REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE ET VEGETALE

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques

Spécialité : Protection de l'environnement

La pollution des milieux et son impact sur une espèce de rongeurs *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus ,1758) au niveau de l'ITMA et BOUDJIMA .

Réalisé par :

Melle **KASSA** Souhila

Melle **OUMENKHACHE** Dihya

Présenté devant le jury :

Présidente **: Mme SADOUDI-ALI AHMED D.**	Professeur à UMMTO
Promotrice : **Mme El HOMSI-KHAMMES N.**	Maître de Conférences « A » UMMTO
Examinatrice : **Mme AOUAR-SADLI M.**	Maître de Conférences « A » UMMTO
Examinateur : **Mr OUDAHMANE M.**	Maître assistant « A » UMMTO

2016/2017

Remerciements

Nous tenons à remercier notre promotrice **Mme KHAMMES- EL HOMSI N** qui nous a fait profiter de son expérience tout au long de se projet.

Nous remercions **Mme ALI AHMED-SADOUDI D** professeur a l'UMMTO qui nous a fait l'honneur d'etre présidente du jury de notre mémoire.

Toute notre gratitude s'exprime aux membres du jury, **Mme AOUAR M** Maitre de conférence classe A, et **M^{r} OUDAHMANE** M Maitre assistant A qui nous ont fait l'honneur d'accepter d'examiner se modeste travail qu'ils trouvent ici l'expression de nos sincères remerciement.

Dédicaces

Je dédie se mémoire

A mes très chers parents pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements que dieu les garde et les protège ;

A mon frère Rezak pour son soutien très unique merci frérot ; A mes meilleurs Kahina, Khaled, Souhila, Houria, Nassima, Houssem je vous adore merci d'etre la pour moi à tout moment **<3** ;

A mes grands parents ainsi qu'à la mémoire de ma défunte grand-mère que dieu lui accorde la miséricorde ;

A tous mes oncles et tentes a tous mes cousins et mes cousines ;

A mes amis Bedra, Kamel, , Nabil, Sonia, merci pour votre aide précieuse.

Il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma profonde gratitude à touts les agents de sécurité du département biologie pour la tolérance et la compréhension dont ils ont fait part à notre égard en nous permettant d'accéder et sortir du département à des heures tardives de nous avoir soutenues afin de mener au mieux nos recherches.

DYHIA

Je dédie mon travail à

Mes très chers parents qui m'ont encouragés et aider à réussir, que le bon dieu les garde et les protège.

A mon frère Sofiane et sa femme, et mes deux sœurs Kahina et son mari Ahmed et Sarah, à mes petites nièces que j'adore beaucoup et à toute ma famille.

A tous mes amis(es) en particulier Daya, Houria, Kahina, Nassima, Katia, Khaled, Sissi.

A la personne qui m'a beaucoup soutenu et que je respecte et j'estime beaucoup Moussa et ses parents.

SOUHILA

Liste des figures

Figure 01 : Muot sylvestre capturé au niveau de la station Boudjima (photo originale, 2017).

Figure 02 : Mulot sylvestre dans son milieu naturel (Shou - Biopix).

Figure 03 : Photo aérienne de la station ITMA, Boukhalfa (Google Earth, 2017).

Figure 04 : Localisation de la station village Boudjima (Google Earth, 2017).

Figure 05 : Mulot sylvestre capturé à l'aide d'une tapette au niveau de l'ITMA (Photo originale, 2017).

Figure 06 : Mulot sylvestre capturé au niveau de la station ITMA (Photo originale, 2017).

Figure 07 : Mulot sylvestre capturé au niveau de la station de Boudjima (Photo originale, 2017).

Figure 08 : Mensurations morphométriques prises sur les rongeurs (BERGERE, 2003).

Figure 09 : Séparation du tractus gastro-intestinal lors de la dissection (Photo: Herbreteau 2014).

Figure 10 : Preparation des cranes pour les meusures (Photo originale, 2017).

Figure 11 : Variables crâniennes mandibulaires et dentaires étudiées (Khammes, 2008).

Figure 12 : Table de stade d'usures des molaires du Mulot Sylvestre, d'une demi-mâchoire supérieur (PALOMO et al., 1983).

Figure 13: Ponction veineuse (Herbreteau, 2014).

Figure 14: Beckman coulter Médonic (Photo originale, 2017*).*

Figure 15: Tubes EDTA utilisés pour l'hématologie (Photo originale, 2017*).*

Figure 16 : Représentation des captures au niveau de la station Boudjima.

Figure 17 : Représentation des captures au niveau de la station ITMA.

Figure 18 : Pourcentages des mâles et de femelles du mulot capturés dans les deux stations.

Figure 19 : Distribution des individus en fonction des classes d'âge au niveau des stations de l'ITMA et Boudjima.

Figure 20 : Asymétrie fluctuante (FA1 = moyenne |D-G| et FA2== moyenne [‖R-L‖/ ((R+L/2)], pour le Mulot sylvestre dans deux stations ; ITMA et Boudjima.

Figure 21 : Variation de la taille corporelle (longueur de la tête+corps) et des l'indices d'asymétrie fluctuante FA1 et FA2 des différentes variables crâno-mandibulaires du Mulot sylvestre dans les deux stations.

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification des polluants (RAMADE 1978).

Tableau 02 : Volumes de prélèvement (VAN HERCK *et al,* 1992).

Tableau 03 : Température moyennes mensuelles de Tizi-Ouzou (1989-2016).

Tableau 04 : Moyennes mensuelles des précipitations de Tizi-Ouzou (1995-2015).

Tableau 05 : Résultats des captures de la station Boudjima**.**

Tableau 06: Résultats des captures de la station ITMA.

Tableau 07 : Nombre de mâles et de femelles du mulot sylvestre capturé dans les deux stations.

Tableau08 : Représentation des différentes classes d'âge des individus capturés au niveau des deux stations.

Tableau 09 : Données biométriques du mulot sylvestre à l'ITMA et à Boudjima.

Tableau 10 : Représentation des résultats hématologiques.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction Générale 1

Chapitre I : Synthèse bibliographiques

Partie I : Généralités sur les Rongeurs

1. Classification 3
2. Description 3
3. Trait de vie 4
4. Présentation de l'espèce *Apodemus sylvaticus* 4
   - 4.1 Systématique 4
   - 4.2 Description morphologique 5
   - 4.3 Mensurations corporelles 5
   - 4.4 Habitat 6
   - 4.5 Biologie 6
     - 4.5.1 Reproduction 6
     - 4.5.2 Répartition 7
       a) Dans le monde 7
       b) En Afrique du nord 7
       c) En Algérie 7
     - 4.5.3 Abondance et longévité 8
     - 4.5.4 Régime alimentaire 8

Partie II : La pollution et son impact sur l'écosystème

1. Définition 9
2. Classification des différents polluants 9
   - 2.1 Pollution agricole 10
3. Impacts de la pollution sur les êtres vivants 10
   - 3.1 Impacts de la pollution sur les mammifères 11
   - 3.2 Impacts de la pollution sur la santé humaine 11
   - 3.3 Impacts de la pollution sur les Rongeurs 12
     - 3.3.1- Instabilité de développement 13
       a) Asymétrie fluctuante 13
       b) Mesure d'erreur 13
       c) Indices de Palmer 14
     - 3.3.2 Perturbations Hématologiques 14

Sommaire

Chapitre II : Matériel et méthodes

I. Présentation des deux stations d'échantillonnage 16

1. Station ITMA (Institut De Technologie Moyen Agricole Boukhalfa) ... 16

1.1 Situation géographique 16

1.2 Climat 17

1.3 Températures et pluviométrie 17

1.4 Végétation 18

1.5 Faune 18

2. Station Boudjima 19

2.1 Situation géographique 19

2.2 Climat 19

2.3 Températures et pluviométrie 20

2.4 Végétation 20

2.5 Faune 20

II. Méthodologie de travail 20

1. Techniques d'échantillonnage 20

2. Matériel de piégeage utilisé sur le terrain 21

a) Tapettes 21
b) Les cages ou boite grillagée 22
c) Les pièges collants 22

3. Examens effectués 23

a) Mensurations corporelles 23
b) Identification du sexe 24

4. Dissection 24

a) Matériel de dissection 24
b) Protocole 24

5. Mensurations crâniennes 25

Sommaire

a) Préparation des crânes 25
b) Détermination de l'âge 28
6. Analyse hématologique 29
7. Traitement statistiques des données 31

Chapitre III : Résultats et Discussion

I- Résultats..... 33
1. Résultats des piégeages 33
2. Le Sex-ratio 35
3. Classes d'âges du Mulot sylvestre au niveau de Boudjima et ITMA..... 36
4 .Mensurations corporelles..... 37
II- Indices d'asymétrie 38
III- Variation de la taille corporelle (T+C) et des indices d'asymétrie
FA1 et FA2 43
IV- Paramètres hématologiques 44
Conclusion……..……..…48
Références bibliographique

Introduction Générale

Introduction générale

La contamination générale de l'environnement par les produits chimiques générés par l'homme est devenue une évidence au cours de ces dernières années. Tous ces polluants sont considérés comme dangereux. Le rôle de l'écotoxicologie est de localiser les milieux et les zones pollués (air, sol, eau, plantes), d'identifier les polluants présents et d'évaluer le risque qu'ils font courir à la santé de l'homme et des autres organismes vivants (HOFFMAN et al, 1995).

Pour répondre aux multiples questions concernant le devenir et les effets des polluants au sein des écosystèmes, de nombreux modèles biologiques sont utilisés. En tant que vertébrés, les rongeurs sont considérés comme des animaux sentinelles qui peuvent contribuer à l'évaluation du degré de pollution et ont un métabolisme proche de celui des humains (RATTNER, 2009).

Parmi les rongeurs utilisés en Ecotoxicologie, de nombreuses études menées en Europe ces dernières décennies ont utilisé le mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus* comme modèle biologique. Cette utilisation massive du mulot en tant que bio-indicateur s'explique par le fait qu'il soit largement répandu en Europe, omnivore et abondant dans la nature (ROGERS et GORMAN, 1995), mais également grâce à la sensibilité qu'il présente face aux perturbations anthropiques telles que la pollution (ROGIVAL et al, 2006, SANCHEZ-CHARDI et *al*. 2007).

Le mulot représente un taxon qui réagit aux perturbations anthropiques et qui est impliqué dans la transmission de certaines zoonoses à l'homme.

En Algérie, les principales études ont été réalisées sur la biologie et l'écologie du mulot sylvestre (KOWALSKI, 1985, HAMDINE et POITEVIN, 1994 ; KHIDAS, 1998, KHAMMES 2008).

Le mulot sylvestre est l'espèce la plus commune et la plus ubiquiste, abondante surtout en forêt et en maquis. De par son abondance et ses caractéristiques biologiques et écologiques, le mulot sylvestre est le modèle biologique retenu dans le présent travail. Les travaux sur la pollution des écosystèmes sont très rares en Algérie.

La présente étude a pour objectif d'évaluer quelques effets de la pollution sur les populations de mulots dans deux stations de Kabylie.

Introduction générale

Pour ce faire, nous avons travaillé dans deux stations d'échantillonnages. La première station se trouve à Boukhalfa (ITMA) qui est un institut agricole soumis à des actions anthropiques ainsi qu'a différents traitements phytosanitaires et la deuxième station est localisée à Boudjima qui est un maquis dépourvu de toute action humaine.

Notre étude comprend trois chapitres. Après une introduction, le premier chapitre sera consacré à une synthèse bibliographique composée d'une partie qui aborde les généralités sur les rongeurs et la biologie et l'écologie du Mulot sylvestre et d'une seconde partie qui portera sur la pollution et son impact sur les écosystèmes. Ensuite le second chapitre comportera la description des deux stations d'étude et le matériel et méthodes utilisés sur le terrain et au laboratoire. Le troisième chapitre sera consacré aux résultats et discussion avec une comparaison des résultats à ceux obtenus par d'autres auteurs sur la même thématique. Enfin, nous donnerons une conclusion et des perspectives.

Chapitre I

Synthèse Bibliographiques

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Partie 1 : Généralités sur les rongeurs

Les rongeurs ont une distribution géographique qui couvre le monde entier. Cet ordre est connu comme étant le plus diversifié, si on tient compte des caractéristiques morphologiques, des aptitudes physiques ainsi que des différents milieux qu'occupent ces animaux (MUSSER & CARLETON, 2005).

1- Classification

MUSSER & CARLETON (2005) dénombrent 2277 espèces de Rongeurs, soit 42% des 5416 espèces de Mammifères actuellement recensés. Cette diversité est très mal repartie entre la trentaine de familles reconnues. Dix familles sont mono génériques alors que trois familles comptent 68.6% des genres et 74.2 % des espèces.

Parmi celles-ci les Muridés sont repartis en 150 genres et 730 espèces, soit prés du tiers des espèces de rongeurs (MUSSER & CARLETON, 2005).

2- Description

La plupart des rongeurs sont petits, quelques dizaines à centaines de grammes, se sont des animaux caractérisés par leur dentition. Ils ne possèdent qu'une seule paire d'incisives à croissance continue compensée par une usure constante de la surface occlusale.

Les rongeurs ne possèdent pas de canines, sont caractérisés par un long diastème qui sépare les incisives des dents jugales (NOWAK 1991).

Outre leur dentition les rongeurs, se distinguent des autres mammifères par une partie postérieure bien développée due à l'importance de la masse viscérale. Ils ont en effet un tube digestif particulièrement long (NOWAK 1991).

Les Muridés qui sont petits à de rares exceptions prés, ont une vitesse de reproduction élevée avec un bon nombre de portée toujours supérieur à une par an, et un âge de maturité sexuelle qui n'atteint 12 mois que lorsque le milieu présente une contrainte saisonnière très forte comme en milieu arctique (FONS *et al*. 1997).

3- **Traits de vie**

La caractéristique frappante des rongeurs est leur diversité, les rongeurs sont presque mondialement distribués et leurs habitats sont nombreux et variés. Certains Rongeurs sont spécialisés dans une vie souterraine, beaucoup sont terrestres et d'autres sont arboricoles (NOWAK 1991).

4- Présentation de l'espèce *Apodemus sylvaticus*

Le genre *Apodemus* regroupe les Muridés dominants de la région paléarctique. Il est formé de vingt espèces (MUSSER & CARLETON 2005). Il est représenté en Afrique du nord et particulièrement en Algérie par une seule espèce *Apodemus sylvaticus* Linnaeus, 1758.

Selon SAINT GIRONS 1972, le premier auteur qui mentionna le Mulot en Afrique du nord est POIRET(1789) ensuite plus tard WATERHOUSE (1837, in SAINT GIRONS 1972) Décrit *Mus hayi* (*Apodemus sylvaticus*) du Maroc. POMEL (1856, in SAINTGIRONS ,1972) nomme *Mus algirus (Apodemus sylvaticus hayi*) parmi les rongeurs récoltés dans la région d'Oran (ALGERIE).

4-1-Systématique du Mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus Linnaeus, 1758*

La systématique du mulot est comme suit :

Embranchement : Vertébrés

Classe : Mammifère

Ordre : Rongeurs

Famille : Muridés

Genre *:* Apodemus

Espèce : *Apodemus sylvaticus* Linnaeus, 1758

Nom commun : Mulot sylvestre

4-2-Description morphologique

Le Mulot sylvestre a un corps allongé, une queue aussi longue que le corps, de grandes oreilles bien dégagées de la fourrure et de grands yeux saillants et globuleux.

Les membres postérieurs sont plus développés que les antérieurs, ce qui conduit le mulot à se déplacer assez souvent par bonds. Il ressemble à la Souris grise *(Mus musculus)* mais s'en distingue par une plus grande taille, un pelage plus clair (dessus gris brun nuancé de jaune, la gorge et le ventre sont gris blancs avec parfois une tache rousse sur la poitrine), et par le fait que le fourreau de la queue se détache facilement lorsque l'on tire dessus. La femelle possède 6 mamelles (PETTER & SAINT GIRONS 1965).

4-3-Mensurations corporelles

Le mulot sylvestre est un petit rongeur dont le poids minimum est de 18 gr et maximum 30gr dont la longueur de la tête et du corps varie entre 7,5 – 11 cm et la longueur de la queue est entre 7 et 10 cm (HAFFNER & SAVOURE SOUBELET, 2015).

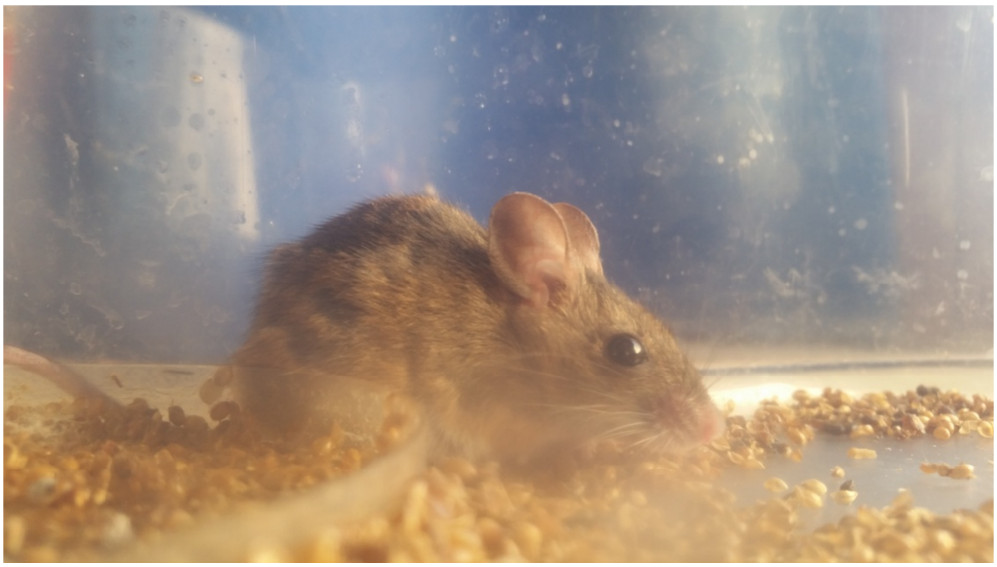


Fig 01 : Muot sylvestre capturé au niveau de la station Boudjima
(photo originale, 2017)

4-4 Habitat

Le mulot fréquente des milieux variés (forêt de feuillus, maquis, haies, champs, parcs et jardins). En hiver, il peut se réfugier dans les étages inférieurs des bâtiments, des habitations et dans les caves (HAFFNER & SAVOURE SOUBELET 2015). Le Mulot sylvestre fréquente tous les biotopes qui ne sont pas totalement dépourvus de végétation herbacée parsemée de buissons. Il est aussi présent dans les forêts feuillues à sous-bois dense que dans les champs de céréales sur pied, les prairies ou les talus plantés du bocage (LE LOUARN & QUERE 2003).

4-5-Biologie

Le mulot sylvestre a une activité crépusculaire et nocturne. Il se déplace souvent par bonds, court vite et grimpe. En général, le mulot creuse un terrier peu profond, mais peut aussi s'installer dans les cavités existantes: trou, nichoir (HAFFNER & SAVOURE SOUBELET 2015).

Fig02 : Mulot sylvestre dans son milieu naturel.
(Shou ,2011)

4-6-Reproduction :

Le mulot sylvestre peut se reproduire toute l'année, mais en général la femelle se limite à 3 ou 4 portées annuelles de 4 à 7 petits (durée de gestation de 3semaines).
Il est actif toute l'année (HAFFNER & SAVOURE SOUBELET 2015).

4-7-Répartition :

Le mulot sylvestre compte parmi les rongeurs les plus largement répandus puisqu'il occupe tous les étages biogéographiques. C'est un mauvais indicateur biogéographique puisqu'il est présent dans pratiquement tous les milieux situés à des altitudes allant du niveau de la mer jusqu'à 2000m (FONS *et al*.1980).

a / Dans le monde :

La répartition géographique d'*Apodemus sylvaticus* s'étend sur l'ensemble de l'Europe excepté en Scandinavie, en Finlande nordique, et en montagne d'Altaï et d'Himalaya. Il a été également retrouvé en Afrique du nord, dans quelques parties de l'Asie centrale, et dans les îles britanniques (NOWAK, 1991).

b / En Afrique du nord :

Il est assez répandu au Maghreb (KOWALSKI, 1985 ; AULAGNIER & THEVENOT, 1985). Au Maroc, sa distribution va des côtes marines jusqu'au haut de l'atlas (AULAGNIER &THEVENOT, 1986). En Tunisie, il n'existe que dans le nord et l'ouest du pays BERNARD 1969, en Libye et en Egypte l'espèce est absente (SAINT GIRONS, 1972 ; ORSINI, 1981). Il semble donc que ce soit bien le caractère de plus en plus désertique du biotope qui arrête son expansion au sud comme à l'est.

c/ En Algérie :

L'espèce a été capturée dans plusieurs localités du littoral jusqu'à la limite de l'atlas saharien (KOWALSKI & RZEBIK- KOWALSKA 1991). KHIDAS (1998) et KHAMMES, (2008) ont rapporté que le mulot vit exclusivement en forêt, en maquis et en haute montagne

comme les montagnes du Djurdjura, et il occupe les étages bioclimatiques humide, subhumide, voire semi-aride.

4-8-Abondance et longévité :

L'abondance de cet animal augmente dans les formations herbacées, faiblement ligneuses et ouvertes aux formations ligneuses complexes; Ce fait a été particulièrement constaté par FONS *et al.* 1980; cet auteur observe aussi que les densités du mulot s'accroissent à mesure que la couverture végétale se reconstitue et par suite de la fermeture progressive du milieu. Sa longévité est estimée de 2 à 4 ans (HAFFNER & SAVOURE SOUBELET 2015).

4-9-Régime alimentaire :

Le mulot est granivore voire omnivore, à l'occasion carnivore. Il se nourrit de céréales, graines, glands, noisettes, noix, pommes de pin, fruits et baies, et également d'insectes, vers, escargots. Il emmagasine de la nourriture dans ses galeries (HAFFNER & SAVOURE SOUBELET 2015).

Partie 02 : La pollution et son impact sur l'écosystème

1- Définition

La pollution désigne l'ensemble des rejets des composés toxiques, mais aussi les substances qui sans être vraiment dangereuses exercent une influence perturbatrice sur l'environnement. C'est une modification du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous produit de l'activité humaine qui peut affecter directement ou indirectement le monde vivant (RAMADE, 1979).

L'écotoxicologie s'intéresse a l'étude des modalités de dispersion des agents polluants dans la biosphère et des mécanismes par lesquels s'effectue la contamination des divers écosystèmes, elle se propose aussi de mettre en évidence l'interaction des polluants avec les facteurs écologiques abiotiques et biotiques et de préciser leurs effets sur les êtres vivants au niveau de l'individu, de la population et de la communauté (RAMADE, 1979).

2- Classification des différents polluants

La diversité des polluants auquel l'écosystème est soumis à mener les chercheurs à classer ces derniers comme suit :

Tableau 01 : Classification des polluants (RAMADE 1978).

Nature des polluants	Atmosphère	Ecosystèmes		
		Continentaux	Limniques	Marins
1) Polluants physiques				
-Radiations ionisantes	+	+	+	+
-Pollution thermique			+	+
2) Polluants chimiques				
-Hydrocarbures et leurs produits de combustion	+	+	+	+
-Matières plastiques	+	+	+	+
-Pesticides		+	+	+
-Nitrates		+	+	+
-Phosphates		+	+	+
-Métaux lourds	+	+	+	+
-Fluorures	+	+		
-Aérosols	+	+		
3) Polluants biologiques				
-Matière organique morte			+	+
-Microorganismes pathogènes	+	+	+	+

2-1-Pollution agricole

Avec l'augmentation de la population, la consommation de produits agricole a augmenté et pour avoir un rendement plus important et de meilleure qualité, l'homme a recours aux produits phytosanitaires ou ce que l'on appelle pesticides (AUBERTO, 2005)

Le terme pesticide désigne généralement les substances actives, qui sont utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes vivants jugés indésirables ou nuisibles pour les plantes. Il s'agit par définition de produits toxiques d'origine chimique ou biologique (HOUZE, 2003). Les principales catégories de pesticides sont :

Les insecticides : sont des produits chimiques qui ont les propriétés de tuer l'insecte (REGNAULT, 2005) se sont principalement des organochlorés ; dérivés chlorés d'hydrocarbures cycliques ou aromatiques (VIALA, 2005).

Les fongicides : permettent de combattre les champignons phytopathogénes qui sont des eucaryotes susceptibles de provoquer des dégâts sur les plantes cultivés et sur les récoltes consommées par la microfaune dont les rongeurs (REGNAULT, 2005).

Les herbicides : sont des substances chimiques qui permettent d'éliminer les mauvaises herbes dénommées plantes adventices des cultures (RAMADE, 2005).

Les Acaricides : sont toxiques pour les acariens hématophages comme les araignées rouges. (RAMADE, 2005).

Les nématicides : elles ont un rôle de lutter contre les nématodes, phytoparasites (VIALA, 2004).

3-Impact de la pollution sur les êtres vivants

Les effets des pollutions peuvent se manifester au point de rejet ou apparaître seulement à une certaine distance après une dilution ou une hydrolyse de substances responsables. Ils peuvent être immédiats ou être différés si les substances sont assez stables pour persister et s'accumuler jusqu'à atteindre un taux critique à un point quelconque de la chaîne alimentaire (BULL ,1968).

L'influence des pollutions sur le milieu dépend de l'état physique et de la nature chimique des rejets aussi bien que de la topographie et de l'hydrologie locale (HOUETO et *al*, 1993).

Les effets des pesticides sur l'environnement comprennent essentiellement des effets sur les espèces non ciblées. 98% des insecticides pulvérisés sur les cultures et 95% des herbicides atteignent une destination autre que leurs cibles.

3-1-Impact de la pollution sur la santé humaine

Les pesticides posent un véritable problème de santé publique, et pas seulement pour les utilisateurs qui sont les plus exposés mais aussi pour la population générale.

Les intoxications aigues par les pesticides sont celles ou quelques heures après une exposition importante, des symptômes apparaissent rapidement. Les personnes les plus fréquemment victimes d'intoxication aigues par les pesticides sont les agriculteurs qui manipulent et appliquent ces pesticides sur les cultures

Selon l'OMS, il ya chaque année dans le monde 1 million de graves empoisonnement par les pesticides, avec quelques 220 000décés. Elle retient comme facteurs influant sur la toxicité des pesticides pour l'homme : la dose, les modalités de l'exposition, la nature des effets de la matière active et de ses métabolites, et enfin l'accumulation et la persistance du produit dans l'organisme (OMS 2012).

La pollution des milieux provoque à long terme des processus pathogènes comme le vieillissement cellulaire, le développement de cancers, l'abaissement des défenses immunitaires, des troubles de la reproduction ou du développement qui réduiraient l'espérance de vie d'une génération ou compromettraient les chances de la génération suivante, l'inhibition ou l'induction des systèmes enzymatiques (PEAKALL & SHUGART, 1993)

3-2-Impact de la pollution sur les Mammifères :

D'un point de vue ecotoxicologique, les paramètres environnementaux peuvent modifier l'exposition et donc l'accumulation et les effets des polluants sur la faune sauvage (SMITH et *al*, 2007).

Dans les milieux hétérogènes la durée, la fréquence et l'intensité des expositions peuvent varier spatialement car le temps passé par les animaux dans un milieu va varier avec l'occupation du sol (FRITCH, 2010). De plus en fonction des types de milieux dans lesquels ils se trouvent ; les animaux modifient leurs comportements, leurs mouvements ainsi que leurs régime alimentaire.

Plusieurs travaux ont démontré l'influence de la composition du milieu sur les relations entre contamination environnementale et contamination interne chez les animaux (WIJENHOVEN et *al* 2007 ; VAN DEN BRIK et *al* 2008 ; FRITCH et *al*, 2010).

Les mammifères peuvent aussi être touchés par la nourriture contaminée provoquant des perturbations et des différenciations sexuelles (ATMO, 2008).

Selon REGNAULT (2005), les pesticides comme de nombreux autres xénobiotiques sont à l' origine des troubles de la reproduction chez les mammifères.

3-3-Impact de la pollution sur les rongeurs

En plus des effets néfastes potentiels induits par la pollution, les animaux sauvages doivent faire face à de nombreux facteurs de stress naturels (parasitisme, fluctuation de la disponibilité des ressources alimentaires, prédation, compétition intra- ou interspécifique ou encore variations du climat). La faune est soumise à de multiples maladies dont l'origine peut être infectieuse (virale, bactérienne…) ou parasitaire (protozoaires, nématodes…).

Pour répondre aux multiples questions concernant le devenir et les effets des polluants au sein des écosystèmes, de nombreux modèles biologiques sont utilisés en écotoxicologie.

Un modèle d'étude et, plus précisément un bio-indicateur, est défini comme un dispositif destiné à collecter, systématiquement et régulièrement, des données sur des animaux exposés à la pollution environnementale. Ces données sont ensuite analysées pour identifier les dangers potentiels pour la santé de l'homme et de l'environnement.

En écotoxicologie, les modèles biologiques ont été choisis dans de nombreux taxons et, en écotoxicologie terrestre, les micromammifères sont largement utilisés. Ceci provient de leur utilisation massive en toxicologie humaine mais ce choix est également motivé par plusieurs autres facteurs (ROGIVAL et *al*, 2006).

En tant que vertébrés, les rongeurs ont un métabolisme proche de celui des humains. De plus, le choix des rongeurs dans de nombreuses études scientifiques est également motivé par des raisons financières et techniques.

Les rongeurs considérés comme animaux sentinelles peuvent contribuer à l'évaluation du degré de pollution.

3-3-1-Instabilité de développement

Suite à une exposition à des polluants chimiques de type pesticides ou autres, les animaux peuvent présenter une instabilité de développement au niveau squelettique (PARSONS ,1990). Pour estimer cette instabilité de développement, les chercheurs utilisent la technique de l'asymétrie fluctuante.

a- Asymétrie fluctuante

L'asymétrie fluctuante est définie comme étant des petites variations aléatoires par apport à la symétrie parfaite au niveau de la structure bilatérales produites par un génome. Ainsi les individus symétriques démontreraient une espérance de vie plus longue que ceux asymétriques (MONTEIRO et *al*, 2003).

Ces déviations aléatoires peuvent alors survenir à cause des variations individuelles dans l'habilité qu'a un individu de développer les deux côtés de son corps de façon identique suite à son exposition au stress environnemental tels que les différents types de pollution au quel est exposé l'organisme (PARSONS ,1990).

L'asymétrie survient parce que les perturbations affectent de façon indépendante le côté droit ou gauche d'une paire de structures bilatérales (PALMER ,1996).

b-Mesures d'erreurs

La mesure d'erreur est un problème gênant dans les études puisqu'il ne correspond pas à la définition de l'asymétrie fluctuante, sinon la valeur qui est comparée entre les échantillons est une mesure de la variation entre les deux côtés. Les erreurs de mesures peuvent artificiellement créer de l'asymétrie fluctuante où celle-ci est négligeable ou gonfler l'estimation de l'asymétrie fluctuante (PALMER, 1994).

c-Indices de palmer

Un certain nombre d'indices ont été proposés pour quantifier la composante fluctuante de l'asymétrie (PALMER & STROBECK 1986, PALMER 1994).

Les indices sont les descripteurs de la distribution en fréquence de ces valeurs, sous l'hypothèse que la distribution ne soit déterminée que par l'asymétrie fluctuante. Il existe plusieurs indices d'asymétrie fluctuante, mais leur application est limitée à des cas particuliers. Dans notre étude, deux de ces indices sont utilisés. Ceux sont les plus fréquemment employés dans les études d'instabilité de développement.

- **F A 1**, qualifie l'asymétrie fluctuante par la moyenne de la différence en valeur absolue des cotés droit et gauche : F A 1 = moyenne ‖R-L‖.

Lorsque la taille des caractères entre les individus d'un échantillon est significativement corrélée avec l'asymétrie, il est recommandé d'utiliser l'indice F A 2 :

-F A 2 = moyenne [|R-L| / ((R+L)/2)]

3-3-2-Perturbation hématologique

Les polluants s'accumulent dans les reins et le foie et peuvent causer de multiples perturbations. Lorsque les polluants traversent les divers mécanismes de défense de l'organisme, les paramètres physiologiques peuvent être modifiés (SANCHEZ-CHARDI et *al*. 2008; SCHEIRS et *al*. 2006).

L'analyse du sang, nous indique les différentes atteintes de l'animal du coté biochimique. Le nombre d'érythrocytes, les concentrations d'hématocrite et d'hémoglobine sont considérés comme des mesures de la capacité de transport d'oxygène du sang (TERSAGO et *al*., 2004) et le changement du nombre de leucocytes peut être interprété comme une résistance aux maladies (ROGIVAL et *al*, 2006).

Les prélèvements de sang sont nécessaires dans un grand nombre de procédures expérimentales. Les prélèvements de sang chez les gros animaux domestiques ne posent aucun problème car leurs vaisseaux sont d'accès facile et leur volume sanguin important.

Chez les petits animaux de laboratoire par contre les prélèvements de sang représentent une partie importante de la contrainte éprouvée pendant l'expérience. Cette information a pour but qu'aucune méthode jugée inadéquate du point de vue de la protection des animaux ne soit appliquée, et que les volumes prélevés ne soient pas trop importants, car les expériences qui causent aux animaux des douleurs, des maux ou des dommages, les mettent dans un état de grande anxiété ou peuvent perturber notablement leur état général (SMITH et *al* ,1988).

Chez les rongeurs le prélèvement sanguin permet d'estimer l'état général, une anémie, une déshydratation, etc. La quantité de sang prélevée est toujours faible, elle ne doit pas dépasser 10% du volume sanguin (Tab.02).

Peu d'études ont signalé les changements hématologiques chez les rongeurs (GORRIZ et *al*, 1996; NUNES et *al*, 2001). Bien que les réponses puissent être différentes en raison de nombreux facteurs biotiques tels que l'âge, le sexe ou l'origine génétique (BISER et *al*, 2004).

Tableau 02 : Volumes de prélèvements de sang (VAN HERCK *et al*, 1992).

Espèces	Poids corporel	Volume sanguin total	Volume du prélèvement
Rat	100g 200 g 300 g	5-7 ml 10-14ml 15-21ml	1ml 2ml 3ml
Souris	20 g 30 g	1,4-1,6ml 2,1-2,4ml	0,28ml 0,42ml

Chapitre II : Matériel et méthodes

I. Présentation des deux stations d'échantillonnage

1- Station ITMA (Institut De Technologie Moyen Agricole Boukhalfa)

1-1 Situation géographique

L'Institut de Technologie Moyen Agricole de Tizi-Ouzou a été fondé en 1975, il se trouve dans la localité de Boukhalfa à environ 270 m d'altitude. Il est localisé entre 36°44'05'' de latitude Nord et 4°01'40'' de longitude Est et situé à 5 Km au nord-ouest de la ville de Tizi-Ouzou.

L'institut est implanté sur une superficie de 33ha, il est délimité au nord par la route menant vers Tigzirt**,** au sud par l'exploitation agricole de SBAIHI, à l'est par la route reliant Boukhalfa à la ville de Tizi-Ouzou, et à l'ouest par la route reliant Boukhalfa à la ville de Draa Ben Khedda (RN12) (**figure 03).**

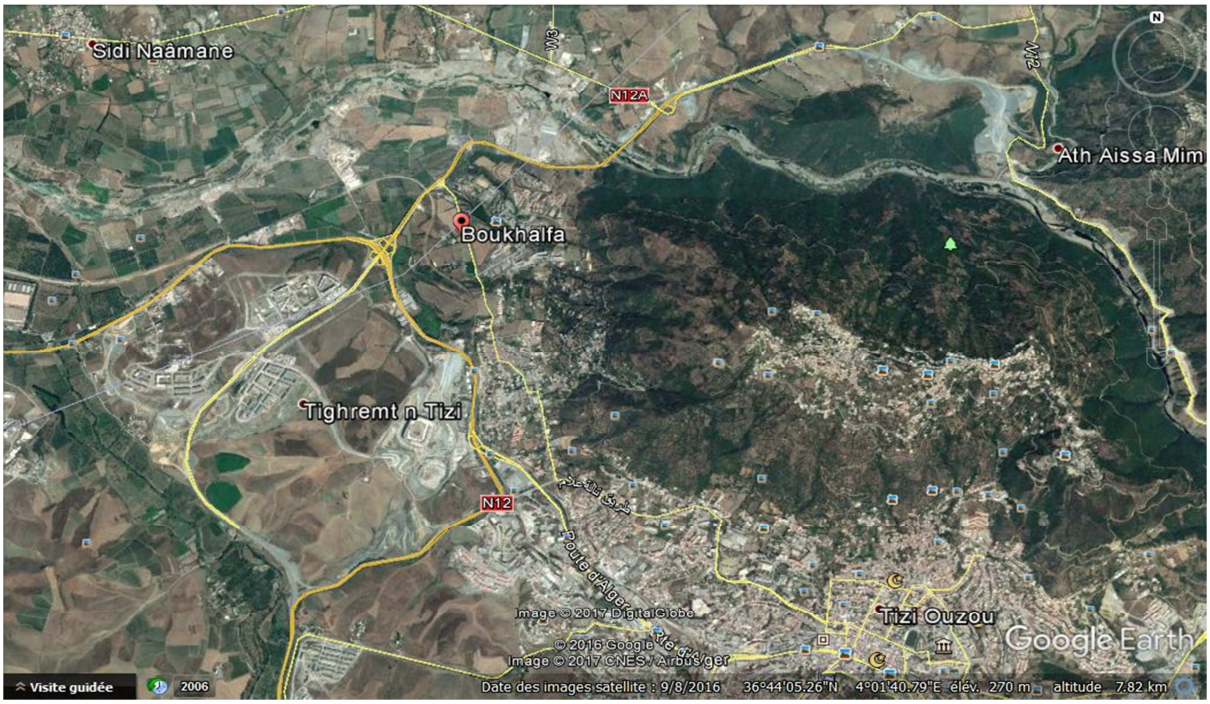


Fig. 03 : Photo aérienne de la station ITMA, Boukhalfa (Google Earth, 2017)

C'est une station agricole pédagogique, anthropisée et traitée par différents produits phytosanitaire au niveau des différentes cultures.

1-2 Climat

Le climat est un facteur de première importance dans l'étude de la dynamique des populations par l'influence de ses fluctuations journalières (AULAGNIER, 1992).

La station de Boukhalfa est caractérisée par un climat typiquement méditerranéen avec un hiver doux et humide et un été chaud et sec. Notre station est classée dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré.

1-3 Températures et pluviométrie

La température est le facteur climatique le plus important (DREUX, 1980).

Les températures moyennes mensuelles de la station d'étude sont enregistrées dans le **Tableau 03** ci-dessous.

En raison de l'absence de données météorologiques pour les deux stations, nous avons utilisé les données recueillies à la station météo de Tizi-Ouzou.

Tableau 03 : Températures moyennes mensuelles de Tizi-Ouzou (1989-2016).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
T Moy C°	9,9	9,8	13,1	17,3	21,4	24,7	29,7	28,8	24,4	20,2	14,9	12,2

La période la plus froide s'étale du mois de décembre jusqu'au mois de Février. La température la plus élevée atteint son maximum au mois de juillet.

Le tableau ci-dessous, présente les moyennes de la pluviométrie mensuelle de Tizi-Ouzou.

Tableau 04 : Moyennes mensuelles des précipitations de Tizi-Ouzou (1995-2016).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Moy (mm)	130,6	99,3	82,01	76,6	65,6	10,6	2,3	7,0	35,2	62,0	117,0	124,8

La période pluvieuse s'étale du mois de novembre jusqu'au mois d'avril. La pluviométrie atteint son maximum au mois de Janvier. L'été reste la saison la plus sèche avec un minimum de pluviométrie au mois de juillet**.**

1-4 Végétation

La physionomie de la végétation de ce milieu se compose d'une strate arborée, une strate arbustive et une strate herbacée. Pour caractériser cette station, des relevés phytosociologiques ont été réalisés. La strate arborée est constituée des espèces suivantes : *Eucalyptus camaldensis, Ceratonia silica, Cuprisus semperverns, Olea europea, Casuarina equisetifolia* et des arbres fruitiers tels que les agrumes. La strate arbustive est formée essentiellement de : *Arundo douax* et *Pistacia lentiscus*. Les principales espèces herbacées sont *: Urica carica, Docus carota et Inula viscosa.*

Comme notre station est un institut agricole, il regroupe plusieurs cultures en plein champs et sous serres *Allium cepa, Allium sativum, Hordeum vulgare, Cucurbita pepo,* Solanum lycopersicum, *Ficus carica,* et *Ceratonia siliqua.*

1-5 Faune :

Lors de nos différentes sessions de piégeages, quelques espèces d'oiseaux ont été piégées tels que le rouge gorge, le pigeon, l'étourneau. Nous avons observé aussi des amphibiens au niveau du lac de l'institut. Des élevages de bovins, d'ovins et de lapins sont présents dans la station étant donné que c'est un institut agricole.

II. Station Boudjima

2-1 Situation géographique

La commune de Boudjima est située à 21 km au nord-est de Tizi-Ouzou. Elle est délimitée à l'ouest par Makouda, au sud par Ouaguenoun, à l'est par Timizart, et au nord par la forêt de Mizrana.

Notre station d'étude est située plus au sud de Boudjima, proche d'Ouaguenoun. Elle se situe à 429 mètres d'altitude

Ces coordonnées géographiques se présentent comme suit : 36°48'18'' Nord et 4°10'38'' Est.

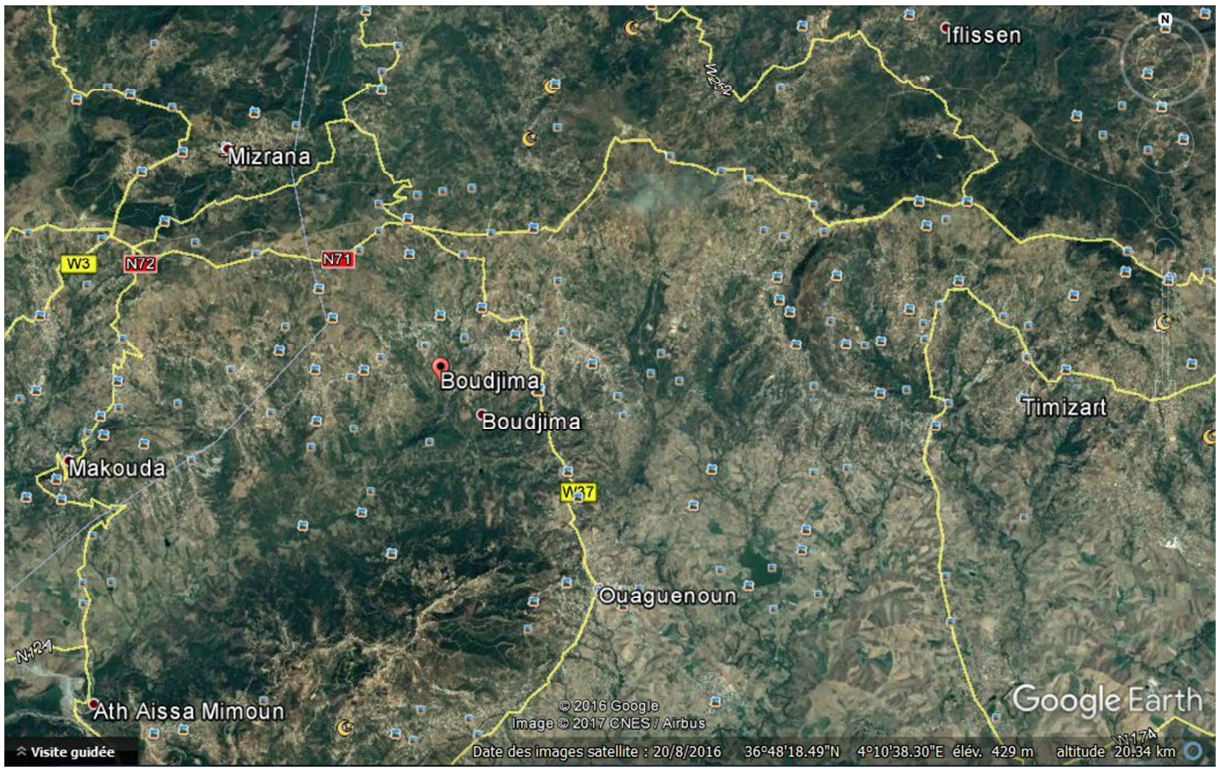


Fig. 04 : Localisation de la station village Boudjima (Google Earth, 2017).

C'est un maquis avec une formation végétale dense, avec quelques arbustes. La hauteur de la végétation est supérieure à 1m. Par ailleurs, on note la présence de rochers et de blocs où se forment des points d'eau en saison pluviale.

2-2 Climat

La commune de Boudjima est caractérisée par un climat typiquement méditerranéen avec un hiver doux et humide et un été chaud et sec.

2-3 Températures et pluviométrie

Les températures moyennes mensuelles de la station de Boudjima ainsi que les valeurs moyennes mensuelles des précipitations sont enregistrées dans le tableau (03) ci-dessus.

2-4 Végétation

La strate herbacée est la partie la plus dominante. Elle est composée principalement : *Centaurea napifolia, Malva sylvestris, Apiaceae sp., Emex spinosa, Poaceae sp., Borago officinallis, Galactite tomentosa*.

La strate buissonnante est composée essentiellement de : *Calycotume spinosa, Pistacia lentiscus, Rubus fruticosus, Arundo sp.et Genista tricuspidata.* La strate arborée est représentée par *Olea europaea***,** *Olea oleaster, Ficus carica, Fraxinus* excelsior.

2-5 Faune

Nous n'avons pas trouvé de bibliographie concernant la faune de la station de Boudjima. Néanmoins lors des sorties sur le terrain, nous avons capturé accidentellement, par nos pièges, quelques espèces animales telles que le rouge gorge, la fauvette mélanocéphale, le hérisson, la musaraigne.

III. Méthodologie de travail

1- Techniques d'échantillonnage

L'échantillonnage a été effectué de manière aléatoire mais en favorisant les endroits les plus fréquentés par les rongeurs (buissons, trous et terriers) afin de capturer le maximum d'individus. 25 pièges ont été posés dans chacune des stations à raison de 15 nuits par mois pour une durée de 4 mois allant de fin janvier jusqu'à la fin mai. Les pièges sont déposés en fin d'après midi au niveau des stations et visités le lendemain tôt la matinée.

2- Matériel de piégeage utilisé sur le terrain

Les rongeurs ont un comportement discret et compliqué ce qui soulève des difficultés chez les écologues. Dans le cadre de cette étude nous avons capturées l'animal intact afin de prendre des mesures biométrique et récupérer quelques les organes, pour cela nous avons utilisées trois types de pièges :

a. Tapettes : Elles sont formées d'une mâchoire qui se maintient ouverte grâce à une tige de fer ou d'acier. L'appât est disposé à la porté de l'animal au centre sur un plateau mobile, le basculement provoqué par le rongeur pour se nourrir provoque la fermeture brusque des mâchoires métalliques (KHAMMES, 2008).

Elles sont légères à transporter, disponibles et ne coutent pas chères. Cependant elles présentent le défaut de tuer l'animal et de le laisser a la porté des prédateurs et des fourmis **(Fig.5).**

Fig. 05 : Mulot sylvestre capturé à l'aide d'une tapette au niveau de l'ITMA.

(Photo originale, 2017).

b. Les cages ou boite grillagée : Ce type de piège permet de capturer l'animal vivant et de le mettre à l'abri des prédateurs **(Figure 06)**.

Fig.06 : Mulot sylvestre capturé au niveau de la station ITMA (Photo originale, 2017).

c. Les pièges collants : Ils sont fabriqués en appliquant une colle sur du carton en mettant un appât au centre pour attirer les rongeurs. Ces pièges permettent de capturer les individus intacts, ils sont facilement entreposés et transportés par contre ils sont inefficaces par des journées de pluie **(Figure 07).**

Fig. 07 : Mulot sylvestre capturé au niveau de la station de Boudjima (Photo originale, 2017).

3- Examens effectués :

a- Mensurations corporelles

Les mensurations corporelles sont prises justes après la capture de l'animal à l'aide d'un pied à coulisse manuel ; ces mesures sont exprimées en millimètre. Les individus capturés sont sexés et les mensurations relevées sont :

- Longueur de la tête et du corps (T+C) : l'animal est maintenu à plat ventre sans l'étirer, puis mesuré de la pointe du museau à l'anus.
- Longueur de la queue (Q) : elle est prise en allant de l'anus jusqu'à l'extrémité de la queue.
- Longueur de la patte postérieure (Pp) : la mesure est prise depuis le talon jusqu'à l'extrémité du doigt.
- Longueur de l'oreille (Or) : Elle se mesure de l'échancrure antérieure du trou auditif, jusqu'au point le plus éloigné du pavillon.

Et une fois que toutes ces mesures sont relevées. Les individus sont placés dans de l'alcool pour les conserver **(Fig. 8).**

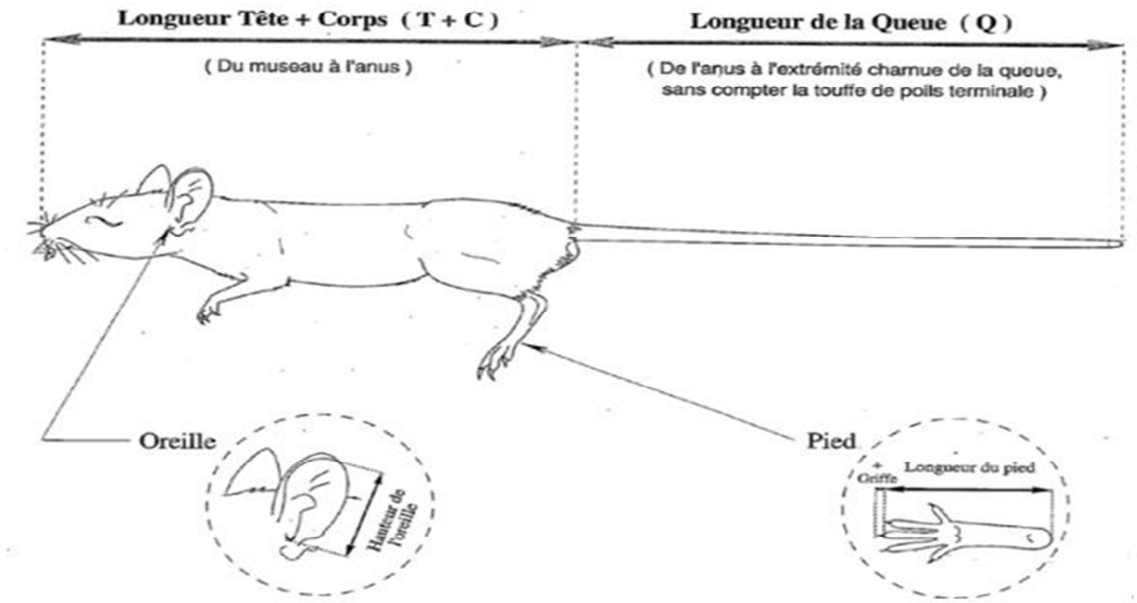


Fig. 08 : Mensurations morphométriques prises sur les rongeurs (DUPLANTIER, 1984)

b- Identification du sexe

Le sexe est déterminé par une observation extérieure c'est-à-dire par le positionnement des orifices génitaux par rapport à l'anus. La femelle possède un clitoris développé et une fente génitale au-dessous de l'anus. Par contre, chez le mâle le pénis est nettement plus éloigné de l'anus.

4- Dissection

Le but de la dissection est de récupérer les têtes et les différents organes pour des analyses ultérieures.

a- Matériel de dissection

- La planche de fixation en polyester pour fixer l'animal.

- Les aiguilles pour fixer l'animal sur la planche à dissection.

- Des pinces, une paire de ciseaux, éthanol et des boites pour conservation.

b- Protocole

1- L'animal est placé sur le dos et fixé avec des épingles sur la planche de dissection.
2- A l'aide de ciseaux, nous avons découpé juste avant l'ouverture génitale et continué jusqu'à la cavité thoracique.
3- La tête, le tractus digestif, le foie et les reins sont prélevés et placés dans des boites de conservation, qui contiennent de l'éthanol, pour des analyses ultérieures **(Figure 09)**.

Fig. 09 : Séparation du tractus gastro-intestinal lors de la dissection (photo originale, 2017)

5- Mensurations crâniennes

a- Préparation des crânes :

Pour la détermination de l'âge de nos spécimens, nous avons prélevé les têtes pour les faire bouillir et enlever toute la chair. Les crânes sont ensuite plongés quelques minutes dans de l'eau de Javel puis séchés pour une analyse ultérieure **(Figure 10)**.

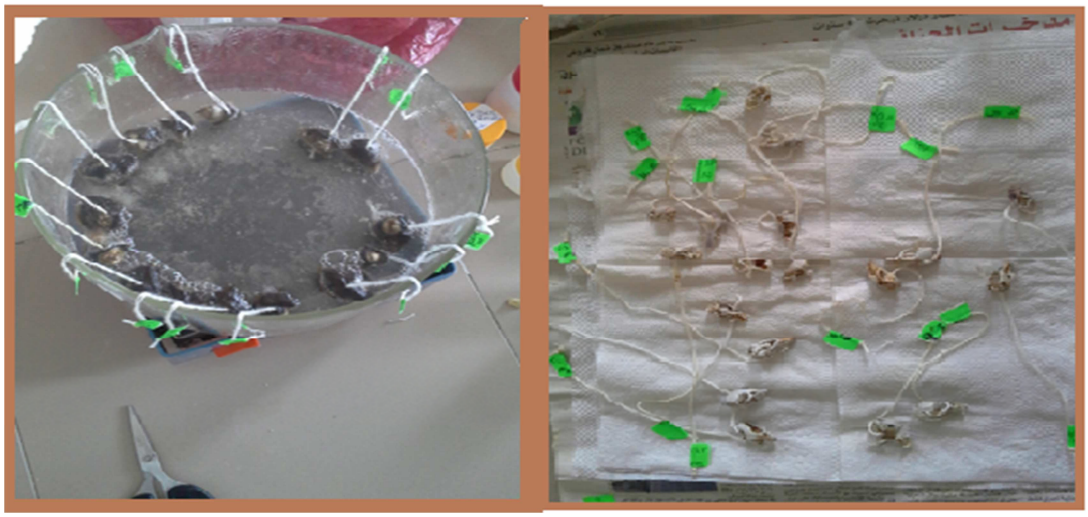


Fig. 10 : Preparation des crânes pour les mesures (Photo originale, 2017).

A l'aide d'un pied a coulisse digital, les mesures effectuées sont celles indiquées au niveau de l'image ci-dessous **(Figure 11)**.

Vingt quatre variables crâniennes et dentaires inspirés des travaux de SANS-COMA et *al* (1979),THORPE et *al* (1982), DARVICHE & ORSINI (1982), DAVIS (1983), PALOMO et *al*.(1983), LYALYUKHINA et *al* (1991) et MICHAUX et *al* (1996) ont été relevées :

Longueur du crâne (Lcr), largeur du crâne (lcr), Longueur et largeur du nasal (Ln,ln), largeur bizygomatique (Ibz), largeur interorbitale (io), largeur bisquamosale (Isq), Largeur du foramen occipital (focc), Longueur et largeur de la bulle tympanique (Lbul, lbul), hauteur posterieure du crâne (hcr), Longueur du foramen palatin (fopal), largeur du palais (lpal), largeur du ramus dorcal de l'arcade zygomatique (lraz), largeur de l'arcade zygomatique (laz), longueur incisivo-palatine (de l'avant des incisives a l'arriére du palais) (Lipa),Coefficient zygomatique (coz=lraz/laz), Longueur de l'orbite (Lorb), Longueur du diastéme superieur (diasup), Longueur de la rangée dentaire superieure (rms), Longueur de la rangèe dentaire inferieure (rmi), hauteur de la mandibule (hm), Longueur du diastéme inferieur (diainf), Longueur de la mandibule (Md)**.**

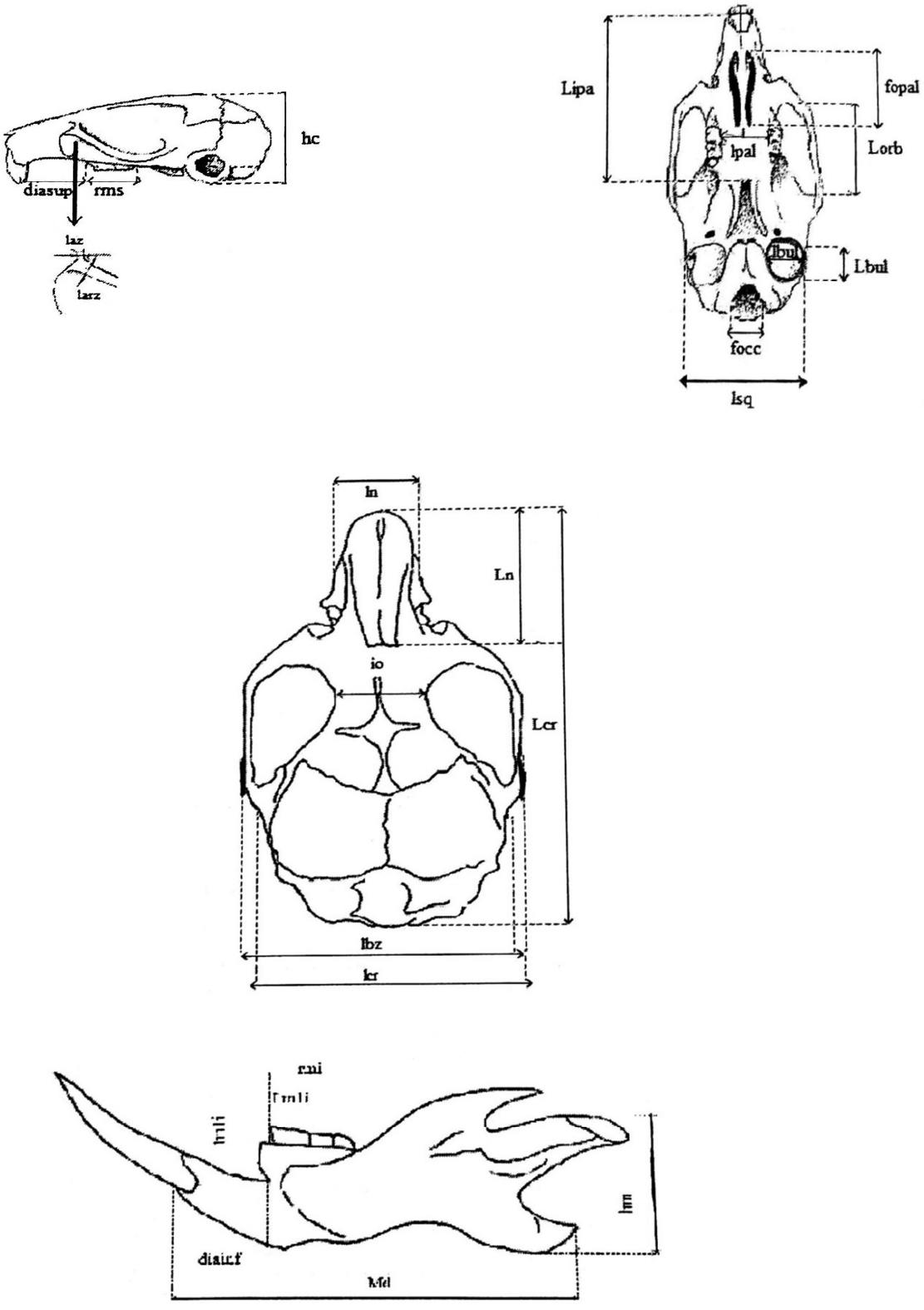


Fig. 11 : Variables crâniennes mandibulaires et dentaires étudiés (Khammes, 2008).

b- Détermination de l'âge :

La structure d'âge des individus d'*Apodemus sylvaticus* capturés dans les deux stations d'étude a été obtenue à partir des critères d'usure des molaires supérieures (SAINT GIRONS 1972). L'aspect de la rangée des dents et des maxillaires varie avec le régime alimentaire et le temps. Afin d'estimer l'âge des individus capturés, nous nous sommes basés sur la classification de FELTEN (1952). Il a établi cinq classes d'usures (1 à 5), dans notre étude nous avons pu identifier 3 classes d'âges : juvénile, adulte et vieux **(Figure 12).**

L'observation a été faite par une loupe binoculaire grossissement X35.

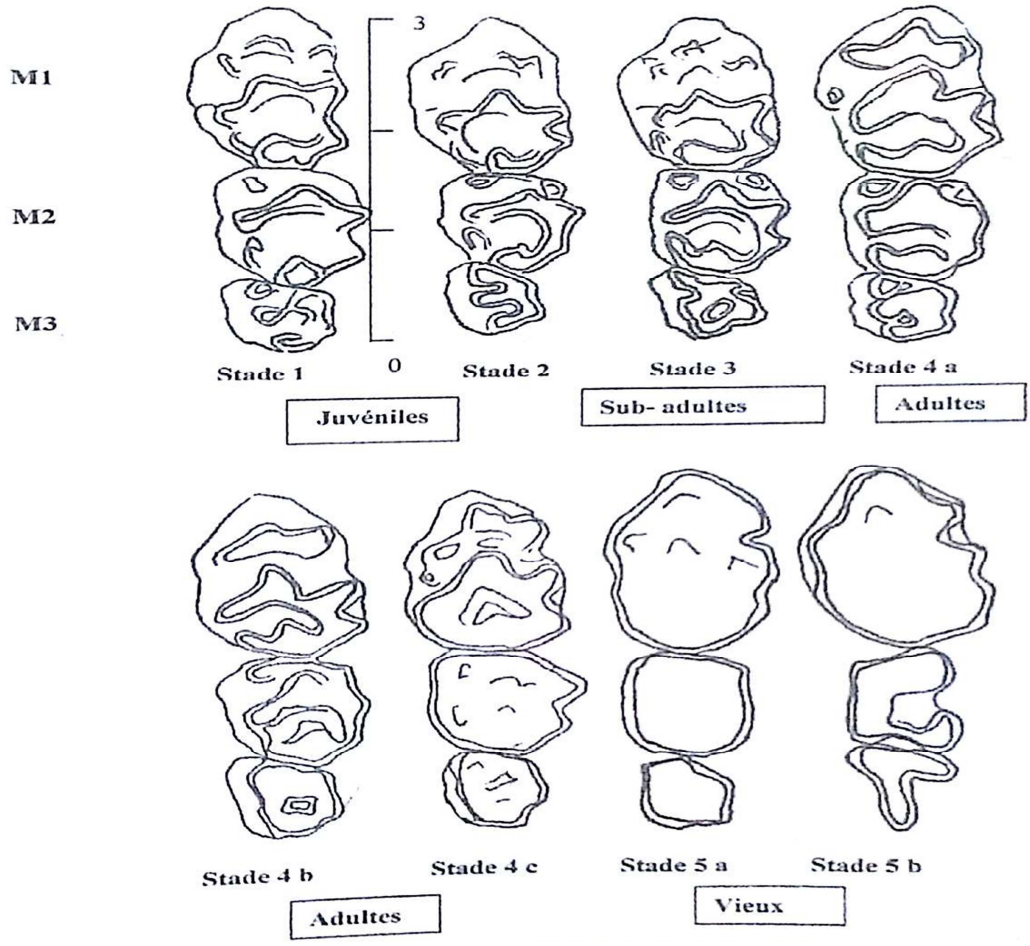


Fig. 12 : Table des stades d'usures des molaires du Mulot Sylvestre, d'une demi-mâchoire supérieur (PALOMO *et al.*, 1983).

6- Analyse hématologique

Des études ont déjà indiqué des changements hématologiques chez des animaux de laboratoire et chez des micromammifères sauvages (GORRIZ et al, 1996; NUNES et al, 2001) exposés aux polluants et au stress. Même si ces réponses peuvent varier en fonction de certains facteurs biotiques, tels que l'âge, le sexe ou des différences génétiques (BISER et al, 2004). Le comptage des érythrocytes donne une indication générale de l'état de santé d'un individu et de même, les mesures d'hématocrite et d'hémoglobine sont considérées comme des mesures de la capacité de transport de l'oxygène dans le sang et le changement du nombre de leucocytes peut être interprété comme une résistance non spécifique à certaines maladies (TERSAGO et al, 2004, ROGIVAL et al, 2006).

Pour cela, nous avons établi la formule sanguine numérique (FNS) du mulot sylvestre capturé dans les deux stations afin de voir l'impact des pesticides au niveau sanguin.

Les analyses des paramètres hématologiques sont réalisées à l'aide d'un Beckman coulter Médonic **(Figure 13**) au niveau d'un laboratoire d'analyses médicale privé.

La collecte de sang se fait sur animal anesthésié par perforation veineuse, en se servant d'une seringue d'insuline. Le sang est collecté dans des tubes à prélèvements EDTA (le tube contient un anti coagulant l'EDTA) **(Figure 14, 15).**

Les paramètres sanguins analysés sont les suivants :

Red Blood Cells ou globules rouges (RBC), volume globulaire moyen (MCV) ou (VGM), Hématocrite (HCT), plaquette (PLT), volume plaquettaire moyen (MPV), white Blood Cells ou globules blancs (WBC), hémoglobine (HGB), teneur corpusculaire en hémoglobine (MCH), concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (MCHC).

Fig. 13: Beckman Coulter Médonic (Photo Originale, 2017*)*.

Fig. 14: Ponction veineuse (Herbreteau, 2014).

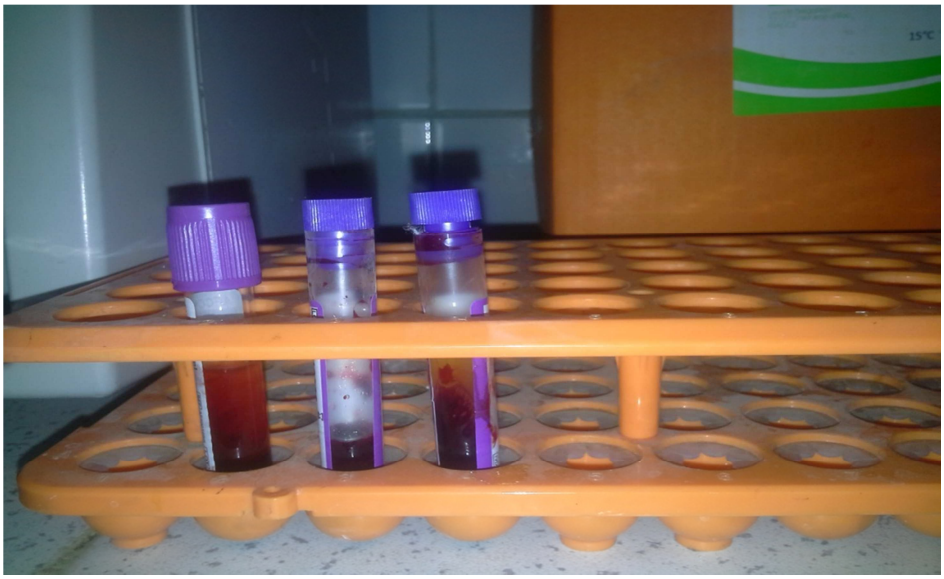


Fig. 15: Tubes EDTA utilisés pour hématologie (Photo: Originale, 2017*).*

7 -Traitement statistiques des données

Pour le traitement des données, nous avons utilisés les logiciels Statistica et Excel qui nous ont permis de calculer l'effort de piégeage, l'abondance relative des rongeurs, le sex-ratio, et les indices d'asymétrie FA1 et FA2 ainsi que la normalité

- Effort de piégeages

NNP = Nombre de nuits piège x le nombre de pièges

NNP : Nombre de nuit-piège

- Sex-ratio

Le sex-ratio est le rapport du nombre des mâles et de femelle au sein d'une espèce à reproduction sexée, pour une génération ou dans la descendance d'un individu.

Sex-ratio=nombre de mâles /nombre de femelles

- **Abondance relative des rongeurs**

L'abondance relative (AR%) est le rapport d'une catégorie (ni) et le nombre total des individus de toutes les espèces confondue (ZAIME et GAUTIER, 1982).

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

AR : Abondance relative.

ni : Nombre d'individus de l'espèce rencontrée.

N : Nombre total des individus de toutes les espèces.

- **Les indices de Palmer**

F A 1 = moyenne ‖R-L‖.

F A 2 = moyenne [|R-L| / ((R+L)/2)]

Chapitre III

Résultats et discussion

I- Résultats

I-1 Résultats des piégeages

Le **Tableau (05)** regroupe les résultats de piégeages durant une période de quatre mois au niveau de la station de Boudjima.

Tableau 05 : Les espèces de micromammifères capturées dans la station de Boudjima.

Espèces	Souris Sauvage	Mulot Sylvestre	Musaraigne Musette	Surmulot	Total
Effectifs	4	21	6	2	25
Abondance relative (%)	12.12	63.63	18.18	6.06	100

Trois espèces de rongeurs ont été capturées : le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), la souris sauvage (*Mus spretus*), le surmulot (*Rattus norvegicus*) et un insectivore la Musaraigne Musette (*Crocidura russula*).

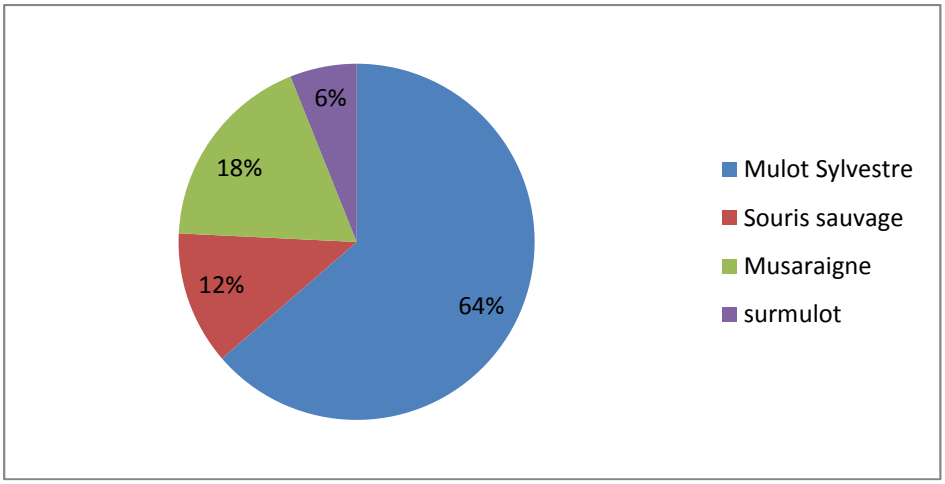


Figure 16 : Les abondances relatives des captures au niveau de la station Boudjima.

Le nombre total de Mulots capturés est de 21 avec une abondance relative de 63.63%.

L'effort de piégeage (=nombre de nuits pièges) au niveau de la station de Boudjima est de 1500 nuits pièges.

Le **Tableau (06)** regroupe les résultats de piégeages durant une période de quatre mois au niveau de la station ITMA Boukhalfa.

Tableau 06: Les espèces de micromammifères capturées dans la station ITMA.

Espèces	Mulot sylvestre	Souris sauvage	Surmulot	Musaraigne Musette	Total
Effectifs	17	02	2	3	25
Abondance relative (%)	58.82	11.76	11.76	17.06	100

Trois espèces de rongeurs ont été capturées : Le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), la souris sauvage (*Mus spretus*), le surmulot (*Rattus norvegicus*) et un insectivore la Musaraigne Musette (*Crocidura russula*).

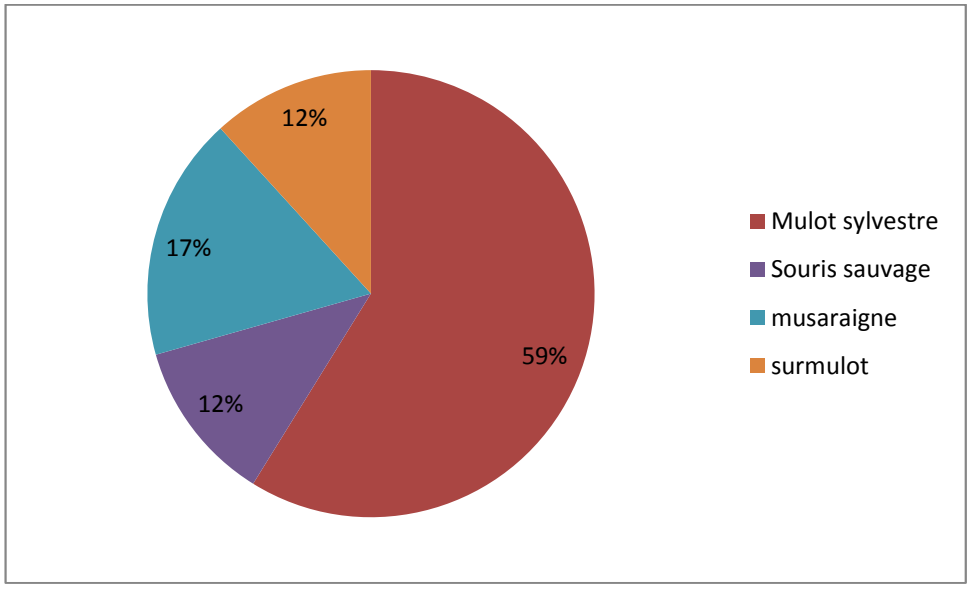


Figure 17 : Les abondances relatives des captures au niveau de la station ITMA.

D'après le diagramme ci-dessus, l'espèce qui présente l'abondance relative la plus élevée est le mulot sylvestre avec 59%. L'effort de piégeage (=nombre de nuits pièges) au niveau de la station ITMA est de 1500 nuits pièges.

I-2- Le Sex-ratio

Le tableau 07 met en évidence le pourcentage de mâles et de femelles *d'Apodemus sylvaticus* capturés dans la station de Boudjima et ITMA.

Le sex-ratio de la population du Mulot sylvestre capturée dans les deux stations durant une période de 4 mois est représentée par le tableau (07).

Tableau07 : Nombre de mâles et de femelles de mulot sylvestre capturés dans les deux stations.

Sexe	Mâles	Femelles
Nombre	24	14
pourcentage	63.15	36.85
Sex-ratio	1,71	

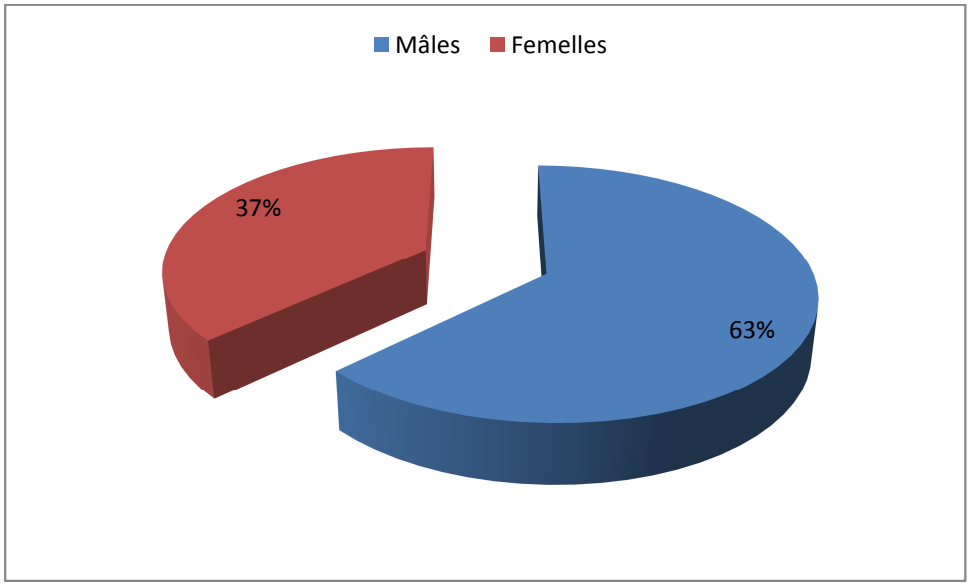


Fig. 18 : Pourcentages des mâles et des femelles du mulot capturés dans les deux stations.

Le nombre total de mâles capturés est de 24. Les mâles présentent un pourcentage (63%) plus élevé que celui des femelles (37%) **(Tableau07 et Figure 18).**

De nombreux auteurs ont montré que le sex-ratio est généralement en faveur des mâles au printemps (BUTET, 1986). Au printemps, en raison de la période de reproduction, les

femelles ont tendance à rester dans leur terrier car elles sont en période de gestation ou lactation.

I-3- Les classes d'âges du Mulot sylvestre dans la station de Boudjima

Le tableau 08 répartit les individus selon leur âge.

Tableau 08 : Les classes d'âges des mulots capturés à Boudjima à l'ITMA

Station	Classe d'âges	Nombre d'individus	Pourcentage (%)
	Juvéniles	2	2.63
Boudjima	**Adultes**	6	15.79
	Vieux	10	26.32
	Juvéniles	2	5.26
ITMA	**Adultes**	10	26.32
	Vieux	9	23.68

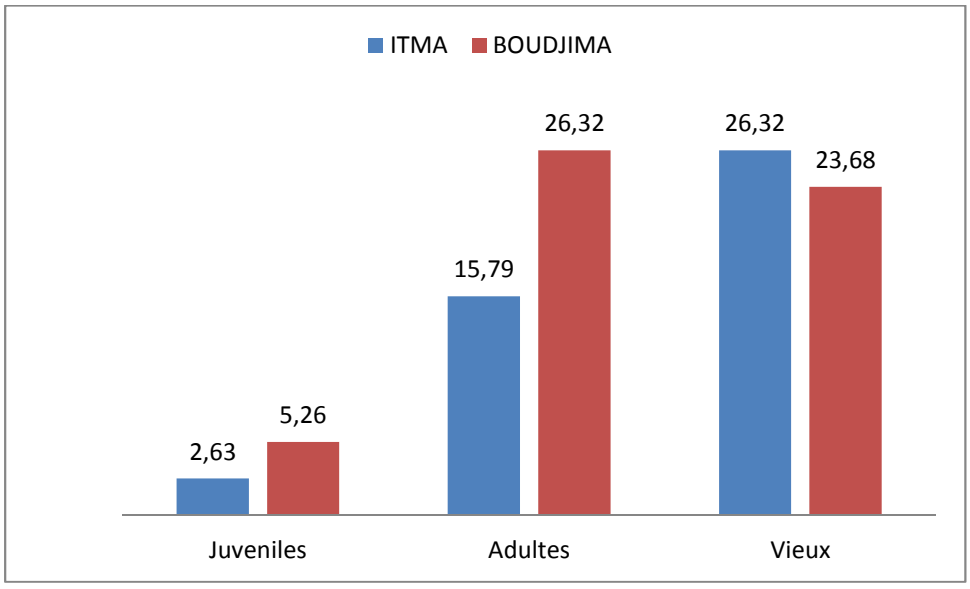


Fig. 19: Les classes d'âge au niveau des stations de l'ITMA et Boudjima.

Nous remarquons d'après le tableau **(08)** et la figure **(19)** ci-dessus que la plus grande proportion de cette population est représentée par les vieux avec un pourcentage de 26,32% dans la station de l'ITMA contrairement à la population de Boudjima qui est dominée par la

classe adulte avec un pourcentage de 26,32%. La classe des juvéniles est assez faible dans les deux stations 2,63% à l'ITMA et 5,26% à Boudjima.

I-4- Mensurations corporelles

Dans le tableau 09 sont présentées les mensurations corporelles des mulots sylvestres capturés à l'ITMA et à Boudjima

Tableau 09 : Les mensurations corporelles des mulots sylvestres capturés à l'ITMA et à Boudjima.

mm : millimètre, T : tête, C : corps, Q : queue, X : moyenne, S: écart type.

Station	Mensurations	Q (mm)	T+C (mm)
ITMA	**X ± S**	68,76±7,06	59,11±14,97
Boudjima	**X ± S**	81,04±9,74	65,47±13,03

D'après le tableau **(09)** nous remarquons que la longueur moyenne de la queue du mulot sylvestre est **supérieure** à la longueur moyenne de la tête plus corps. L'examen attentif de la queue est considéré comme étant le moyen le plus objectif pour la détermination de l'espèce. Les individus de la station de Boudjima sont plus grands que ceux de la station de l'ITMA.

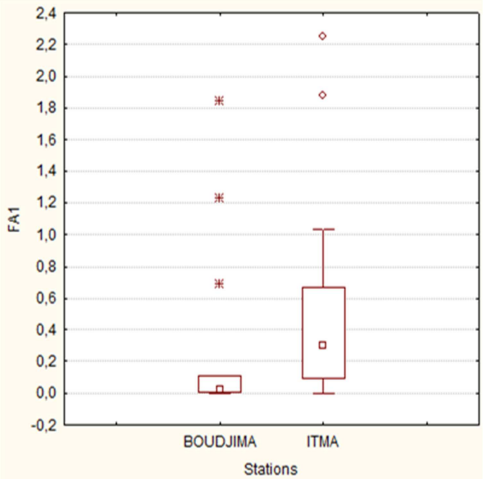
II- Indices d'asymétrie

Selon LEARY & ALLENDORF (1989), l'asymétrie de croissance osseuse pourrait être utilisée comme bio-indicateur de la qualité de l'environnement. L'asymétrie fluctuante est révélatrice d'instabilité de développement elle a été étudiée chez le Mulot sylvestre au niveau de deux stations afin de comparer le développement des animaux soumis à des stress différents d'origine naturelle ou anthropique.

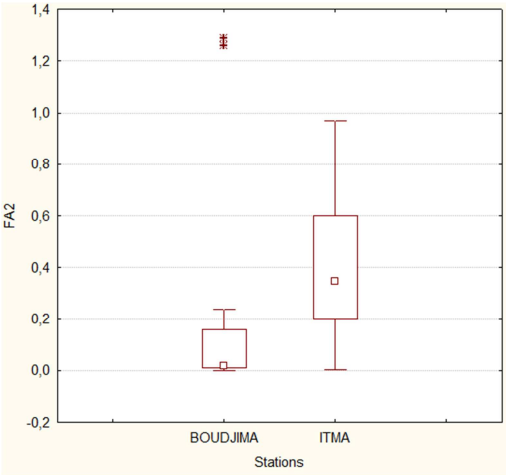
Dix variables bilatérales ont été mesurées pour les côtés droit et gauche : le coefficient zygomatique (coz), longueur du diastème inférieur (diainf), Longueur du diastème supérieur (diasup), la largeur de la bulle tympanique (lbul), longueur de la bulle tympanique (Lbul) largeur de l'arcade zygomatique (laz), largeur du ramus de l'arcade zygomatique (larz), largeur de l'orbite (lorb), longueur de la rangée dentaire inférieure (rmi), longueur de la rangée dentaire supérieure (rms) (figure 11)

Les valeurs des indices d'asymétrie fluctuante, FA1 et FA2 pour chaque variable et chaque station sont présentés dans la figure 20.

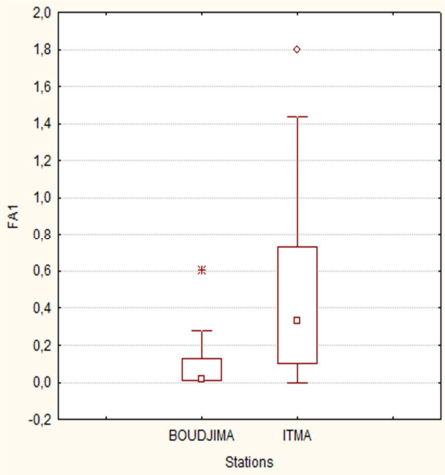
FA1 COZ



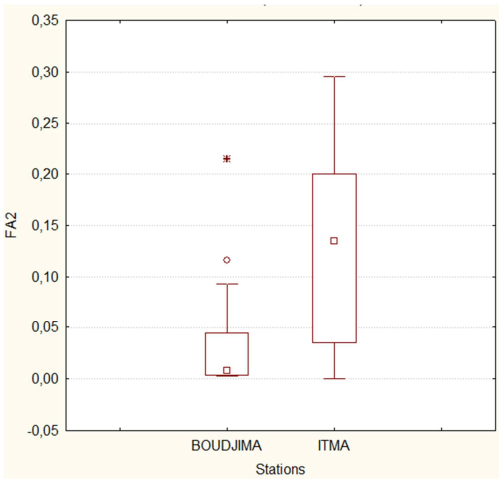
FA2 COZ



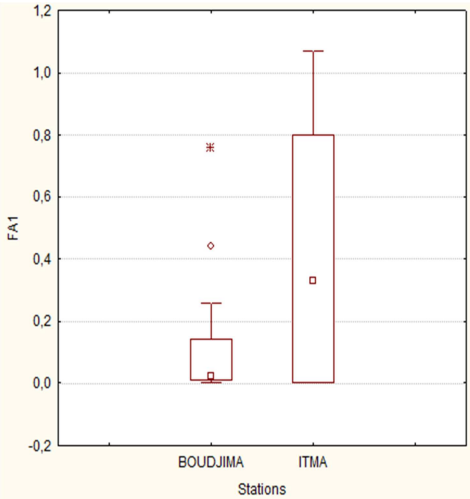
FA1 diainf



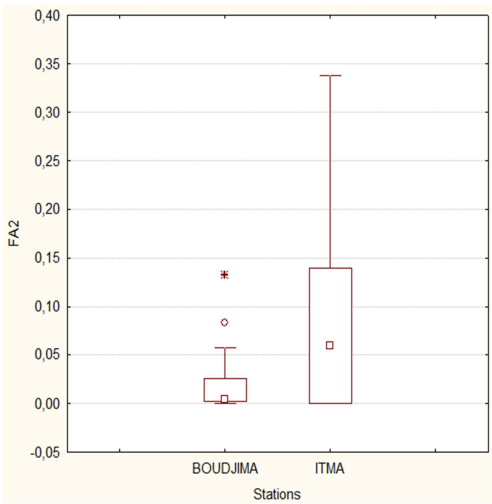
FA2 diainf



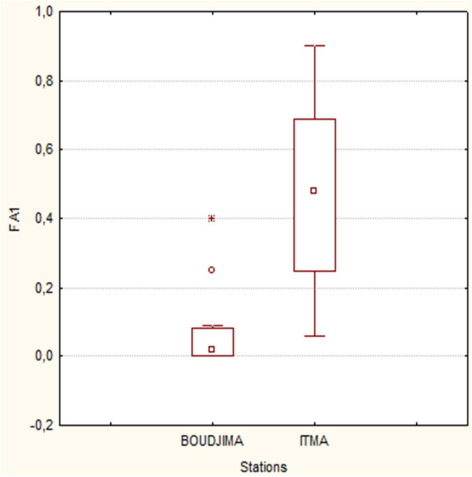
FA1 diasup



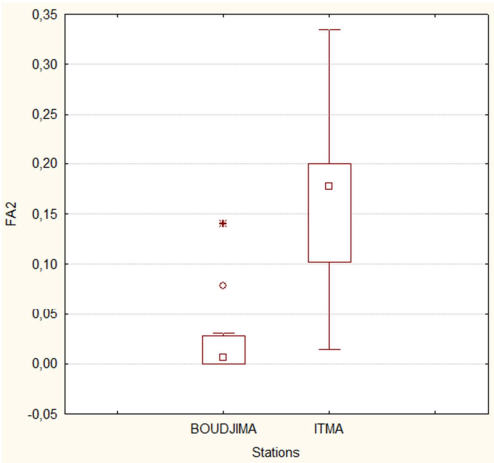
FA2 diasup



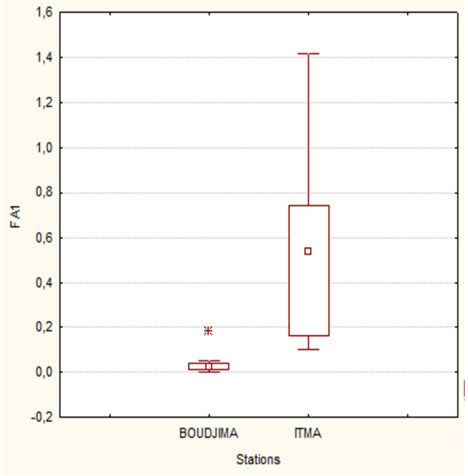
FA1 lbul



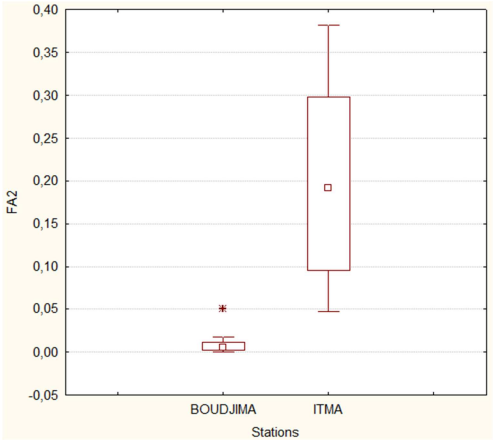
FA2 lbul



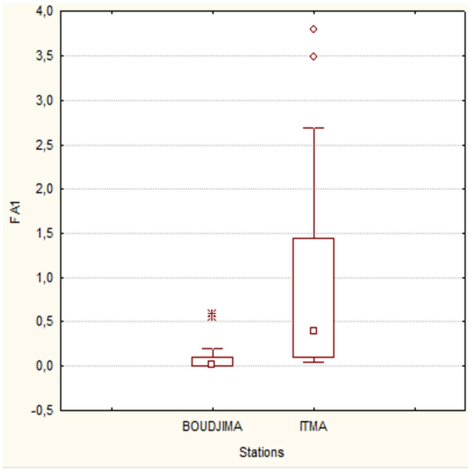
FA1 Lbul



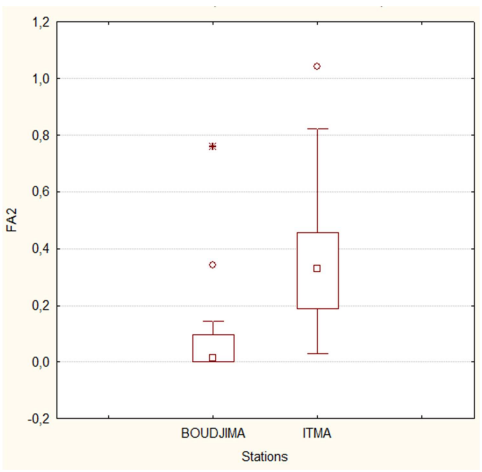
FA2 Lbul



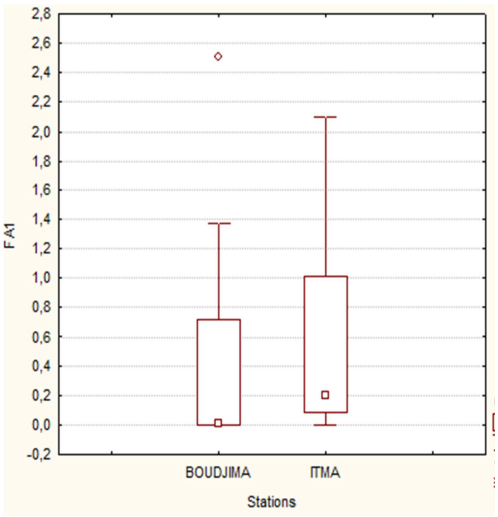
FA1 lraz



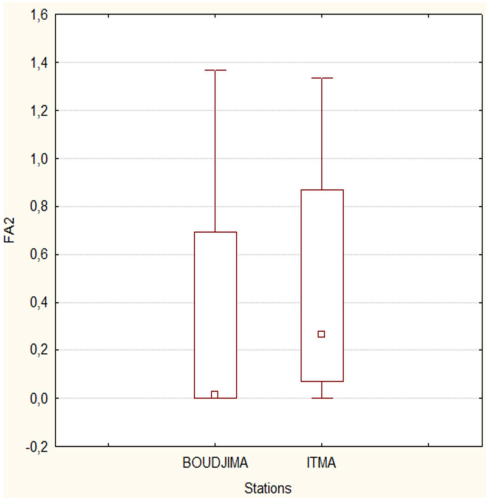
FA2 lraz



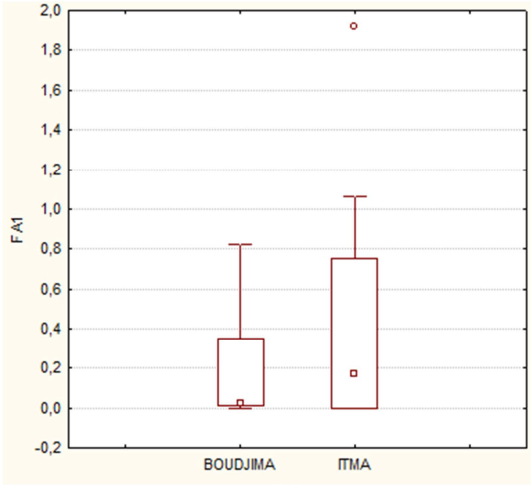
FA1 laz



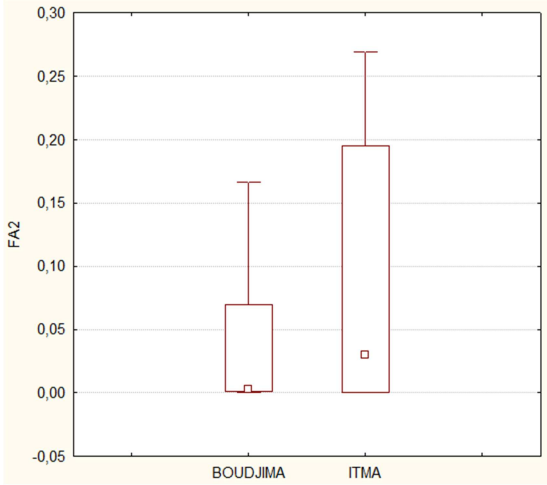
FA2 laz



FA 1 lorb



FA2 lorb



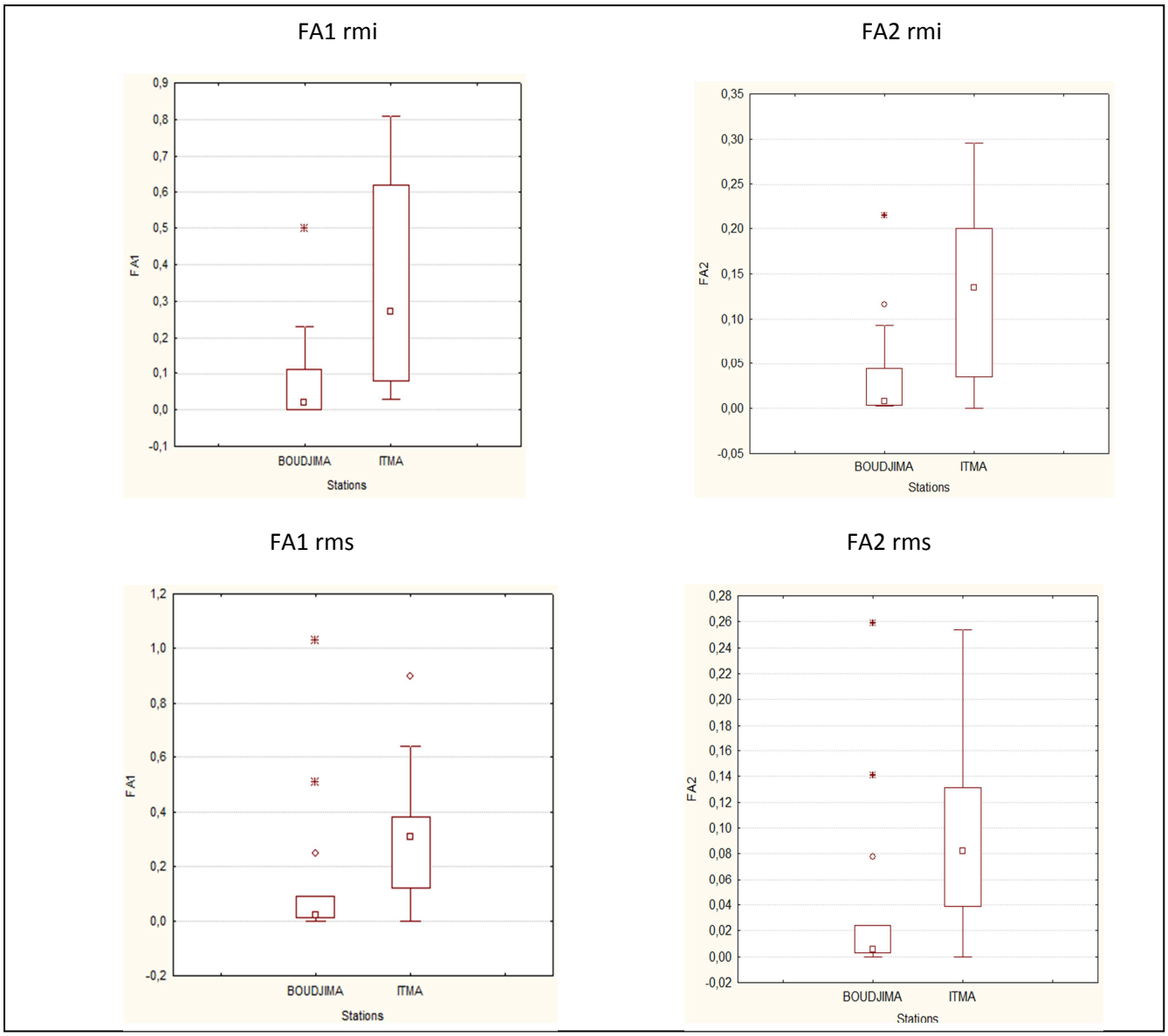


Figure 20 : Niveaux d'asymétrie fluctuante (FA1 et FA2) pour les variables crânio-mandibulaires du Mulot sylvestre dans les deux stations Boudjima et ITMA.

La figure 20 nous informe sur l'état du squelette du Mulot sylvestre. Les indices d'asymétrie FA1 et FA2 des dix variables crânio-mandibulaires sont plus élevés à l'ITMA qu'à Boudjima. Cette différence est due à l'anthropisation de la station de l'ITMA et à son exposition à différents stress environnementaux. Deux indices d'asymétrie ont été calculé FA1 et FA2.

Il semble que l'asymétrie est plus importante au niveau de la station ITMA qui est soumise aux conditions les plus stressantes contrairement à Boudjima. Cette dernière est considérée comme station saine. Il ressort que les variables crânio-mandibulaires sont très sensibles et pourraient être utilisées comme caractères pour détecter les milieux les plus perturbés.

III- Variation de la taille corporelle(T+C) et de l'indice d'asymétrie FA1 et FA2 des dix variables crânio-mandibulaires du mulot sylvestre dans les deux stations

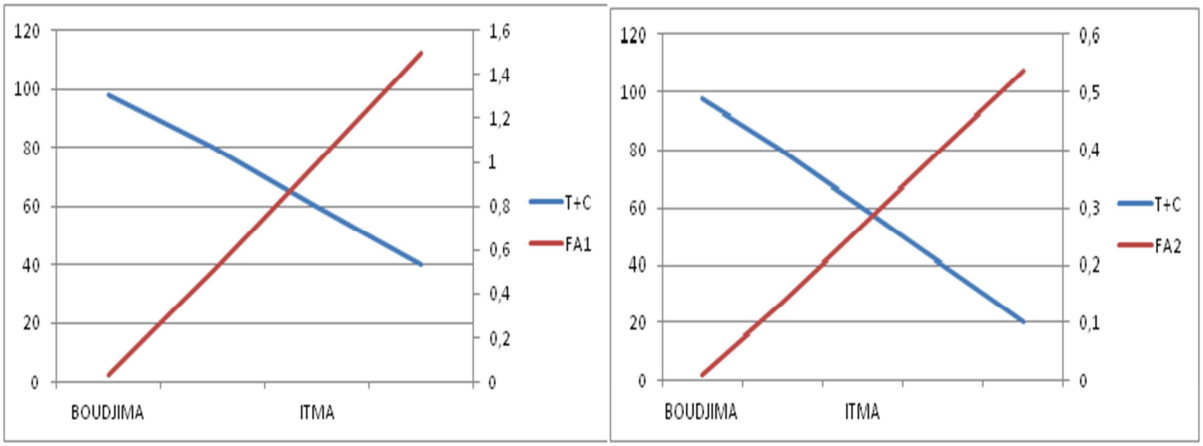


Fig. 21 : Variation de la taille corporelle (longueur de la tête+corps) et des l'indices d'asymétrie fluctuante FA1 et FA2 des différentes variables crânio-mandibulaires du Mulot sylvestre dans les deux stations.

En comparant la longueur tête plus corps et l'indice d'asymétrie FA1 et FA2 des différentes variables crânio-mandibulaires entre les deux populations de Mulot sylvestre, on remarque (figure 21) que la longueur tête plus corps des individus est plus importante au niveau de la station de Boudjima et les indices d'asymétrie FA1 et FA2 sont plus petits chez ces derniers en les comparant a ceux de l'ITMA.

IV- Paramètres hématologiques

Les analyses hématologiques (Formule Numérique Sanguine) ont été réalisées sur 06 mulots pour chaque station (Boudjima et ITMA). Ces analyses sont obtenues à l'aide d'un Beckman Coulter Médonic.

Le tableau 10 présente les résultats de la formulation numérique sanguine du mulot sylvestre dans les deux stations.

Tableau 10 : Résultats des analyses hématologiques.

		ITMA	BOUDJIMA
Paramètres	**Normes**	X±S	X±S
GR (1012/l)	**6.53--8,87**	**6.03±0.67**	7.71±0.61
HCT (%)	**40,7--50**	41.56±4.25	44.77±2.76
HGB (g/dl)	**15--18,2**	17.75±2.31	17.13±0.29
VGM (fl)	**55--64,6**	65.88±0.72	58.05±3.56
MCH (pg)	**19,6--24,6**	25,34±0.77	21.44±1.04
MCHC (g/dl)	**34,9--39,2**	39.45±0.29	36.97±0.83
PLT (10^9/l)	**995--1713**	**905±8.04**	1302±221
WBC (10^9/l)	**8,8--11,6**	**12.40±1.52**	10.14±0.57
LYM(%)	**73--96**	**97±2.87**	75.27±9.13
MON (%)	**0--4**	2.79±0.90	2.85±0.90

Globules rouges (GR), Hématocrite (HCT), Hémoglobine (HGB), Volume globulaire moyen (VGM), Teneur corpusculaire en hémoglobine (MCH), Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine

(MCHC), Plaquette (PLT), Volume plaquettaire moyen (MPV), white Blood Cells ou globules blancs (WBC), Lymphocyte (Lym), Monocyte (MON). X±S : Moyenne ± écart type

Les normes sont ceux d'une souris de laboratoire (Ecole nationale vétérinaire de Toulouse).

Le tableau **10** montre que les taux de Plaquettes **(PLT)** et de Globules Rouge **(GR)** sont plus faibles au niveau de la station ITMA.

Il semble que les analyses hématologiques du taux leucocytaire (**WBC**) présente une augmentation dans la station de l'ITMA. Cette augmentation peut être révélatrice de plusieurs choses. Tout d'abord, l'augmentation du nombre de leucocytes peut être interprétée comme une indication de la présence d'inflammations, d'infections à certains pathogènes ou de certaines pathologies.

Les résultats des analyses sanguines de la station de Boudjima sont dans les normes pour tous les paramètres.

Discussion :

Les résultats des piégeages effectués montrent que l'espèce la plus abondante est le mulot sylvestre dans les deux stations.

La population du mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus* capturée dans les deux stations est caractérisée par un sex-ratio de 1,71 et une dominance en faveur des mâles (63,15% contre 36,85% de femelles). BUTET, 1986, a constaté également l'abondance des mâles au printemps et ceci coïncide avec leur période de reproduction.

Il ressort clairement de notre étude que les mulots de la station de Boudjima sont plus grands que ceux de l'ITMA.

Le mulot sylvestre peut s'adapter à des milieux divers, son exposition à des stress différents tels que la disponibilité et la qualité des ressources alimentaires, la compétition, la densité de la population, la pollution affectent son organisme et se répercute sur sa taille (GLASS et al.1988, TROMBULAK, 1991).

Certains milieux peuvent accueillir une population de mulots et satisfaire leurs exigences trophiques, a l'inverse, certains biotope temporaires ne peuvent pas supporter une population en permanence, ils sont coloniser pendant une durée déterminée puis ils sont abandonnés quand les ressources ne sont plus exploitables (BUTET ,1990).

Une population à haut niveau d'asymétrie fluctuante est considérée comme instable dans son développement, par conséquent, nos résultats montrent un haut niveau d'asymétrie fluctuante chez le mulot sylvestre au niveau de la station ITMA qui est une station agricole très fortement anthropisée dont les cultures sont traitées, ce qui peut être expliqué par les différents stress environnementaux qui ont touché son habitat ou son aspect morphologique à court terme et génétique à long terme.

Les dix variables crânio-mandibulaire paraissent très sensibles à la pollution du milieu et peuvent être utilisé pour détecter les milieux perturbés (zones anthropisés).

Les résultats de notre étude relient la taille corporelle et les niveaux d'asymétrie fluctuante, nous remarquons que dans la station de Boudjima plus la longueur de la tête+ corps augmente, plus l'indice d'asymétrie FA1 et FA2 diminuent, à l'inverse des individus de la station de l'ITMA possèdent un degré d'asymétrie élevé et une taille moins importante. PARSONS (1990) a suggéré que les conditions de l'environnement sévères peuvent mener aux modifications de la symétrie chez les organismes. NUNES *et al*. (2001) ont montré que la pollution du milieu par les métaux lourds est capable d'altérer le développement des souris sauvages du Portugal avant leur naissance ou bien juste les premiers stades de leurs développements. Il convient de souligner encore que le Mulot sylvestre est utilisé comme bio indicateur de l'accumulation et des effets des métaux lourds (ROGIVAL *et al.* 2007, SANCHEZ-CHARDI *et al.* 2007).

Les taux de Plaquettes **(PLT)** et de Globules Rouge **(GR)** sont plus faibles au niveau de la station ITMA ceci s'observe dans les cas anémies (carence en fer) due a une alimentation traitée de différents polluants chimiques.

Il semble que les analyses hématologiques du taux leucocytaire (**WBC**) présente une augmentation dans la station de l'ITMA. Cette augmentation peut être révélatrice de plusieurs choses. Tout d'abord, l'augmentation du nombre de leucocytes peut être interprétée comme

une indication de la présence d'inflammations, d'infections à certains pathogènes ou de certaines pathologies.

Les résultats des analyses sanguines de la station de Boudjima sont dans les normes pour tous les paramètres.

Conclusion

Conclusion générale

La présente étude a été menée durant l'année 2016/2017 sur une durée de 4 mois dans deux stations différentes par leur degré d'anthropisation.

Cette contribution à pour but de mettre l'accent sur l'impact des polluants sur les rongeurs et en particulier sur le mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus.*

Les populations de mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus* capturées dans les deux stations sont caractérisées par un sex-ratio en faveur des mâles

Il ressort clairement de notre étude que les mulots de la station de Boudjima sont plus grands que ceux de l'ITMA.

Le mulot sylvestre peut s'adapter à des milieux divers, son exposition à des stress différents tels que la disponibilité et la qualité des ressources alimentaires, la compétition, la densité de la population, la pollution affectent son organisme et se répercute sur sa taille (GLASS et al.1988, TROMBULAK, 1991).

Une population à haut niveau d'asymétrie fluctuante est considérée comme instable dans son développement, par conséquent, nos résultats montrent un haut niveau d'asymétrie fluctuante chez le mulot sylvestre au niveau de la station ITMA qui est une station agricole très fortement anthropisée dont les cultures sont traitées.

Dix variables crânio-mandibulaire (le coefficient zygomatique (coz), longueur du diastème inférieur (diainf), Longueur du diastème supérieur (diasup), la largeur de la bulle tympanique (lbul), longueur de la bulle tympanique (Lbul) largeur de l'arcade zygomatique (laz), largeur du ramus de l'arcade zygomatique (larz), largeur de l'orbite (lorb), longueur de la rangée dentaire inférieure (rmi), longueur de la rangée dentaire supérieure (rms) paraissent très sensibles à la pollution du milieu et peuvent être utilisé pour détecter les milieux perturbés (zones anthropisés).

Les résultats de notre étude relient la taille corporelle et les niveaux d'asymétrie fluctuante, nous remarquons que dans la station de Boudjima plus la longueur de la tête+ corps augmente, plus l'indice d'asymétrie FA1 et FA2 diminuent, à l'inverse des individus de la station de l'ITMA possèdent un degré d'asymétrie élevé et une taille moins importante.).

Les taux de Plaquettes **(PLT)** et de Globules Rouge **(GR)** sont plus faibles au niveau de la station ITMA ceci s'observe dans les cas d'anémies (carence en fer) due a une alimentation traitée de différents polluants chimiques.

Conclusion générale

Il semble que les analyses hématologiques du taux leucocytaire (**WBC**) présente une augmentation dans la station de l'ITMA.

Notre étude est une contribution modeste qui nécessite un effectif plus élevé et des analyses complémentaires tant au niveau biochimique, génétique et écologique pour traiter le problème de la pollution et de l'évaluer au mieux pour pouvoir mettre en place des plans pour y remédier et minimiser ses effets néfastes.

Cependant, des approches non-létales peuvent être envisagées pour obtenir des informations relatives à la contamination des individus. Ces approches peuvent par exemple reposer sur l'échantillonnage non létal de tissus animaux comme les phanères (poils, plumes, écailles, griffes…) le sang ou encore de déchets abandonnés par les animaux comme les fèces et les pelotes de régurgitation.

Références bibliographiques

Annexe 1 : Les mensurations corporelles du mulot sylvestre dans la station Boudjima.

M : Males, F : Femelles, T+C : tête plus corps, Q : longueur de la queue, Pp : longueur de la pâte postérieur, Or : longueur de l'oreille, A : adulte, V : vieux, J : juvénile.

Individus	Sexe	Age	Q (mm)	T+C (mm)	Or (mm)	Pp (mm)	Q/T+C
1	M	V	80	55	11	0,69	0,688
2	M	J	72	66	13	0,92	0,917
3	M	A	88	84	12	0,95	0,955
4	M	A	82	72	13	0,88	0,878
5	M	V	98	84	21	0,86	0,857
6	M	A	94	79	23	0,84	0,840
7	M	A	78	63	8	0,81	0,808
8	F	V	82	65	11	0,79	0,793
9	M	V	65	45	6	0,69	0,692
10	F	A	90	80	12	0,89	0,889
11	F	A	72	56	13	0,78	0,778
12	M	A	84	62	12	0,74	0,738
13	M	A	70	48	13	0,69	0,686
14	F	V	93	71	21	0,76	0,763
15	M	V	94	71	25	0,76	0,755
16	F	V	73	61	12	0,84	0,836
17	F	V	80	55	12	0,69	0,688
18	F	A	64	44	5	0,69	0,688
19	M	V	87	78	10	0,90	0,897
20	M	A	74	52	17	0,70	0,703
21	M	J	82	84	12	0,98	0,976
Moyenne			81,048	65,476	13,429	0,801	0,801
Ecart type			9,749	13,037	5,221	0,094	0,094

Annexe 2 : Mensurations corporelles du mulot sylvestre dans la station de l'ITMA.

Individus	Sexe	Age	Q (mm)	T+C (mm)	Or (mm)	Pp (mm)	Q/T+C
1	M	A	65	44	6	12	0,677
2	F	V	78	63	8	18	0,808
3	M	A	64	43	7	11	0,672
4	M	V	72	48	1	18	0,667
5	M	A	65	44	11	17	0,677
6	M	V	70	81	9	12	1,157
7	M	V	83	84	13	21	1,012
8	M	A	70	81	12	14	1,157
9	M	V	84	86	12	24	1,024
10	M	A	72	42	11	11	0,583
11	M	J	64	44	5	11	0,688
12	F	A	60	64	11	15	1,067
13	F	A	71	51	12	16	0,718
14	F	A	64	61	10	17	0,953
15	F	A	63	60	12	11	0,952
16	F	A	61	54	8	16	0,885
17	F	V	63	55	1	14	0,873
Moyenne			68,765	59,118	8,765	15,176	0,857
Ecart type			7,067	14,978	3,622	3,666	0,181

Annexe 3 : Mensurations crâniennes et mandibulaires du mulot sylvestre dans la station de Boudjima.

	Lbul	lbul	lraz	laz	coz	Lorb	diasup	rms	rmi	diainf	côtés
1	3,81	3,3	0,72	0,8	0,78	5,82	5,66	4,11	4,46	2,93	gauche
	3,78	3,05	0,66	217	0,82	5,77	5,52	4,03	4,3	2,97	droite
2	3,5	2,65	1,33	0,58	2,55	5,34	5,52	3,37	3,04	2,55	gauche
	3,68	3,05	1,88	3,09	3,24	4,52	5,08	3,88	3,54	2,27	droite
3	3,81	2,53	0,98	2,5	0,41	5,93	5,35	3,69	4,38	2,84	droite
	3,83	2,48	0,89	1,63	0,35	5,24	6,11	3,78	4,27	2,97	gauche
4	3,56	3,04	1,43	0,52	2,38	3,68	4,41	3,09	3,06	2,36	droite
	3,56	3,04	1,24	1,12	0,54	4,03	4,67	3,34	3,06	2,15	gauche
5	2,85	2,8	0,48	1,4	0,34	6,21	4,76	3,44	3,46	3,08	droite
	2,9	2,88	1,07	0,68	1,57	6,66	4,84	3,44	3,23	2,48	gauche
6	3,57	2,94	0,74	0,64	1,15	5,99	5,49	3,38	2,92	3,71	droite
	3,58	2,94	0,73	0,64	1,14	5,78	5,62	3,37	2,9	3,73	gauche
7	3,32	2,78	1,32	0,72	1,83	1,95	5,52	5,1	2,76	3,01	droite
	3,32	2,8	1,3	0,71	1,83	1,95	5,51	5,11	2,76	3	gauche
8	3,38	2,44	1,03	0,93	1,1	5,7	5,6	3,59	3,02	2,5	droite
	3,4	2,44	1,04	0,93	1,11	5,71	5,6	3,61	3	2,48	gauche
9	4,35	3,34	1,26	0,86	1,46	5,81	5,75	3,42	3,07	3,34	droite
	4,34	3,36	1,26	0,87	1,44	5,82	5,77	3,44	3,04	3,32	gauche
10	3,12	2,34	0,83	0,6	1,38	8,5	4,08	4,49	3,05	2,66	droite
	3,07	2,37	0,83	0,6	1,38	8,49	4,1	3,46	3,05	2,6	gauche
11	3,54	2,82	0,9	0,72	1,25	9,41	4,84	3,66	3,67	3,38	droite
	3,5	2,82	0,9	0,72	1,25	9,4	4,82	3,68	3,67	3,37	gauche
	3,37	2,86	1,1	0,74	1,48	9,34	5,6	3,68	2,94	2,92	droite
12	3,38	2,95	1,2	0,75	1,6	9,36	5,61	3,66	2,9	2,93	gauche
	3,4	3,44	1,72	0,8	2,15	9,4	4,6	3,45	2,7	3,56	droite
13	3,4	3,43	1,73	0,79	2,18	9,41	4,6	3,44	2,71	3,54	gauche
	2,9	1,94	0,77	0,49	1,57	7,62	4,61	2,67	2,78	2,34	droite
14	2,92	1,93	0,76	0,49	1,55	7,62	4,61	2,67	2,78	2,35	gauche
	3,7	3,14	0,93	0,84	1,1	9,3	5,55	3,39	3,08	3,29	droite
15	3,72	3,16	0,93	0,86	1,08	9,26	5,57	3,38	3,07	3,28	gauche

Annexe 4 : Les mensurations crâniennes et mandibulaires du mulot sylvestre dans la station de l'ITMA.

Individu	Lbul	lbul	lraz	laz	coz	lorb	diasup	rms	rmi	diainf	côtés
1	3,72	2,43	0,48	1,54	0,28	2,12	3,13	3,74	3,61	5,57	gauche
	3,07	2,92	0,44	1,65	0,29	2,78	3,13	3,39	2,8	7,01	droite
2	3,52	2,23	0,57	1,67	0,36	4,67	4,5	3,26	2,85	2,2	gauche
	3,36	2,09	0,36	0,66	0,22	4,67	4,04	3,29	2,88	1,83	droite
3	4,12	4	0,96	2,94	1,45	5,96	6,13	3,98	4,72	3,28	droite
	3,58	3,57	2,3	0,92	0,78	5,96	6,13	3,83	4,1	4,01	gauche
4	4,26	4,3	0,86	2,62	0,39	5,01	5,25	3,75	2,34	2,34	droite
	3,72	4,24	1,26	0,52	0,48	5,01	5,57	4,02	3,01	2,01	gauche
5	3,56	3,07	0,87	2,42	0,28	7,01	6,82	3,68	3,47	2,64	droite
	3,93	2,56	1,15	2,41	0,72	7,01	5,75	3,68	3,53	2,64	gauche
6	3,5	2,52	1,59	1,45	0,98	3,77	4,08	3,28	4,2	2,72	droite
	3,18	2,27	0,5	0,33	0,34	3,77	3,72	3,4	3,99	2,63	gauche
7	3,46	2,25	0,61	1,04	0,93	5,7	6,21	3,63	3,8	2,65	droite
	3,3	2,75	0,97	1,04	0,93	5,87	5,4	4,14	3,88	2,41	gauche
8	2,62	3,14	0,87	1,06	0,82	6,64	5,39	3,38	3,8	2,64	droite
	2,75	2,24	0,72	1,14	0,63	6,05	5,39	3,69	3,88	2,41	gauche
9	3,92	3,11	0,76	0,48	1,58	4,78	3,5	3,18	2,46	2,53	droite
	3,18	3,87	0,56	1,01	0,55	5,79	3,38	3,82	1,88	2,6	gauche
	4,38	4,8	1,2	1,2	1	9,94	7,4	4	3,95	4,07	droite
10	3,33	4,02	0,86	1,22	0,7	8,02	6,6	3,1	3,68	3,8	gauche
	4,43	3,98	0,81	0,64	1,26	5,56	5,84	3,7	3,47	2,7	droite
11	3,01	3,56	0,52	0,49	1,06	5,56	5,04	3,78	3,62	3,09	gauche
	4,65	2,35	0,7	1,04	0,67	6,26	3,8	4,44	4,85	2,89	droite
12	3,76	3,04	0,91	0,79	1,15	7,01	3,63	4,82	4,36	2,79	gauche
	4,13	2,92	4,4	0,8	5,5	5,01	3,15	5,25	3,75	2,34	droite
13	4,23	2,73	4,28	1,18	3,62	5,01	2,24	5,57	4,02	3,01	gauche
	3,72	2,47	0,48	1,5	0,32	2,12	3,13	3,74	3,4	5,2	droite
14	3	2,95	0,44	1,7	0,25	2,78	3,13	3,39	3,2	7	gauche
	4,2	4,1	1,2	1,4	0	5,96	6,13	3,98	4,72	3,28	droite
15	3,7	3,7	2,7	1,2	2,25	4,9	5,8	3,78	4,1	4,01	gauche

RESUME

Cette étude à été faite durant l'année 2016/2017 dans deux milieux différent par leur structure de végétation et par l'intensité de l'activité humaine.

Elle consiste en une étude de l'asymétrie fluctuante chez le mulot sylvestre dans deux stations ITMA et Boudjima afin de comparer le développement de ce dernier qui est soumis à des stress différents d'origine naturelle et anthropique.

Nous avons analysés tout les indices crâno-mandibulaires, six ont été retenus longueur de l'orbite (lorb), largeur du ramus dorsal de l'arcade zygomatique (lraz), longueur du diastème inferieur (dia inf), longueur de la rangé molaire supérieure (rms), coefficient zygomatique (coz), longueur de la mandibule (Md).Deux indices d'asymétrie fluctuante ont été calculés FA1 et FA2 se qui a révélé une asymétrie plus importante dans la station de l'ITMA tandis que la station de Boudjima présente une taille corporelle maximale des individus. L'analyse hématologique FNS (formulation sanguine) a été réalisé afin d'appuyer nos résultats se qui a démontré une carence en hémoglobine et en plaquettes au niveau de la station ITMA.

Mots clés : Apodemus sylvaticus, ITMA, Boudjima, variable crânienne mandibulaire, asymétrie fluctuante, biométrie, analyse sanguine , FNS.