces dominant dans les différents peuplements étudiés, comme l'indiquent les valeurs calculées de la dominance qui sont de l'ordre de 1,70 à Biskra, de 1,82 à Tinsilt et de 3,11 à l'Edough. La faible valeur observée à Tinsilt montre que le peuplement est dominé par 2 espèces : *Cryptopygus thermophilus* et *Folsomides xerophilus*. C'est de même pour Biskra où 2 espèces dominant les autres : *Ceratophysella denticulata* et *Brachystomella parvula*. A l'Edough, plusieurs espèces sont présentes dans la quasi totalité des prélèvements avec des effectifs plus ou moins élevés, c'est le cas de : *Parisotoma notabilis*, *Tetracanthella cf. pilosa*, et *Mesaphorura macrochaeta*, *Protaphorura armata*.

Un total de 270 individus collemboles a été récolté en 7 mois dans 105 échantillons de sol sur les berges du barrage de Biskra, à une abondance moyenne de l'ordre de 2,57 individus par échantillon ce qui correspond à 1285 ind. /m<sup>2</sup>.

A Tinsilt, on a dénombré un total égal à 340 individus collemboles, récoltés en 6 mois d'étude et extraits de 90 échantillons, soit une abondance de l'ordre de 3,77 individus par échantillon, ce qui correspond à 1885 ind. /m<sup>2</sup>.

A l'Edough, avec un total de 991 Collemboles extraits de 60 prélèvements, l'abondance moyenne est de l'ordre de 16,51 individus par échantillon, ce qui correspond à une abondance au mètre carré de l'ordre de 8255 individus.

Il est difficile de comparer nos résultats à ceux obtenus par d'autres dans des régions et des biotopes différents, où le climat, la nature du sol, le nombre et la taille des prélèvements sont différents. Chacun de ces facteurs déterminent l'abondance des collemboles. C'est le cas dans un sol agricole d'une région semi aride du Khroub où Hamra-Kroua, (2005) trouve une abondance au mètre carré de l'ordre de 8025 individus. En région humide en Angleterre et dans un sol de prairie Kevan, (1962) cité par Hamra-Kroua, (2005), trouve une abondance de l'ordre de 43.100 ind. /m<sup>2</sup> à une profondeur de 0,6 à 15 cm et 18.200 ind. /m<sup>2</sup> entre 15 et 30 cm de profondeur. De leur côté Jagers et al, (1988) trouvent dans un sol agricole argileux lourd d'origine marine, une abondance de 1974 ind. /m<sup>2</sup> à une profondeur de 0-2,5 cm, 2403 ind. /m<sup>2</sup> entre 2,5 et 5 cm, 9882 ind. /m<sup>2</sup> entre 7,5 et 10cm, 2451 ind. /m<sup>2</sup> entre 15 et 17cm et 1641 ind. /m<sup>2</sup> entre 25 et 27,5cm de profondeur.

La fluctuation mensuelle des abondances des Collemboles est analysée par le test d'Anova pour la station de Tinsilt où une étude écologique a été menée pendant 6 mois. Les résultats du test révèlent une différence très significative entre les 6 mois, avec  $F = 8,396$  (ddl = 5) supérieur à la valeur  $F$  du tableau qui est de l'ordre de **7,57** pour  $p = 0,001$ . En effet, on observe des abondances élevées au cours de la période humide qui s'étend de janvier à février, de l'ordre respectif de 14,20 ind. /échantillon et 4,67 ind. /échantillon. Il faut noter que pendant la même période d'une part la teneur en eau est de 76,16% pour janvier et 65,78% pour février et d'autre part la température du sol varie entre 2,88°C au mois de janvier et 5,85°C au mois de février.

En période sèche, l'abondance varie de 1,87 ind. /échantillon au mois de mars à 0,13 ind. /échantillon au mois de juin. A ces valeurs correspondent d'une part des teneurs en eau qui varient de 61,70% au mois de mars à 28,13% au mois de juin et d'autre part des températures qui oscillent entre 11,56°C pour mars et 25,65 °C au mois de juin.

Il s'agit donc d'une variation saisonnière des effectifs où d'une part, les basses températures et teneurs en eau élevées coïncident avec des abondances élevées et d'autre part les faibles abondances sont enregistrées en périodes sèche caractérisée par de faibles teneurs en eau et des températures élevées .

Bachelier, (1978) note que les fortes températures, liées souvent à une faible humidité de l'air, agissent surtout indirectement en desséchant le milieu, ce qui diminue la respiration cutanée des Collemboles plus difficile à cause de la fragilité de leurs téguments. Le même auteur rapporte que les basses températures de quelques degrés en dessous du zéro si elles persistent pendant plusieurs jours sont létales pour la plupart des Collemboles édaphiques de surface (*Orchesella*) et de nombreux (*Sminthuridae*) de la région méditerranéenne. De son côté Vannier, (1971) cité par Hamra-Kroua, (2005) précise que dans les régions méditerranéennes, les Collemboles disparaissent des couches superficielles du sol et des autres strates aériennes pendant la période estivale en s'enfonçant en profondeur dès que la végétation arrête sa croissance. Dans les conditions de dessiccation les Collemboles, soit qu'ils migrent verticalement vers les couches encore humides, soit ils peuvent limiter leur activité par la diapause et la quiescence, (Bachelier, 1971). Holmstrup et al, (2001) notent que les Collemboles édaphiques hydrophiles perdent 50 % de leur humidité corporelle quand ils sont placés dans un sol sec.

L'application du test de corrélation de rang de Spearman a mis en évidence la forte corrélation entre l'abondance et les deux facteurs : la température ( $r = -0,80$ ) et la teneur en eau

( $r=0,85$ ). Cette analyse montre donc qu'il s'agit d'un effet direct des variations saisonnières des deux paramètres précités mais aussi au climat local.

Les facteurs édaphiques semblent donc avoir une incidence directe et favorable sur l'abondance des Collemboles en période humide, tandis qu'en période sèche, ces facteurs exercent une influence défavorable en réduisant les effectifs et en provoquant la disparition de certaines espèces. En effet, 2 espèces seulement sont présentes dans les échantillons au lieu des 7 à Tinsilt en période sèche (*Cryptopygus thermophilus* et *Folsomides xerophilus*) et toutes les espèces sont présentes en période humide.

A l'issue de cette étude on peut retenir que nos observations ont permis d'affirmer que l'impact saisonnier des facteurs écologiques fondamentaux évident en zone humide, se confirme même dans le sol en zone semi aride en déterminant et régulant la dynamique saisonnière des Collemboles.

## Conclusion générale

L'Algérie comptait 160 espèces de collemboles, dont 113 ont été récemment récoltées par Hamra-Kroua, (2005) dans différentes localités du nord-est algérien. Nous donnons une liste de 44 espèces de collemboles reconnues. Avec cet apport la faune des collemboles de l'est algérien est davantage mieux connue.

Un total de 44 espèces est récolté dans les trois localités d'étude, elles se répartissent sur les 4 ordres, 10 familles et 30 genres de collemboles connus.

A Biskra, seules 5 espèces sont trouvées, et 7 à Tinsilt, c'est de l'Edough, que provient l'essentiel des espèces trouvées, soit, 36 sur 44 espèces.

Parmi les 44 espèces citées dans ce travail, 9 sont nouvelles pour l'Algérie et l'Afrique du nord, il s'agit de: *Isotomurus pseudopalustris*, *Folsomia penicula*, *Folsomides vinosus*, *Tetracanthella juvenes*, *Isotoma juven*, *Heteromurus major juvenes*, *Heteromurus absoloni*, *Lepidocyrtus lignorum*, *Pseudosinella ciega*. Une seule espèce: *Folsomides xerophilus* est déjà signalée au Maroc est trouvée au chott Tinsilt. Toutes les autres espèces, soit 9 sont trouvées à l'Edough, ce qui confirme la richesse exceptionnelle de ce massif forestier et fait de lui un point chaud de la diversité en zone méditerranéenne.

L'essentiel de la faune des collemboles rencontrée dans les 3 localités est constitué d'éléments largement répandus et euro-méditerranéens.

La proportion d'espèces rares, à statut indéterminé (13 espèces, soit 29,55%), montre à quel point la faune algérienne des collemboles est encore très peu connue. Ce qui nous permet de s'attendre à de nouvelles découvertes.

L'étude écologique montre que le peuplement de collemboles aussi bien à Biskra qu'à Tinsilt est très peu diversifié. Deux espèces : *Ceratophysella denticulata* et *Cryptopygus thermophilus*, dominent le peuplement respectivement à Biskra et Tinsilt. Ces deux espèces sont très largement répandues et fréquentes dans les milieux terrestres secs et chauds.

Le peuplement de Collemboles a tendance à se rassembler en agrégat dans les trois stations d'étude.

L'abondance des collemboles dans le sol de Biskra et de Tinsilt est très faible, ce qui est évident pour des sols arides à semi arides.

L'étude écologique dans un milieu semi-aride, initiée par ce travail met en évidence l'impact des facteurs édaphiques fondamentaux : la teneur en eau et la température du sol sur les abondances des populations de collemboles.

La présente étude est une contribution à une meilleure connaissance d'un groupe d'Arthropodes le moins étudié du pays. Pour une meilleure connaissance de ce groupe, il serait très souhaitable de poursuivre la prospection de milieux naturels non encore perturbés par l'homme. L'étude doit s'intéresser à la taxonomie, la biogéographie et l'écologie dans son contexte naturel.

## Résumé

De nombreux échantillons de sol provenant de trois localités de l'est algériens sont analysés. L'étude faunistique révèle la présence d'un total de 44 espèces de Collemboles. La faune algérienne de collemboles est enrichie de 10 espèces nouvelles, dont 9 sont aussi nouvelles pour les pays du Maghreb.

La faune trouvée à Biskra, Tinsilt et l'Edough se compose d'espèces se répartissant aux quatre ordres de collemboles, 10 familles et 30 genres.

A Biskra, en milieu saharien ainsi qu'à Tinsilt, en milieu semi aride; la diversité est très faible, loin derrière l'Edough d'où provient l'essentiel de la faune rencontrée, soit 36 espèces. Le massif de l'Edough se distingue par l'hébergement de 9 sur les 10 espèces nouvelles pour la région maghrébine citées dans ce travail.

La répartition biogéographique des espèces rencontrées dans les trois localités d'étude montre une affinité avec la faune euro-méditerranéenne.

La proportion d'espèces non identifiées montre à quel point la faune algérienne en collemboles demeure encore mal connue.

L'étude écologique d'un peuplement de collemboles révèle le caractère déterminant de la variation saisonnière des facteurs édaphiques fondamentaux : température et teneur en eau du sol. Leur influence saisonnière, évidente en zone humide, se confirme en zone semi aride.

## **Sammary**

The inventory of Collombolan fauna in the three stations of the East of Algeria revealed the presence of 44 species distributed on 4 orders, 10 families and 30 genuses. Among these species, 10 are new for Algeria and 9 for Arabic Maghreb (Morocco, Tunisia, and Libya).

In Biskra, in the saharian environment also in Tinsilt in semi-arid environment the diversity is very slight. However, in Edough the diversity is very important (36 species).

The biogeographic repartition of species in the three stations of research shows a tremendous number of Euro-Mediterranean fauna.

The proportion of non-identified species reveals that algerian Collembolan fauna is not well known yet.

The ecological study of a Collembolan population stresses the deteminant character of the season variation of the fundamental edaphic factors: temperature and humidity of soil. Their season influence' evident in the humid zone is now confirmed in the semi-arid as well.

**Nom :** AMRI

**Prénom :** Chirine

**Thème :** Les Collemboles de quelques habitats et biotopes de l'est algérien :  
Inventaire et dynamique saisonnière.

**Nature du diplôme :** Magister en Entomologie

### **Résumé**

De nombreux échantillons de sol provenant de trois localités de l'est algériens sont analysés. L'étude faunistique révèle la présence d'un total de 44 espèces de Collemboles. La faune algérienne de collemboles est enrichie de 10 espèces nouvelles, dont 9 sont aussi nouvelles pour les pays du Maghreb.

La faune trouvée à Biskra, Tinsilt et l'Edough se compose d'espèces se répartissant aux quatre ordres de collemboles, 10 familles et 30 genres.

A Biskra, en milieu saharien ainsi qu'à Tinsilt, en milieu semi aride; la diversité est très faible, loin derrière l'Edough d'où provient l'essentiel de la faune rencontrée, soit 36 espèces. Le massif de l'Edough se distingue par l'hébergement de 9 sur les 10 espèces nouvelles pour la région maghrébine citées dans ce travail.

La répartition biogéographique des espèces rencontrées dans les trois localités d'étude montre une affinité avec la faune euro-méditerranéenne.

La proportion d'espèces non identifiées montre à quel point la faune algérienne en collemboles demeure encore mal connue.

L'étude écologique d'un peuplement de collemboles révèle le caractère déterminant de la variation saisonnière des facteurs édaphiques fondamentaux : température et teneur en eau du sol. Leur influence saisonnière, évidente en zone humide, se confirme en zone semi aride

**Mots clés :** Collemboles, Etude faunistique, Biogéographie, Biskra, Tinsilt, Edough, Etude écologique.

Laboratoire de la biosystématique des Arthropodes, Université Mentouri Constantine.

**Rapporteur :** Mr. HAMRA-KROUA S.

## Annexe 1

Tableau : Le nombre d'individus de Collemboles par échantillon à Biskra.

Année	2004		2005					
Echantillons	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Total
E.1	0	2	3	2	0	0	0	<b>7</b>
E.2	25	18	10	0	2	4	2	<b>61</b>
E.3	0	0	0	4	0	0	0	<b>4</b>
E.4	0	0	0	4	0	0	0	<b>4</b>
E.5	15	0	0	0	4	0	0	<b>19</b>
E.6	15	25	0	0	0	0	0	<b>40</b>
E.7	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
E.8	0	5	17	5	4	0	0	<b>31</b>
E.9	15	15	0	0	0	0	0	<b>30</b>
E.10	14	5	5	5	5	0	0	<b>34</b>
E.11	6	3	5	2	0	0	0	<b>16</b>
E.12	0	6	0	5	7	0	0	<b>18</b>
E.13	0	0	0	3	0	0	0	<b>3</b>
E.14	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
E.15	0	0	0	0	3	0	0	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>79</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>270</b>

## Annexe 2

Tableau : Le nombre d'individus de Collemboles par échantillon à l'Edough.

Année	2004		2005		
Echantillons	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Total
1	90	26	7	10	<b>133</b>
2	40	16	17	15	<b>88</b>
3	28	18	8	8	<b>62</b>
4	85	20	17	12	<b>134</b>
5	45	12	9	10	<b>76</b>
6	24	15	12	11	<b>62</b>
7	12	15	5	13	<b>45</b>
8	18	24	15	10	<b>67</b>
9	10	14	13	10	<b>47</b>
10	20	15	6	9	<b>50</b>
11	14	10	10	8	<b>42</b>
12	6	12	20	17	<b>55</b>
13	12	9	5	15	<b>41</b>
14	15	4	7	21	<b>47</b>
15	11	9	18	4	<b>42</b>
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>159</b>	<b>169</b>	<b>173</b>	<b>991</b>

### Annexe 3

Tableau : Le nombre d'individus de Collemboles par échantillon à Tinsilt.

Année	2005						
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Total
E.1	45	10	2	4	2	0	<b>63</b>
E.2	25	14	18	0	0	0	<b>57</b>
E.3	10	16	0	16	3	0	<b>45</b>
E.4	15	0	0	2	0	0	<b>17</b>
E.5	5	0	0	0	0	2	<b>7</b>
E.6	20	15	4	0	0	0	<b>39</b>
E.7	50	5	4	0	0	0	<b>59</b>
E.8	10	3	0	0	0	0	<b>13</b>
E.9	5	4	0	0	0	0	<b>9</b>
E.10	5	3	0	0	0	0	<b>8</b>
E.11	3	0	0	0	0	0	<b>3</b>
E.12	4	0	0	0	0	0	<b>4</b>
E.13	12	0	0	0	0	0	<b>12</b>
E.14	3	0	0	0	0	0	<b>3</b>
E.15	1	0	0	0	0	0	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>213</b>	<b>70</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>340</b>

### Annexe 4

Tableau : Les effectifs mensuels des espèces récoltées au niveau du chott de Tinsilt

Espèces	J	F	M	A	M	J	Total
<i>Cryptopygus thermophilus</i>	75	25	15	12	2	1	<b>130</b>
<i>Folsomides xerophilus</i>	44	27	13	10	3	1	<b>106</b>
<i>Entomobrya lanuginosa</i>	35	5	-	-	-	-	<b>40</b>
<i>Sminthurinus elegans</i>	15	5	-	-	-	-	<b>20</b>
<i>Sminthurus cf. viridis</i>	12	8	-	-	-	-	<b>20</b>
<i>Sminthurus sp.</i>	17	-	-	-	-	-	<b>17</b>
<i>Desoria sp.</i>	7	-	-	-	-	-	<b>7</b>
<b>Total</b>	<b>213</b>	<b>70</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>340</b>

Annexe 5

Photos de quelques espèces récoltées (Bellinger, 2006)



*Bilobella aurantiaca*



*Ceratophysella armata*



*Heteromurus major*



*Isotomurus palustris*



*Orchesella villosa*



*Sminthurus elegans*

## Annexe 6

### Clé des ordres et des familles

Nous reproduisons ci-dessous, la clé d'identification des quatre ordres et des principales familles de Collemboles, selon Jordana et Arbea, (1989) traduit de l'espagnol par Hamra-Kroua, (2005).

Classe **COLLEMBOLA** Lubbock, 1862.

- 1.- Corps globuleux, segmentation du corps non apparente. Tout au plus les segments abdominaux V et VI sont segmentés.....3
- 1'.- Corps allongé. Segmentation du corps apparente .....2
- 2.- Prothorax (segment thoracique I) développé et avec soies dorsales. Corps avec trois segments thoraciques et six segments abdominaux.....  
.....Ordre **PODUROMORPHA** BÖRNER, 1913.
- 2'.- Prothorax réduit et sans soies dorsales .....  
..... Ordre **ENTOMOBRYOMORPHA** BÖRNER, 1913.
- 3.- Animaux plus petits et sans pigments. Segments abdominaux V et VI non différenciés. Sans yeux. Tenaculum sans soies. Antennes plus courtes que la tête. Abdomen sans Trichobothries dorsales.....  
.....Ordre **NEELIPLEONA**, 1 seule famille NEELIDAE FOLSOM, 1896.
- 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.....  
.....Ordre **SYMPHYPLEONA** BÖRNER, 1901.

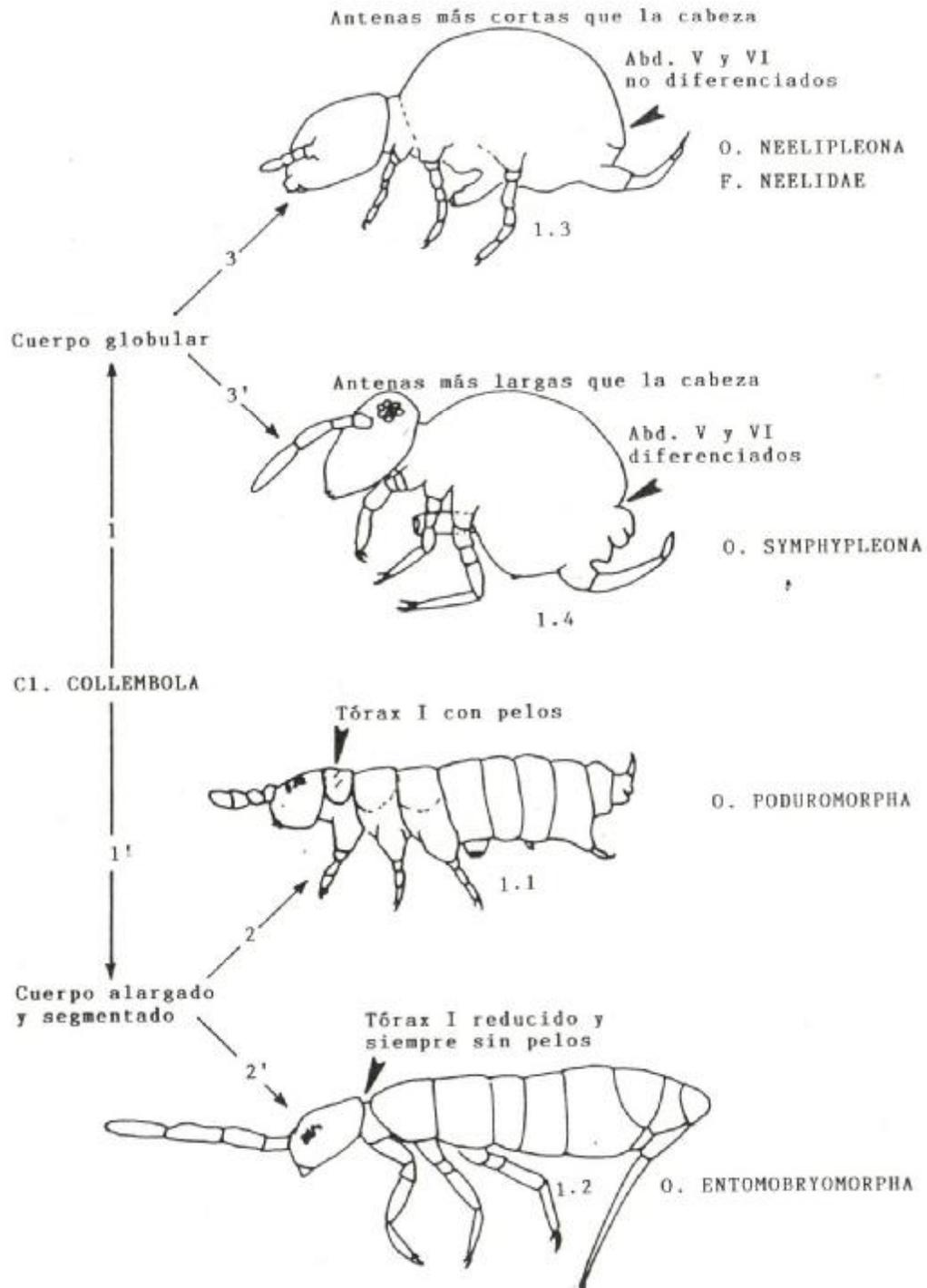


Fig. : Les ordres de Collemboles

Antenas mas cortas que la cabeza : **Antennes plus courtes que la tête**; Antenas mas largas que la cabeza : **Antennes moins larges que la tête** Abd. V et VI no diferenciados: **Abd. V et VI non différenciés**; Abd. V et VI diferenciados : **Abd. V et VI différenciés** Torax I con pelos : **Thorax I avec poils**; Torax I reducido y siempre sin pelos : **Thorax I réduit et simple sans poils**; Cuerpo alargado y segmentado : **Corps élargi et segmenté** ; **Cuerpo globular: Corps globulaire**

## Clé des familles

### Ordre *PODUROMORPHA*

- 1.- Pièces buccales broyeuses composées de maxilles et mandibules avec plaque molaire..... 2  
1'- Pièces buccales modifiées ayant acquis des formes très; 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 sensorielle en forme de "masse", très apparentes et protégées par des papilles. Sans yeux. Corps sans pigmentation..... **F. ONYCHIURIDAE** Börner, 1901
- 2'- Corps sans pseudocelles. Organe sensoriel au sommet du 3<sup>ème</sup> 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 dens présentent une courbature vers l'intérieur ..... **F. PODURIDAE** Lubbock, 1873: *Podura* Linnaeus, 1758
- 3'- Furca très courte, quand elle est rebattue ne dépasse pas les coxas de la 3<sup>ème</sup> paire de pattes, ou absente. Les deux branches de la dens, quand elles sont présentes, sont parallèles ou divergentes.. ..... **F. HYPOGASTRURIDAE** Börner, 1913
- 4.- Metathorax (3<sup>ème</sup> segment thoracique) généralement avec microsensilles latérales. Furca présente. Mucron avec lames obliques ou en forme de gant.....  
..... **F. ONDONTILLIDAE** Deharveng, 1981
- 4'- Metathorax sans microsensilles latérales. Furca présente ou absente..... **F. NEANURIDAE** Cassagnau, 1955

### Ordre *ENTOMOBRYOMORPHA*

- 1.- Corps couvert de soies simples ou faiblement cilié.....2  
1'- Corps couvert de soies très pilosées, de gros cils. Avec ou écailles ou soies en forme d'écailles.....3
- 2 Segment abdominal III réduit, presque invisible en vue dorsale. Segment 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** Stach, 1955: Genre *Actaletes* Giard, 1889.
- 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** Börner, 1913
- 3.- Mucron court, avec une ou deux dents, avec ou sans épine basale. Dens régulièrement annelé en son côté postérieur..... **F. ENTOMOBRYIDAE** Tömösvary, 1882

- 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 lrge 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** Börner, 1913.
- 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** Denis, 1932; genre: *Oncopodura* Carl & Lebeddinsky, 1905.
- 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** Börner,1913; genre: *Cyphoderus* Nicolet, 1842
- 6'.- Dens avec griffe ou deux rangs d'épines ciliées. Mucronde forme conique et relativement court. Griffe et empodium sans dents aliformes. ....  
.....**F.PARONELLIDAE** Börner, 1913;  
Genre: *Troglopedetes* Absolon, 1907.

#### 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** Börner, 1906.
- 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, du A nait une papille à segmentation apparente..... **F.DICYRTOMIDAE** Börner, 1906.
- 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 piment. Tibiotarse sans éperons. Adultes avec épines sur tous les dents.....**F.ARRHOPALITIDAE** Stach, 1956;

Genre *Arrhopalites* Börner, 1906.

4'- 8 cornéules de chaque côté de la tête. Tibiotarse avec éperons fins et redressés. Dents sans épines.....**F. KATIANNIDAE** Börner, 1913, sensu Stach, 1956.

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* Richards

5'- Sans vésicules interoculaires. Appendices anaux dirigés vers l'orifice anal .....6

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** Börner, 1913.

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 appliquée sur la largeur de la griffe.....**F. BOURLETIELLIDAE** Börner, 1913.

#### Ordre *NEELIPLEONA*

1.- 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 .....une seule famille *NEELIDAE* Folsom, 1896.

## Références bibliographiques

**Anonyme, 2002-** Rapport de Synthèse « Etude du schéma directeur des ressources en eau de la wilaya de Biskra. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'Environnement. Agence nationale de l'aménagement du territoire (A.N.A.T). 60 p.

**Anonyme, 2004-** Atlas (IV) des zones humides Algériennes d'importance internationale. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Direction générale des forêts : 55-57.

**Anonyme, 2005-** de minuscules insectes lèvent le voile sur l'écologie des sols forestiers.  
<http://www.pfc.forestry.ca>

**Bachelier G., 1971-** La vie animale dans les sols. I. Déterminisme de la faune des sols. In *La vie dans les sols, aspects nouveaux, études expérimentales*, Gauthier-Villars Ed. 472p.

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

**Bellinger P. F., Christiansen K. A., et Janssens F., 2005-** Checklist of the Collembola of the world. <http://www.collembola.org>.

**Bellinger P. F., Christiansen K. A., et Janssens F., 2006-** Checklist of the Collembola of the world. <http://www.collembola.org>.

**Berchiche S., 2004-** Entomofaune du *Triticum aestivum* et de *Vicia faba*. Etude des fluctuations d'*Aphis fabae* Scopoli, 1763 dans la station expérimentale de Oued-Smara. Magister en Entomologie appliquée, Institut national d'Agronomie (I.N.A.), Alger. 245p.

**Betsch-Pinot M. C., 1977-** les parades sexuelles primitives chez les Collemboles Symphypléones. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 14 (1) :15-19.

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

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

**Bornard A., Cozic P., Brau-Nogue C., 1996-** Diversité spécifique des végétations en alpage, influence des conditions écologiques et des pratiques écologiques. *Ecologie*, T.27 (2) :103-115.

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

**Bretfeld G., 1986-** Phylogenetic systematics of the higher taxa of Symphypleona Börner, 1901 (Insects, Entognatha, Collembola). *Proc. 2<sup>nd</sup> Intern. Sem. Apterygota*, Siena, R. Dallai Ed., 307-311.

**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. et C. Juberthie, 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., 1971-** La phylogénie des Collemboles à la lumière des structures endocrines retrocérébrales. Premier symposium International de Zoofilogenia, Salamance : 333-349.

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

**Chemam A. et Djoudi S., 1989-** Etude des infiltrations par des méthodes numériques appliquées au barrage de la fontaine des gazelles. Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention d'un diplôme d'ingénieur d'état, institut national d'enseignement supérieur d'hydraulique, Biskra. 92 p.

**Christian C., 1996-**A la conquête du monde. <http://www.cndp.fr>

**Cote M., 1998-** Les étages bioclimatiques des régions de l'est algérien. *Revue Rhumel, IST*, N°6, université de Constantine. 57-71.

**Daget J., 1976-** Les modèles mathématiques en écologie. Coll. D'écologie.Ed.Masson. New York. 170p

**Daget J., 1979-** Les méthodes mathématiques en écologie. Ed. Masson, Coll.n°8, Paris, 172p.

**Dajoz R., 1975-** Précis d'écologie. Edition Donod, Paris, 505p.

**Dajoz R., 1980-** Ecologie des insectes forestiers. Edition.Gauthier-Villars, Paris, 489p.

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

**Deharveng et Lek, 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. 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.

**Deharveng, L., 2004-** Recent advances in Collembola systematics. 6th International Seminar on Apterygota, Siena, Italy, 2002, *Pedobiologia*, 48: 415-433.

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

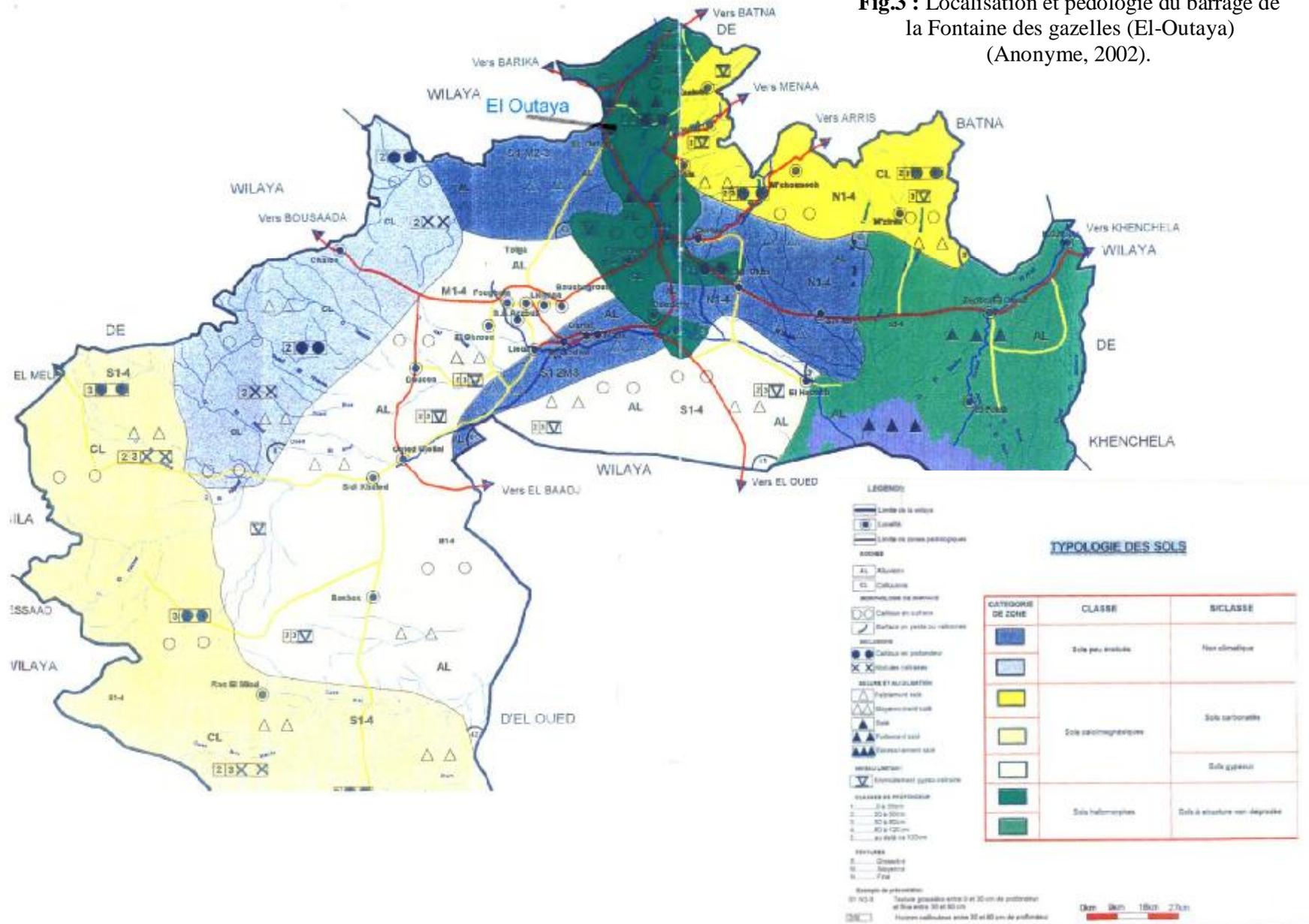
- Di Castri F. & Astidillo V., 1966-** Análisis de algunas causas abióticas de variación en la densidad de la fauna del suelo.  
In *Progrssos en Biología del Suelo. Actas del I Coloquio Latinamericano de Biología del Suelo. Monogr. I. Unesco Montevideo*, 371-377.
- Djouadi H. et Khorief N., 2000-** Diagnostic et reconstitution de la réserve biologique (Djebel Ouahch) dans la région de Constantine. Mémoire d'Ingénieur d'état en Ecologie : option gestion des ressources forestières (Systèmes forestiers). Université Mentouri, Constantine, 144 p.
- Fjellberg, A., 1989-** Redescription of *Mackenziella psocoides* Hammer, 1953 and discussion of its systematic position (Collembola, Mackenziellidae). 93-105.
- Frontier S., 1983-** Stratégie d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris, 494p.
- Gers C. et Deharveng L., 1985-** Collemboles de l'Oukaimeden (Haut-Atlas de Marrakech, Maroc). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 121: 51-61.
- Gisin H., 1960-** Collembolenfauna Europeas. *Genève* : 1-312.
- Hamra-Kroua S., 2005-** Les Collemboles (Hexapoda, Arthropoda) du Nord-Est algérien : taonomie, biogéographie et écologie. Thèse de doctorat d'état es sciences naturelles, université Mentouri, Constantine. 266 p.
- Hermann G., 1960-** Faune des Colemboles d'Europe. Museum d'Histoire Naturelle, Geneva, Switzerland. 239 p.
- Holmstrup M., Sjursen H., Ravn H., & Bayley M., 2001-** Dehydration tolerance and water vapour absorption in two species of soil-dwelling Collembola by accumulation of sugars and polyols. *Functional - Ecology*, 15 (5): 647-653.
- Hopkin S. P., 1997-** Biology of the Springtails (Insecta: Collembola). Oxford University Press. 1997. 1-330.
- Jagers Op Akkerhuis G.A.J.M., De Ley F., Zwetsloot H.J.C., Ponge J.-F. & Brussaard I., 1988-** Soil microarthropods (Acari and Collembola) in two crop rotations on a heavy marine clay soil. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 25: 175-202.
- Jordana R. et Arbea J.I., 1989-** Clave de identificaci'on 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.
- Le jeune A., 1990-** Ecologie alimentaire de loutre (*Hydrictis macubicollis*) au lac Muhazi, Rawanda. *Mammalia*, T.54, (1) : 33-45.
- Lubbock, J. 1873-** Monograph of the Collembola and Thysanura. Ray Society. London. 1-276.

- Massoud Z., 1971-** Contribution à la connaissance morphologique et systématique des Collemboles Neelidae. *Revue Ecol. Biol. Sol.* 8:195-198.
- Massoud Z., 1976-** Essai de synthèse sur la phylogénie des Collemboles. *Revue Ecol. Biol. Sol.* 13:241-252.
- Massoud Z., Betsch J.-M. et Thibaud J.-M., 1984-** Expérience de piétinement contrôlé du sol d'une forêt périurbaine : effets sur le peuplement de Collemboles. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 21 (4) : 507-518.
- Mutin G., 1977-** La Mitidja, décolonisation et aspect géographique. Ed.O.P.U.,Alget, 606p.
- Nicolet, H., 1842-** Recherches pour Servir à l'Histoire des Podurelles. *Nouv. Mém. Soc. Helvet. Sci. Nat.*, 6, p.1-88.
- Palissa, A. in Schwoerbel, J. et Zwick, P., 2000-** Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Band 10: Insecta. Collembola., Spektrum, Akad. Verlag, p.1-166.
- Pesson P., 1971-** La vie dans les sols, aspects nouveaux, études expérimentales. Ed. Authier-Villard, 472 p.
- Raccaud-Schoeller J., 1980-** Les insectes physiologie et développement. Edition Masson, Paris, 295 p.
- Ramade F., 1984-**Eléments d'écologie- écologie fondamentale. Edition MC. Graw-Hill, Paris, 576p.
- Simpson E. H., 1949-**Measurement of diversity. *Nature*, 163-688.
- Soto-Adames Felipe N., 1996-** Collembola. Department d'Entomologie, Université de Illinois, 505 S. Googwin Ave. Urbana, Il 61801.  
<http://www.life.uiuc.edu>
- Southwood T.R.E., 1978-** Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Ed. Chapman et Hall, 2<sup>e</sup> édition. 524 p.
- Stomp N., 1974-** Collemboles cavernicoles d'Afrique du Nord. I. (Insecta).*Annls. Spéléol.* 29 (1) : 109-120.
- 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.
- 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.

**Tuxen S.L., 1968-** The systematic position of Entognathous Apterygotes. Anales de la Escuela Nacional de ciencias Biológicas. Mexico. 17 : 65-79.

**Weesie P. et Belemsobgo V., 1997-** Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga. Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. Alouda, 65 (3) : 263-278.

**Fig.3 :** Localisation et pédologie du barrage de la Fontaine des gazelles (El-Outaya) (Anonyme, 2002).



# SOMMAIRE

Introduction.....	1
-------------------	---

## Chapitre 1: Données bibliographiques générales.

1.1-Position systématique des Collemboles .....	3
1.2-Morphologie .....	5
1.2.1-Morphologie externe.....	5
1.2.1.1-Tête.....	6
1.2.1.2-Thorax.....	6
1.2.1.3-Abdomen.....	6
1.2.2-Anatomie.....	7
1.2.2.1- Le tégument .....	7
1.2.2.2-Système nerveux.....	8
1.2.2.3-Appareil digestif.....	8
1.2.2.4-Système respiratoire.....	8
1.2.2.5-Système circulatoire.....	9
1.2.2.6-Système musculaire.....	9
1.2.2.7-Système excrétoire.....	9
1.3-Reproduction.....	9
1.3.1-L'appareil génital des femelles.....	9
1.3.2-L'appareil génital des mâles.....	10
1.3.3-La fécondation.....	10
1.3.3.4-Développement embryonnaire.....	11
1.3.3.5-Développement post-embryonnaire.....	11
1.4-Ecologie des Collemboles.....	12
1.4.1-Milieus et habitats.....	12
1.4.2-Adaptation .....	12
1.4.2.1-Adaptation morphologique.....	12
1.4.2.2-Adaptation physiologique aux milieux extrêmes.....	13
1.4.2.2.1-Adaptation au froid.....	13
1.4.2.2.2-Adaptation à la dessiccation.....	13
1.4.2.2.3-Adaptation à l'inondation.....	13
1.4.2.2.4-Adaptation aux milieux halophiles.....	14
1.4.2.3- Adaptations mixtes.....	14
1.4.2.3.1-Ecomorphose.....	14
1.4.2.3.2-Cyclomorphose.....	14
1.4.3-Régime alimentaire.....	15
1.5- Répartition des Collemboles dans le monde.....	15
1.6- Données actuelles sur les Collemboles d'Algérie.....	15
1.6.1- Liste des Collemboles connus d'Algérie (1846-1980).....	15
1.6.2- Liste des Collemboles nouvellement signalés en Algérie et ..... en Afrique du nord	21

## Chapitre 2: Présentation des stations d'étude

2.1- Situation et caractéristiques des stations d'étude.....	25
2.1.1- La station de Biskra.....	25
2.1.1.1- Situation géographique.....	25
2.1.1.2- Caractéristiques géologiques.....	25
2.1.1.3- Caractéristiques pédologiques.....	27
2.1.1.4- Le couvert végétal.....	27
2.1.1.5- Caractéristiques climatiques.....	27
a- Température.....	27
b- Pluviométrie.....	29
2.1.2- Le chott de Tinsilt.....	30
2.1.2.1- Situation géographique.....	30
2.1.2.2- Caractéristiques géologiques.....	30
2.1.2.3- Caractéristiques pédologiques.....	30
2.1.2.4- Couvert végétal.....	32
2.1.2.5- Caractéristiques climatiques.....	32
a- Température.....	32
b- Pluviométrie.....	33
2.1.3- Le massif de l'Edough.....	34
2.1.3.1- Situation géographique.....	34
2.1.3.2- Caractéristiques géologiques.....	34
2.1.3.3- Couvert végétal.....	36
2.1.3.4- Caractéristiques climatiques.....	37
a- Température.....	37
b- Pluviométrie.....	37
2.2- Synthèse bioclimatique.....	38
2.2.1- Climagramme pluviométrique d'Emberger.....	38
2.2.2- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	40
2.2.2.1- La station de Biskra.....	40
2.2.2.2- Le chott de Tinsilt.....	41
2.2.2.3- Le massif de l'Edough.....	41

## Chapitre 3 : Matériels et méthodes

3.1- Choix des stations d'étude.....	44
3.2- Méthodes de travail.....	44
3.2.1- Echantillonnage.....	44
3.2.2- Extraction des Collembole.....	45
3.2.3- Tri et dénombrement.....	47
3.2.4- Conservation et identification.....	47

## Chapitre 4 : Résultats obtenus

4.1- Etude faunistique .....	49
4.1.1- Composition faunistique par station d'étude.....	49
a- Ordre des PODUROMORPHA .....	50
b- Ordre des ENTOMOBRYOMORPHA.....	51
C- Ordre des Symphypleona.....	51
d. Ordre des Neelipleona.....	52
4.1.2- Statut et biogéographie des espèces de Collemboles récoltés.....	52
4.1.2.1- Statut des espèces.....	55
4.1.2.2- Distribution biogéographique.....	55
4.2-Etude écologique.....	57
4.2.1- Structure du peuplement de Collemboles.....	57
4.2.1.1- Richesse spécifique.....	57
4.2.1.2- Diversité spécifique du peuplement de Collemboles.....	58
4.2.1.3- Equitabilité .....	58
4.2.1.4- Dominance.....	59
4.2.1.5-Abondance des Collemboles récoltés.....	60
4.2.1.5.1- Abondances mensuelles des Collemboles par station d'étude...	60
a- Barrage de la Fontaine des gazelles.....	60
b- Chott Tinsilt.....	61
c- Massif Edough.....	62
4.2.1.5.2- Abondance des espèces de Collemboles par station d'étude.....	63
a- Barrage de la Fontaine des gazelles (Biskra).....	63
b- Chott Tinsilt.....	65
c- Massif l'Edough.....	66
4.2.2- Facteurs du milieu et leur Impact sur l'abondance de Collemboles...	68
4.2.2.1- Température.....	68
4.2.2.2- Teneur en eau.....	70
4.2.2.3- Effet des facteurs édaphiques sur l'abondance de Collemboles.....	72

## Chapitre 5 : Discussion et conclusion

Discussion et conclusion.....	76
Conclusion générale.....	82
Bibliographie.....	85
Annexe.....	91
Résumé.....	99
Sammary.....	100
الملخص.....	101