

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA  
NATURE ET DE LA VIE  
N° :... EZASA/2020.



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE  
ET DE LA VIE  
FILIERE : SCIENCES BIOLOGIQUES  
OPTION : ECOLOGIE DES ZONES  
ARIDES ET SEMI ARIDES

**Mémoire présenté pour l'obtention  
du diplôme de Master Académique  
Par :**

**Benaïssa Keltoum et Zerouak Samia  
Intitulé**

**Contribution à l'étude systématique d'un rongeur  
nuisible *Meriones shawi* (Duvernoy, 1842) *Mammalia*,  
*Rodentia* dans une région steppique à M'Sila**

**Soutenu devant le jury composé de :**

Cherif Kamel	MCB	Université de M'Sila	Président.
Boutera Nacera	MCB	Université de M'Sila	Rapporteur.
Cherief A/Kader	MAA	Université de M'Sila	Examineur

**Année universitaire : 2019 /2020**

## *Dédicaces*

*Nous dédions ce travail à nos parents*

*À nos frères et sœurs*

*À tous les enseignants et les collègues de l'option*

*Ecologie des zones arides et semi arides*

*À tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin pour la  
réalisation de ce travail.*

*Keltoum et Samia*

## **Remerciements**

*Nous remercions d'abord Allah qui nous a donné la santé, le courage et la patience pour terminer ce travail.*

*Nous remercions :*

*Madame **BOUTERA NACERA** notre promotrice, d'avoir accepté de nous encadrer et de nous guider durant le travail.*

*Monsieur **CHERIF KAMEL** qui a accepté de présider le jury de notre mémoire.*

*Monsieur **CHERIEF ABDELKADER** d'avoir accepté d'examiner ce mémoire et faire partie du jury.*

*En fin à tous les enseignants et les collègues de notre spécialité **EZASA**.*

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Carte de situation de la wilaya de M'Sila (C. F. M, 2019).....	11
<b>Figure 2</b> : Géologie de la région du Hodna (Le Houérou et Claudin, 1972).....	13
<b>Figure 3</b> : Carte d'occupation des sols de M'Sila .....	16
<b>Figure 4</b> : Carte du réseau hydrographique de la wilaya de M'Sila .....	18
<b>Figure 5</b> : Esquisse cartographique des districts phytocorologiques de l'Algérie du Nord ..	20
<b>Figure 6</b> : Variation des températures moyennes, maximales, Minimales mensuelles pour la station de M'Sila (1986-2019).....	21
<b>Figure 7</b> : Variation moyenne mensuelle des précipitations enregistrées à la.....	22
<b>Figure 8</b> : Histogramme du régime saisonnier des pluies au niveau de la .....	23
<b>Figure 9</b> : Diagramme Ombrothermique de Bagnoul et Guaussen pour station de M'Sila (2019) .....	26
<b>Figure 10</b> : Climagramme d'Emberger de la station de M'Sila pour la période 1988-2019....	28
<b>Figure 11</b> : Piégeage des rongeurs (Original).....	29
<b>Figure 12</b> : capture des rongeurs par inondation des terriers .....	30
<b>Figure 13</b> : pesée des individus de rongeurs (Original).....	31
<b>Figure 14</b> : Mensurations des différentes parties du corps de <i>Meriones shawi</i> (Original).....	31
<b>Figure 15</b> : Tête de <i>Mérione</i> destinée à l'étude craniométrique ultérieure (Original).....	33
<b>Figure 16</b> : Les différentes mesures craniométriques chez <i>Meriones shawi</i> (Original).....	34
<b>Figure 17</b> : Cercle de corrélation de variables sur le plan factoriel de l'ACP des indices morphométriques.....	38
<b>Figure 18</b> : Représentation graphique des individus de <i>M. shawi</i> sur le plan factoriel de l'ACP.....	39
<b>Figure 19</b> : Cercle de corrélations des variables sur les plans factoriels 1-2 et 1-3 de l'ACP sur indices craniométriques de <i>M. shawi</i> .....	41
<b>Figure 20</b> : Représentation graphique des individus de <i>M. shawi</i> et des variables craniométriques sur les plans factoriels 1-2 et 1-3 de l'ACP sur indices craniométriques de <i>M. shawi</i> .....	42

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Classes d'altitude dans la région d'étude (Annuaire de la Wilaya de M'Sila ,2012).....	14
<b>Tableau 2</b> : Les principaux oueds de la wilaya de M'Sila (CF M'Sila).....	19
<b>Tableau 3</b> : le régime saisonnier de la région de M'Sila (1988-2019).....	23
<b>Tableau 4</b> : Moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent (Km/h) durant la période (2000-2019).....	24
<b>Tableau 5</b> : Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) de la région d'étude pour la Période (1988-2017).....	25
<b>Tableau 6</b> : Mensurations crâniennes et leurs abréviations.....	35
<b>Tableau 7</b> : Mensurations en mm et indices morphométriques des individus de M. shawi....	36
<b>Tableau 8</b> : Valeurs des mensurations craniométriques en mm (moyennes, valeurs maximales, valeurs minimales et écart-type) calculés pour les individus de M. shawi .....	40
<b>Tableau 9</b> : Valeurs des moyennes (moy), minimales (min) et maximales (max) accompagnées de leurs écart-types <b>des indices craniométriques</b> de M. shawi.....	40

## Table des matières

### Table des matières

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique .....	3
1. Description de <i>Meriones shawi</i> .....	3
2. Systématique .....	3
3. Répartition géographique et habitat .....	4
4. Reproduction.....	5
5. Régime alimentaire .....	6
6. Importance de la mérione de shaw .....	6
7. Relation homme-rongeurs.....	7
8. Méthodes de lutte .....	8
8.1. Les techniques agronomiques .....	8
2.2. La lutte chimique.....	9
Chapitre 2 : Présentation de la région d'étude .....	10
1. Situation géographique et administrative du périmètre d'étude .....	10
2. Paysages et relief.....	11
3. Géologie .....	12
4. Géomorphologie .....	13
5. Pédologie.....	14
5.1. Les sols minéraux bruts.....	14
5.2. Les sols peu évolués .....	14
5.3. Les vertisols.....	14
5.4. Les sols calcimagnésiques.....	15
5.5. Les sols isohumiques.....	15
5.6. Les sols hydromorphes .....	15
5.7. Les sols halomorphes .....	15
6. Répartition générale des terres.....	17

7. Potentialités hydriques de la wilaya.....	18
7.1. Réseau hydrographique .....	18
7.2. Eaux superficielles.....	19
8. Biogéographie .....	19
9. Climatologie .....	20
9.1. La température.....	21
9.2. Pluviométrie .....	21
9-2.1. Régime saisonnier .....	22
9.3. Le vent.....	23
9.4. Humidité relative.....	24
9.5. Synthèse climatique.....	25
9.5.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson .....	25
9.5.2. Climagramme d'Emberger :.....	26
Chapitre III : Matériel et Méthodes .....	29
1. Choix des sites d'étude.....	29
2. Méthodologie sur terrain .....	29
2.1. Échantillonnage des rongeurs.....	29
2.1.1. Capture par piégeage .....	29
2.1.2. Capture par inondation .....	30
3. Méthodologie au laboratoire .....	30
3.1. Identification des rongeurs .....	30
3.2. Pesées des individus .....	30
3.3. Etude morphométrique .....	31
3.4. Etude craniométrique .....	32
3.4.1. Préparation des crânes .....	32
3.4.2. Mesures craniométriques.....	33
4. Analyses des données.....	35

Chapitre IV : Résultats et discussions .....	36
1. Etude morphométrique des individus de <i>Meriones shawi</i> .....	36
1.2. Application de l'ACP aux indices morphométriques calculés à partir des mensurations morphologiques.....	37
2. Etude craniométrique des individus de <i>Meriones shawi</i> .....	40
3. Analyse en composantes principales sur indices craniométriques de <i>M. shawi</i> au niveau 41	
Références bibliographiques .....	44

# *INTRODUCTION*

## INTRODUCTION

Les rongeurs constituent un chaînant important des écosystèmes en termes de biomasse, ils correspondent presque à la moitié du nombre d'espèces des *mammalia* (Wilson et Reeder, 1993). Plus précisément LE Louarn et Quer (2003) notent que plus de 40% des espèces des mammifères sont des rongeurs. Ces animaux sont en général terrestres nocturnes et de petite taille (Duplantier et *al.*, 1984).

Au sein de l'ordre des rongeurs, deux familles sont considérées d'importance agronomique et médicale, il s'agit des *Muridae* et des *Gerbillidae* (Petter et Saint Girons, 1965).

En Afrique du Nord, parmi les rongeurs nuisibles on trouve la gerbille *Meriones shawii* (Buckle & Smith, 1994 ; Giban & Haltebourg, 1965 ; Bernard, 1977 ; Adamou-Djerbaoui, 2010 ; Adamou-Djerbaoui et *al.*, 2010 ; Sekour et *al.*, 2010). Outre les dégâts sur les cultures, ce rongeur a pour habitude de stocker des réserves de céréales cultivées dans les chambres prévues à cet effet pour subsister en période de saison sèche (Saint Girons & Petter, 1965 ; Zaime & Gautier, 1988). Au Maroc, Aulagnier (1992) mentionne que *M. shawii* vit sur le littoral et pénètre en zone saharienne à la faveur des oasis, alors qu'en Algérie, Kowalski et Rzebik-Kowalska (1991) signalent sa présence dans la région des hauts plateaux. De plus, on constate que cette espèce a envahi, depuis 1992 les zones cultivées des hautes plaines d'Algérie où elle provoque des pertes agricoles importantes (Adamou-Djerbaoui et *al.*, 2012).

Selon l'Institut de protection des végétaux d'Algérie (INPV, 2006), les superficies agricoles infestées par ce rongeur sont estimées à 400 000 ha en 2005. De rares travaux se sont intéressés à la diète de *M. shawii* en milieu naturel Belabbas et Butet (1994) en Algérie et Zaime et Gautier (1989) au Maroc. Cependant rien n'est connu en ce qui concerne les éléments réellement dévastés dans les cultures imputables en toute certitude à la mérione de Shaw en Algérie. Cette information est indispensable pour mettre au point une stratégie de lutte efficace (Adamou-Djerbaoui et *al.*, 2012).

Dans cette perspective, une attention particulière est orientée vers l'étude du rôle de la mérione dans la transmission à travers des arthropodes des maladies zoonotiques tel que la leishmaniose cutanée.

La présente étude se vaut donc une contribution à l'étude de de systématique de ces rongeurs à travers leur morphométrie et leur craniométrie, elle s'articule autour de quatre

chapitres. Une synthèse bibliographique abordant le volet bio-écologie des rongeurs constitue le premier chapitre, les différents aspects climatiques, édaphiques, floristiques de la région d'étude sont abordés au deuxième chapitre. Les différentes facettes de la méthodologie adoptée ainsi que le matériel utilisé sont développées dans le troisième chapitre et le quatrième chapitre rassemble les résultats obtenus accompagnés de leurs discussions. Une conclusion générale assortie de perspectives clôture ce travail.

*Chapitre I :*  
*Synthèse bibliographique*

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique**

### **1. Description de *Meriones shawi***

La mérione de Shaw est l'espèce la plus grande du genre *Meriones*, c'est une espèce qui fréquente des biotopes relativement humides. Les Mériones sont des rongeurs de la taille d'un rat qui possède une fourrure épaisse (Aulagnier et Thevenot, 1986). Elle se caractérise par un pelage roux au niveau dorsal et blanchâtre au niveau ventral. La queue se termine par un pinceau, les pattes postérieures sont plus longues que les pattes antérieures.

Les Mériones adultes mesurent de 9 à 18 cm (tête et corps) avec une queue égale ou légèrement plus longue que le reste de l'animal (Corbet et Hill, 1992 ; Nowak, 1999). Le poids varie considérablement selon les espèces mais se situe généralement entre 30 et 100 grammes.

Ils ressemblent plus à des rats que beaucoup d'autres gerbillines, mais sont toujours capables de sauter. Ils ont de fortes griffes avant qui sont utilisés pour creuser leurs terriers. Oreilles à l'extrémité pigmentée. Bulles tympaniques plus longues que le diastème, atteignant le condyle occipital. Mandibule à processus coronoïde court et Ramus large  $2n=44$  (Aulanier et *al.*, 2008). Les membres du genre vont du social au plutôt solitaire. Même chez les espèces solitaires, les domaines vitaux se chevauchent souvent. Les femelles donnent naissance à 1 à 12 petits après une période de gestation d'environ 20 à 30 jours (Nowak, 1999).

### **2. Systématique**

Les rongeurs ont une distribution géographique naturelle qui couvre le monde entier (Aulagnier et Thevenot, 1986). Cet ordre est également le plus diversifié, si on doit tenir compte des caractéristiques morphologiques, des aptitudes physiques ainsi que des différents milieux qu'occupent ces animaux (Ouzauit, 2000).

La classification des rongeurs repose surtout sur des caractères morphologiques tels que les mensurations corporelles, la dentition, la forme et la structure du crâne et la perforation correspondant au passage de l'artère méningé et autres caractères du pelage (Le Berre, 1990). La fragilité et le traitement fastidieux et délicat du crâne des petits rongeurs conduit souvent à l'utilisation des mesures corporelles comme éléments essentiels de classification (Sicard et *al.* 1995 ; Bergmans, 1997). Mais la variation de la taille des individus au sein d'une même espèce liée à l'âge et au bien-être de l'animal relance toujours une polémique par rapport à la validité de l'utilisation des paramètres corporels comme base d'identification des rongeurs (Dako et al 2002). Selon les mêmes auteurs, au sein des petits rongeurs le problème est encore plus perceptible étant donné que les adultes de certaines espèces possèdent visiblement la même

taille. D'où la nécessité d'évaluer alors les mensurations corporelles comme base de la classification des petits rongeurs.

Mériones (Pallasiomys) shawi ou Meriones shawi, en français la Mérione de Shaw ou Gerbille de Shaw, est un rongeur du genre Meriones .Il vit dans le sud du Maroc, de l'Algérie, de la Libye et de l'Egypte.

Trois sous- espèces habitent le Maroc. *Mériones shawi shawi* est le représentant type de l'espèce, elle a été décrite d'Oran (Algérie) ; *Mériones shawi trouessarti* (Lataste ,1888) est plus petite et de couleur plus fauve, elle a été décrite de Boussaâda (Algérie) ; *Meriones shawi grandis* (Cabrera, 1907) est de couleur gris foncé, il s'agit d'animaux dont la croissance particulièrement rapide fait des géant pour l'espèce ; elle a été décrite de Marrakech.

Selon Petter et Saint Girons (1965) Classification de *Meriones shawi*

Règne : *Animalia*

Embranchement : *Chordata*

Sous-embranchement : *Vertebrata*

Classe : *Mammalia*

Sous-classe : *Theria*

Infra-classe : *Eutheria*

Ordre : *Rodentia*

Sous-ordre : *Myomorpha*

Famille : *Muridae*

Sous-famille : *Gerbillinae*

Genre : *Meriones*

Sous-genre : Meriones (Pallasiomys)

Nom binominal : *Meriones (Pallasiomys) shawi* (Duvernoy, 1842).

### **3. Répartition géographique et habitat**

L'aire d'habitat de cette espèce s'étend sur toute la partie nord de l'Afrique, du Maroc à l'Egypte. Son aire de répartition en Algérie couvre les zones des Hautes plaines intérieures. La mérione vit dans des terriers qu'elle creuse souvent dans des terrains en pente ou à texture légère elle a une préférence marquée pour les terres en friche, des berges des oueds et les talus de routes et de voies ferrées qui offrent plus de Tranquillité et de sécurité à sa survie. Cependant, elle peut, en période de forte pullulation, coloniser tous les types de sol de grandes étendues de terrain. Les terriers se remarquent par la présence de petits tas de terre , d'herbes fraîches et

d'excréments proximité dans des galeries le diamètre varie entre 10 et 15 cm .Un terrier est constitué de plusieurs galeries souterraines avec de multiples entrées Aériennes ( jusqu'a 08 orifices au mètre carré ) ces galeries dont le font sert de Grenier de réserves en nourriture peuvent parfois atteindre 1,5 mètre de profondeur.

#### 4. Reproduction

Il est utile de connaitre les variations saisonnières du climat et la reproduction des rongeurs pour établir des mesures de lutte efficaces. En conditions de Laboratoire, les différents facteurs de reproduction chez *Meriones shawi* sont mentionnés dans le tableau ci-dessous selon Zaime (1985). La période de reproduction chez *Meriones shawi* commence à partir de la fin de l'hiver et atteint le maximum au printemps (INPV, 2017). Par contre Au Maroc, Ouzaouit (2000) indique que la reproduction de *Meriones shawi* débute en décembre et se termine en juillet. Au Maroc, les cycles saisonniers de la reproduction de M .shawi ont été décrits par Zaime (1985) (tableau 1). Ce qui amène à dire qu'elle débute avec le prolongement de la période lumineuse, de la température et la disponibilité des ressources alimentaires, et s'arrête à l'automne avec la diminution des mêmes facteurs (Hubert, 1984).

**Tableau 1** : Les cycles saisonniers de *Meriones shawi* (Zaime, 1985).

Les cycles saisonniers	Nombre de jours
Durée de gestation	21
Nombre de portée par an	4,5 ± 1
Nombre de petits par portée	5,62 ± 2
Durée de lactation	26 ± 4
Age d'acquisition à la maturité sexuelle	60 ± 3
Age à l'ouverture des yeux	18 ± 1

En Tunisie, Bernard (1970) indique que la reproduction de la Mérieone de Shaw se produit de mars à septembre. Zaime *et al.* (1992) ont trouvés deux pics d'activité des gonades chez les mâles en novembre puis en janvier mars et signalent que la reproduction est activée par les précipitations. Ce qui confirme lest travaux de French *et al.* (1974), en pensant que le déclenchement de la reproduction est étroitement lié avec la teneur en eau des aliments consommés en saison plus pluvieuse.

La reproduction chez les petits rongeurs a certes lieu toute l'année, mais présente des périodes où elle est beaucoup plus importante que d'autres, ces fluctuations sont liées au cycle annuel des pluies (Duplantier, 1989).

## **5. Régime alimentaire**

Le caractère généraliste du régime alimentaire annuel de *M. shawi* résulte de la somme de ces activités sélectives qui, changent de plantes cibles, permettent un ajustement aux conditions variables de l'environnement trophique ; d'où le grand nombre d'espèces végétales consommées sur l'année. Toutefois, à cette sélectivité au niveau des espèces, se superpose un changement des organes ingérées (feuilles, sépales et pétales de fleurs) en période hivernale et printanière ; davantage de fruits et de graines, en début de période estivale. A cela, s'ajoute, bien sûr ; la consommation saisonnière des arthropodes. Néanmoins, cette sélectivité va de pair avec un prélèvement important et constant de quelques plantes très abondantes dans le milieu qui constituent l'alimentation de base (Zaïme, 1985).

## **6. Importance de la mérione de shaw**

En Afrique du Nord, la mérione de Shaw *Meriones shawi* est un des rongeurs les plus abondants (Petter et Saint Girons, 1965 ; Fichet-Calvet, 2013). Cette espèce endémique à la région méditerranéenne est liée aux biotopes relativement riches en végétation (Petter, 1961). Elle est rencontrée depuis des localités côtières jusqu'à environ 500 km à l'intérieur des terres, du nord-ouest du Maroc l'Egypte (à l'ouest du Nil), en passant par l'Algérie, la Tunisie et la Libye (Aulagnier et al., 2012). En raison de ses explosions démographiques périodiques qui ont été enregistrées au Maroc, en Algérie et en Tunisie, cette espèce est classée comme nuisible (Perret, 1961 ; Bernard, 1977). *M. shawi* s'attaque à une large gamme de plantes herbacées et d'arbustes, et peut causer de grandes pertes aux cultures. Cette dernière a un régime alimentaire diversifié et apparaît comme une espèce généraliste et opportuniste qui peut se maintenir dans des zones à forte hétérogénéité végétale (Zaïme et Gautier, 1987 ; Teka et al., 2002). Cette espèce est aussi le principal réservoir de leishmaniose cutanée causée par *Leishmania major* (Rioux et al., 1942 ; Neoumine, 1996). Cette zoonose touche tous les pays du Maghreb ; elle a été considérée comme un problème de santé publique durant cette dernière décennie (Riyad et al., 2013 ; Derbali et al., 2012).

Depuis sa découverte en 1842 par Duvernoy à Oran, la taxonomie de la mérione de Shaw a fait l'objet de révisions successives, sans aboutir à un consensus concernant le nombre d'espèces présentes au Maghreb. Longtemps considérée comme une espèce unique distribuée

dans toute l'Afrique du Nord et au Moyen Orient, plusieurs travaux ont proposé l'existence d'au moins deux espèces valides pour l'Algérie et le Maroc. Dès sa description initiale sous le nom de *Gerbillus shawi*, une différence morphologique entre un spécimen d'Oran (Ouest de l'Algérie) et un autre de Sétif (Est de l'Algérie) a été signalée (Duvernoy, 1846).

## 7. Relation homme-rongeurs

Les rongeurs sont en concurrence avec l'Homme pour une partie de ses activités (culture, sylviculture (Carouille et Baube, 2006). Certaines espèces introduites hors de leur milieu sont devenues invasives et sources de dégâts. Les gros rongeurs ne sont pas sources de pullulations, mais en raison de leur taille font des dégâts parfois spectaculaires. Les petits rongeurs qui se reproduisent très rapidement peuvent périodiquement pulluler et alors causer des dommages importants dans les champs, forêts, entrepôts alimentaires (Meerburg et Singleton et Leirs, 2009).

**Tableau 2** : Superficies agricoles infestés à travers le territoire national (I.N.P.V, 2017).

ANNEES	Superficies agricoles infestés en Ha	Nombre de wilaya touchée
1992	200.000	20
2004	500.000	29
2005	400.000	29
2016-2017	044.585	24
2017-2018	074.227,5	22

Les rongeurs participent également à transmettre des maladies comme la babésiose, la leishmaniose cutanée, l'anaplasmose humaine, la maladie de Lyme, la fièvre hémorragique d'Omsk, l'encéphalomyélite de Powassan, la rickettsialpox, la fièvre récurrente mondiale, la fièvre pourprée des montagnes Rocheuses et la fièvre du Nil occidental (CDC,2012).

Les rongeurs présentent une très grande diversité spécifique (près de 2300 espèces actuellement connues, soit 42% des espèces de mammifères) et cette diversité est maximale dans les zones tropicales. La transmission directe de pathogènes entre rongeurs et humains est peu fréquente, le mode de transmission habituel fait appel à des arthropodes vecteurs. Les rongeurs hébergent une très large gamme d'agents pathogènes (ectoparasites et endoparasites, bactéries, virus), mais cela ne signifie pas pour autant qu'ils jouent un rôle dans toutes les maladies associées (Duplantier, 2019).

## 8. Méthodes de lutte

Etant donné que les rongeurs sont une nuisance et qu'ils mettent en danger la santé publique, les sociétés humaines tentent souvent d'en contrôler la prolifération. Cela passe généralement par l'empoisonnement et le piégeage de ces animaux, des méthodes qui ne sont pas toujours sûres ou efficaces. Plus récemment, la lutte intégrée tente d'améliorer le contrôle des populations de rongeurs par une combinaison d'études visant à déterminer la taille et la répartition de la population de nuisibles, l'établissement de seuils de tolérance (niveau d'activité des animaux au-delà duquel il est nécessaire d'intervenir), d'interventions et d'évaluation de l'efficacité de ces interventions à partir d'études régulières. L'intervention peut comprendre l'éducation des populations, l'application d'une législation adaptée, la modification de l'habitat de ces animaux, la modification des pratiques agricoles et la lutte biologique en utilisant des pathogènes ou des prédateurs, ainsi que l'empoisonnement et le piégeage (CDC, 2006). L'utilisation de pathogènes comme *Salmonella* a le défaut de pouvoir infecter l'Homme et les animaux domestiques, et les rongeurs deviennent souvent résistants. L'utilisation de prédateurs comme les furets, mangoustes et les varans se montre souvent insatisfaisante. Les chats domestiques et sauvages peuvent contrôler les populations de rongeurs efficacement, si la population de rongeurs n'est pas trop importante (Wodzicki, 1973). La pose d'affûts, de perchoirs et de nichoirs à rapaces est également une méthode de lutte contre la pullulation de nuisibles (Viguié, 2005).

Vu les capacités de reproduction des rongeurs, il est illusoire de vouloir les éradiquer ; le but à atteindre doit plutôt être de les exclure des zones sensibles (pépinières, magasins, par exemple) et de limiter leurs populations pour que les dégâts causés restent à un niveau économiquement acceptable pour les cultures : à ce sujet, le terme anglophone « rodent control » est nettement plus réaliste que l'équivalent francophone de « dératisation » (Granjon et Duplantier, 2009).

La stratégie de lutte s'appuie sur le principe de la lutte intégrée qui allie les techniques agronomiques à la lutte chimique.

### 8.1. Les techniques agronomiques

Elles consistent à opérer des labours profonds au printemps et en automne à l'aide des socs pour la destruction des terriers actifs installés dans les parcelles ainsi que l'inondation des terriers pour l'élimination des petits rongeurs.

## **8.2. La lutte chimique**

Elle repose sur l'utilisation des appâts empoisonnés en raison de 20g /terrier actif, identifié 48 heures à l'avance .En général, le moment opportun de cette lutte doit se situer entre le mois d'octobre et le mois de mars correspondant à la période de disette de la mérione au cours de laquelle le couvert végétal est totalement absent.

Les produits sont mobilisés par les services de la protection des végétaux et remis gratuitement aux agriculteurs en assurant leurs accompagnements techniques.

Il est à préciser que la campagne de lutte contre la mérione est ouverte par arrêté du wali qui détermine les zones infestées, les techniques de lutte à employer, les précautions à prendre ainsi que les opérateurs concernés.

## *Chapitre 2*

### *Présentation de la région d'étude*

## **Chapitre 2 : Présentation de la région d'étude**

Ce chapitre est consacré à une présentation détaillée de notre zone d'étude, du point de vue situation géographique, caractéristiques climatiques afin de déterminer les différents paramètres qui vont nous permettre de caractériser cette zone et nous aider à connaître la nature de son climat.

### **1. Situation géographique et administrative du périmètre d'étude**

La wilaya de M'Sila est située au Sud-Est d'Alger à 248 Km, et est éloignée de 125 Km de la mer (Golfe de Bejaïa) derrière l'écran montagneux des chaînes de l'Atlas tellien (Djurdjura, Bibans, Babors) et les crêtes des monts du Hodna (Hadjab, 1998). Elle est située à 35°40'latitude Nord et 4°30'longitude Est, sur une altitude d'environ 500m. La Wilaya de M'Sila est située dans la zone semi-aride dont la pluviométrie est inférieure à 250 mm/an (Bakiri et *al.*, 2016).

La Wilaya de M'Sila occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du Nord. Sa morphologie et sa position géographique confèrent à cette région un aspect écologique unifié représenté par la prédominance de la steppe, elle fait partie de la région des hautes plaines du centre et s'étend sur une superficie de 18175Km<sup>2</sup>. Soit 0.76 % du territoire national. La population totale de la wilaya est estimée à 1 117 126 habitants, soit une densité moyenne de 65 hab/km<sup>2</sup>. (CF M'Sila, 2019).

De point de vue administratif la wilaya de M'Sila comporte 47 communes regroupées en 15 daïras. Elle est limitée par (Figure N°01) :

- La Wilaya de Bordj Bou Arreridj au Nord,
- La Wilaya de Sétif au Nord-est,
- La Wilaya de Batna à l'Est,
- La Wilaya de Biskra au Sud-est,
- La Wilaya de Djelfa au Sud,
- La Wilaya de Médéa à l'Ouest,
- La Wilaya de Bouira au Nord-Ouest.

La population totale de la wilaya est estimée au 31/12/2013 à 1.175.126 habitants, la densité est de 65 hab/Km<sup>2</sup>, avec 879 et 584 dans les communes M'Sila et Bou-Sâada, elle représente 3.57% de la population totale de l'Algérie (Djemiat, 2014).

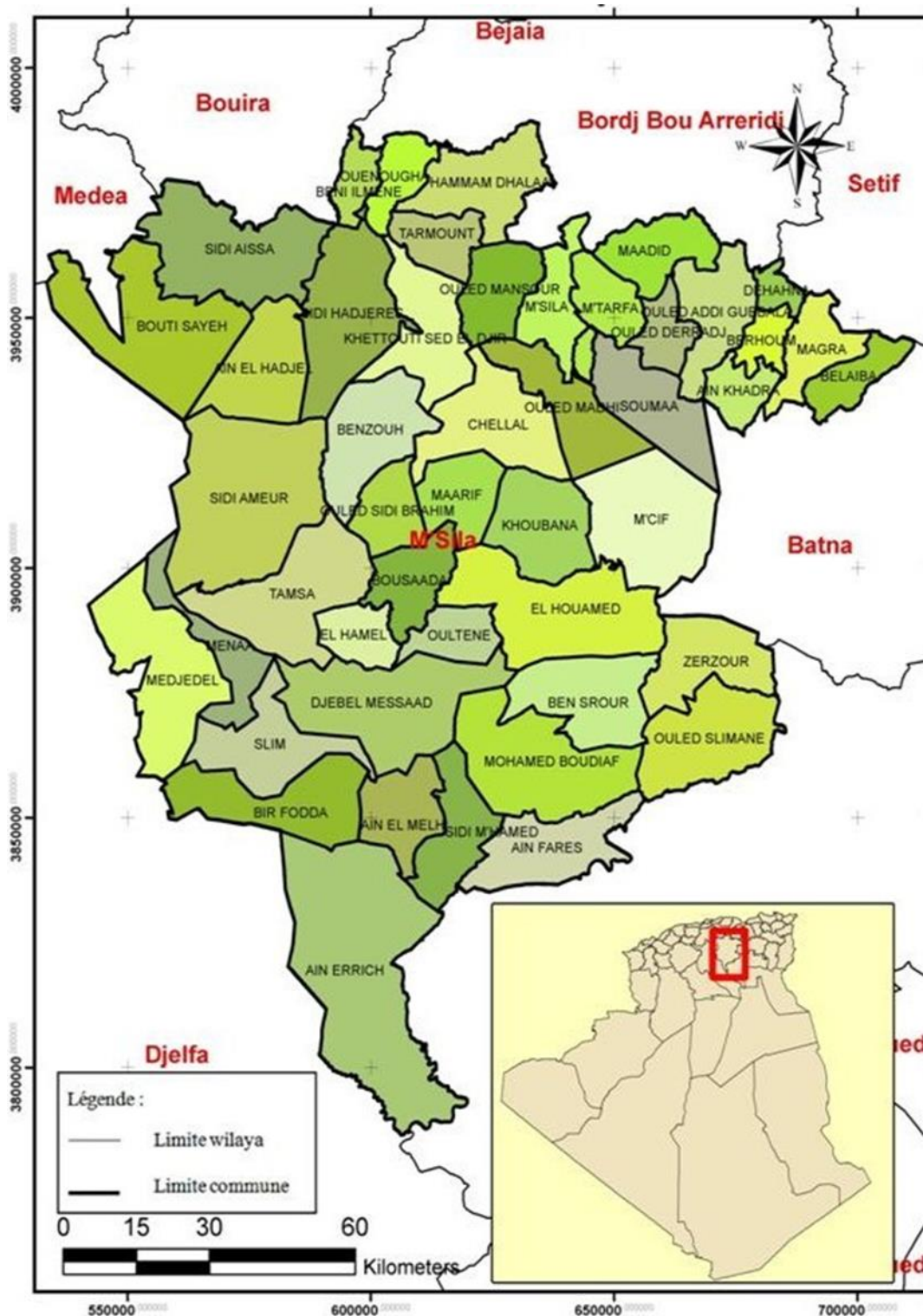


Figure 1 : Carte de situation de la wilaya de M'Sila (C. F. M, 2019).

## 2. Paysages et relief

La région de M'Sila se présente comme une zone enclavée entre les reliefs des deux Atlas (tellien et saharien). La morphologie et la position géographique confèrent à cette région un aspect écologique unifié représenté par des superficies plates qui constituent environ

1.029.945 ha (56% de la superficie totale) où la prédominance des parcours steppiques et surtout des parcours saharien (D. S. A, 2010). Ici, plusieurs paysages peuvent être distingués :

- Le chott el Hodna : dépression salée de 1000 Km au total M'Sila .Elle constitue cuvette d'épandage où la végétation est quasiment absente ;
- La plaine du Hodna : elle représente 33%, réservée essentiellement à la céréaliculture, aux cultures maraîchère et aux arboricultures ;
- Les hautes plaines : elles couvrent la plus grande partie du territoire soit 55%, se caractérise par un couvert végétal clairsemé, traduisant le degré de dégradation des parcours ;
- Les montagnes (au Nord-sud-ouest les monts du Hodna, au sud-ouest les monts des Ouleds Nail, au sud-est les monts du M'Zab et au sud les djebels Ezerga et Mimouna).Cet espace à caractère forestier représente 07 % du territoire, il est aussi réservé à une agriculture de montagne de type extensif.
- Les dunes de sable : Elles s'étendent sur une superficie de 01% de la superficie total (Bouafia, 2011).

### **3. Géologie**

Le bâti géologique du Hodna comporte essentiellement des formations d'âges secondaires, tertiaires et quaternaires (PAW- M' Sila).

La plaine alluviale du Hodna couvre une superficie de 4500Km<sup>2</sup> dans le bassin endoréique hodnéen , entre les piémonts de l'atlas Saharien au sud et à l'ouest ,de l'atlas Tellien au nord ,et ceux des Aurès à l'est .

Selon le Houerou et Claudin (1972), la géologie d'El-Hodna se caractérise par :

- Le quaternaire : représenté par d'anciennes alluvions et des sédiments fins.
- Le tertiaire : il comporte l'Eocène, l'Oligocène continental et le Miocène .Le premier est caractérisé par des grès rouge, des argiles variées, des calcaires et des conglomérats. Le second caractérisé par des conglomérats, des grès fins friables, des marnes rougeâtres et le dernier est constitué d'une alternance de marnes gypseuse avec des grès et des calcaires.
- Le secondaire : comporte le Trias, le Jurassique et Crétacé .Le Trias présente une lithologie composée des marnes gypseuses et des sels, le Jurassique formé par le calcaire et le Crétacé formé par des bans des marnes et de grès avec intercalation de calcaire.

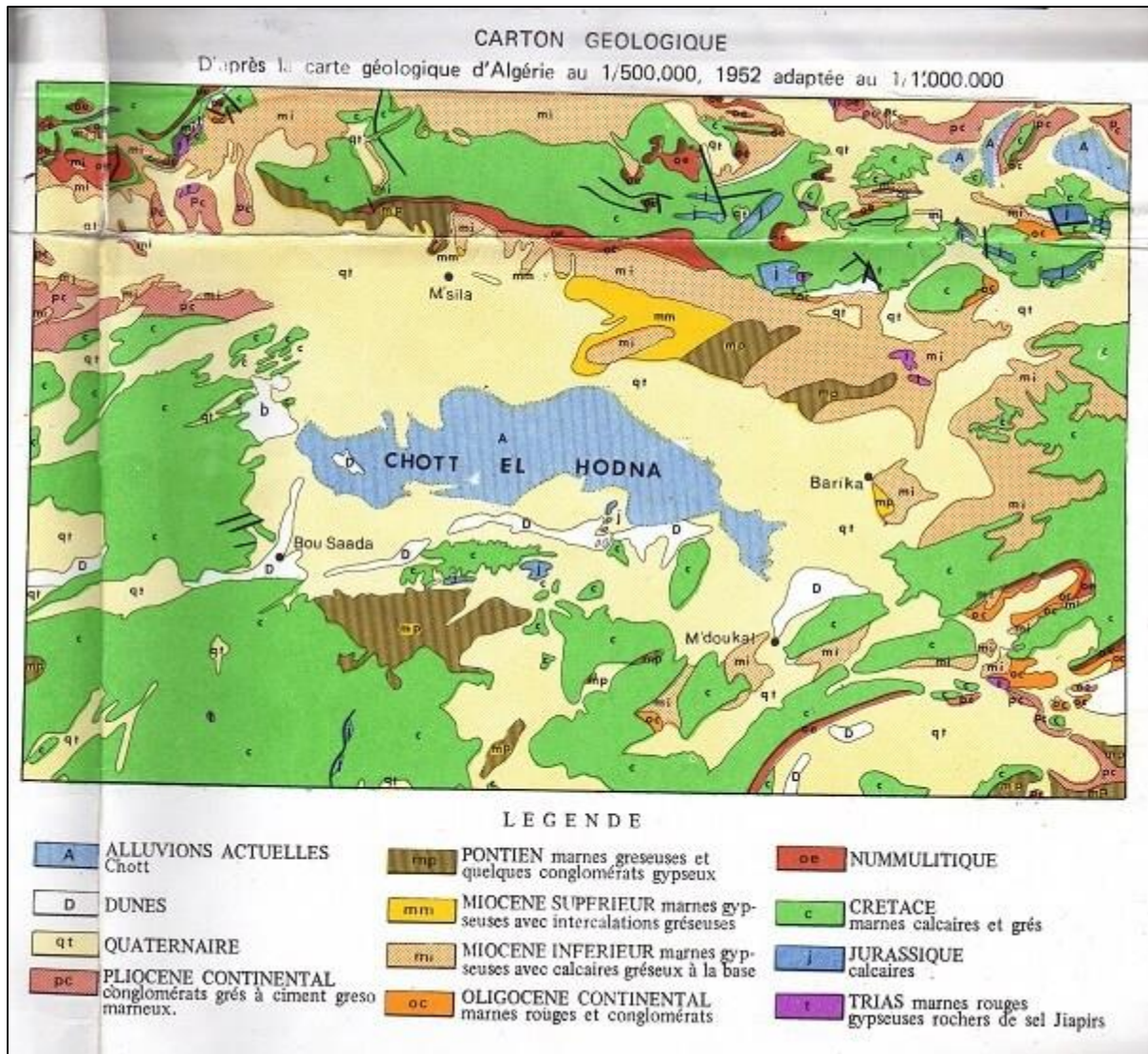


Figure 2 : Géologie de la région du Hodna (Le Houérou et Claudin, 1972).

#### 4. Géomorphologie

La géomorphologie est la science qui a pour objet la description et l'explication des formes du relief terrestre. Cette discipline s'est construite au sein de la géographie physique. La géomorphologie est donc une discipline qui analyse l'une des composantes du milieu naturel, en relation étroite avec les autres disciplines de la géographie physique et des sciences de la terre (géologie).

Le territoire de la wilaya de M'Sila constitue une zone charnière et de transition entre les deux grandes chaînes de montagnes, qui sont l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien.

Selon Hadjab (1998), le bassin du Hodna renferme différents types de paysages ; les plaines, les hautes plaines et les montagnes, on peut donner les classes d'altitude et de pente suivantes :

**Tableau 1** : Classes d'altitude dans la région d'étude (Annuaire de la Wilaya de M'Sila ,2012)

Type de paysage	Superficie(Km2)	Classe d'altitude
Plaines	2726.6	400-500
Haute plaine	11813	500-1000
Montagne	2980	>1000

## 5. Pédologie

Les sols sont des milieux dont les modes de fonctionnement sont définis par des interactions complexes entre constituants-solutions et organismes vivants qu'ils renferment (Girard et *al.*, 2005).

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux. Leur ensemble, dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques : l'atmosphère et les couches superficielles de la lithosphère. (Ramade, 2003).

Selon les documents du D.S .A. (2002), nous pouvons conclure les différents types du sol dans la région de la M'Sila :

### 5.1. Les sols minéraux bruts

Constitués principalement de lithosols et régosols qui se situent pour la plupart aux pieds des montagnes et sur certaines collines .On les observe sur les roches mères dures (calcaire, grès) ou roches tendres (marnes).L'horizon A est très mince et surtout minéral et non structure.

### 5.2. Les sols peu évolués

Ces sols se localisent sur des apports récents fluviatiles calcaires et de texture très variables .Ils présentent parfois une stratification granulométrique due à la sédimentation .Le Calcaire dont la teneur varie (de 5 à 35%) avec l'origine du matériau alluvial, ne présente pas de formes d'individualisation si ce n'est des pseudos mycéliums en mélange parfois avec le gypse.

### 5.3. Les vertisols

Les vertisols occupent une superficie peu importante et leur extension est limitée à certaines dayas et dépressions et sur marnes .La texture des sols est fine à très fine et confère aux sols des caractères vertiques (fentes de retrait et faces luisantes striées) qui sont toujours calcaires.

#### **5.4. Les sols calcimagnésiques**

La roche mère est du grès ou une roche calcaire dure que l'on observe à des profondeurs variables (10-60 cm). La teneur et la distribution du calcaire sont très variables, elle est inférieure à 1% dans l'horizon de surface, mais peut augmenter en contact de la roche mère dans le groupe des sols bruns calciques. On rencontre essentiellement des sols à encroûtement gypseux qui peut apparaître soit au-dessus, soit au-dessous de la croûte calcaire. Ils s'observent généralement sur les glacis anciens et polygéniques.

#### **5.5. Les sols isohumiques**

La position topographique de ces sols est très variable : glacis polygéniques encroûtés du quaternaire ancien et moyen, glacis récents. Le profil calcaire est variable : diffuse, pseudo, mycélium, amas, nodules dans la partie moyenne du profil. Dans ces sols, on peut observer localement un encroûtement gypseux et une salinisation en profondeur due à une nappe. Ils occupent de grandes superficies, sur un matériau sablo-éolien ou plus argileux comme dans les dayas.

#### **5.6. Les sols hydromorphes**

Ces sols occupent une superficie très limitée, et ont été observés en bordures des chotts, dans les dépressions inter dunaires et alluviales, et dans certaines dayas. On observe très souvent un horizon d'accumulation de gypse et parfois un encroûtement calcaire au niveau de la zone de battement des nappes superficielles.

#### **5.7. Les sols halomorphes**

On les trouve essentiellement en bordure du chott Hodna de part et d'autre. Ils se forment dans les alluvions à texture généralement grossière (parfois moyenne) souvent recouverts par des dépôts sableux éoliens. La nappe phréatique peu profonde (1 à 3 cm) est responsable de la salure très élevée soit directement dès la surface soit à faible profondeur. Aussi ces sols se localisent dans les zones d'épandage (anciennes et actuelles) des principaux Oueds sur des alluvions calcaires à texture fine ou moyenne au nord du cordon dunaire.

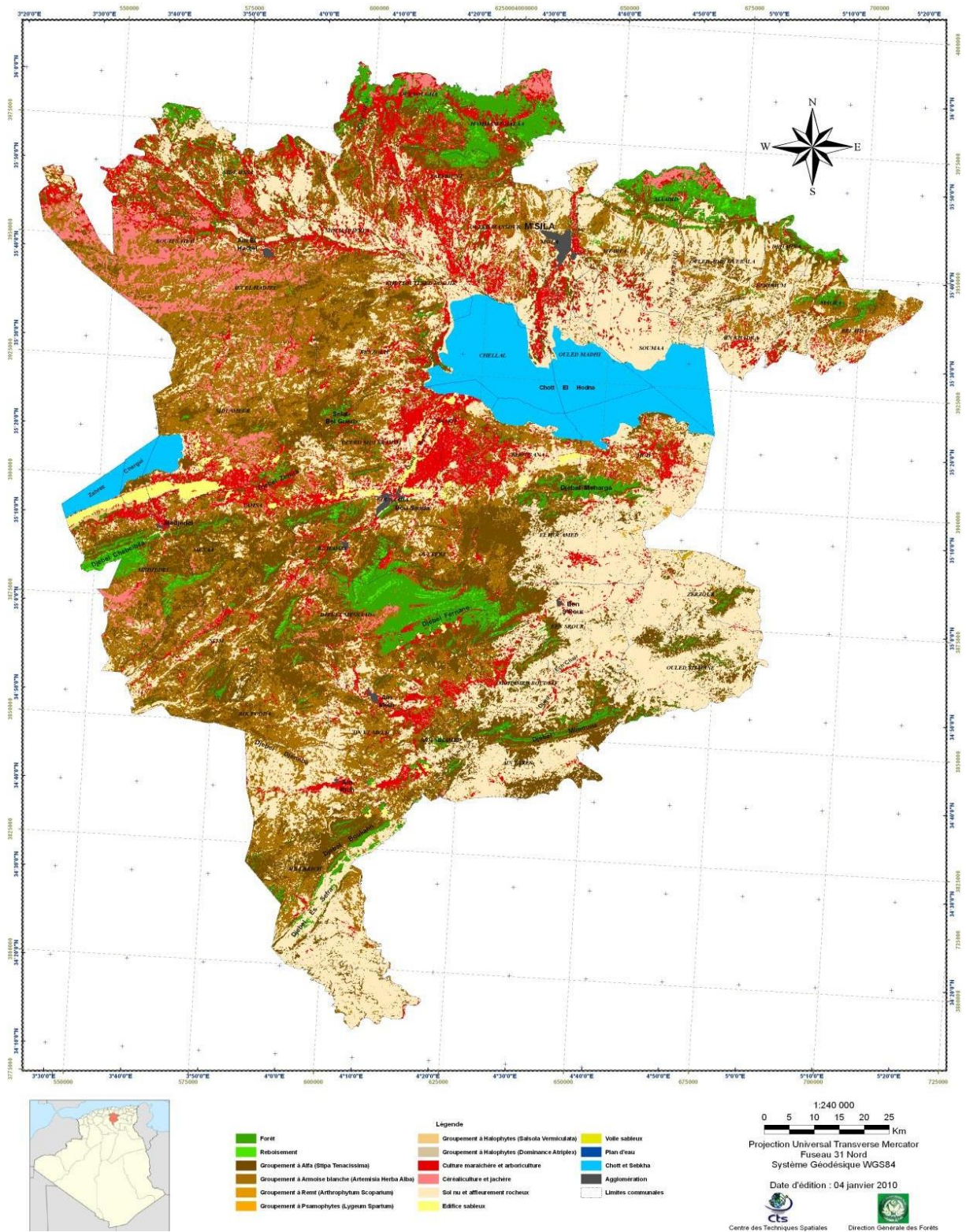


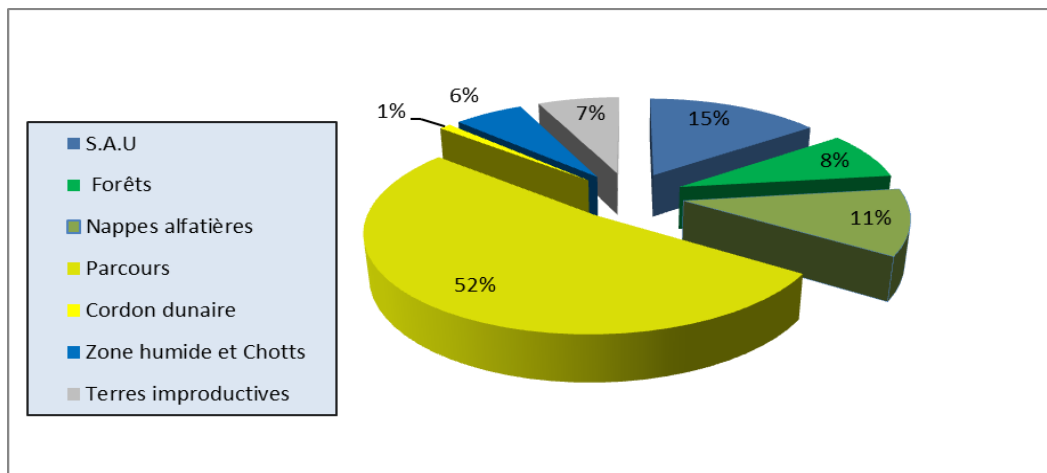
Figure 3 : Carte d'occupation des sols de M'Sila

## 6. Répartition générale des terres

Les terres sont réparties comme suit (tableau 2) :

**Tableau N°2** : La répartition générale des terres de la wilaya de M'Sila (CF M'Sila)

Terre	Superficies (Ha)	Pourcentage (%)
Parcours	986.000 Ha	52
S.A.U	277.592	15
Nappes alfatières	200.000	11
Forêts	150.000	08
Terres improductives	125.750	07
Zones humides et Chotts	110.000	06
Cordon dunaire	22.500	01



**Figure N°4** : Représentation de la répartition générale des terres

La région de M'Sila est une zone steppique avec un pourcentage des parcours de (52%) et une superficie estimée avec 986.000 Ha. Les terres cultivées avec une superficie de 277.592 Ha, les nappes alfatières avec une superficie de 200.000 Ha. Les terres forestière 150.000 Ha avec (08%) de la superficie totale de la wilaya, les zones humides et Chotts avec (06%). Les terres improductives (07%) et en fin le cordon dunaire avec une superficie de 22.500 Ha qui représente 01 % de la superficie totale de la wilaya de M'Sila.

## 7. Potentialités hydriques de la wilaya

### 7.1. Réseau hydrographique

Le réseau hydrique de la wilaya de M'Sila est représenté par la figure 4

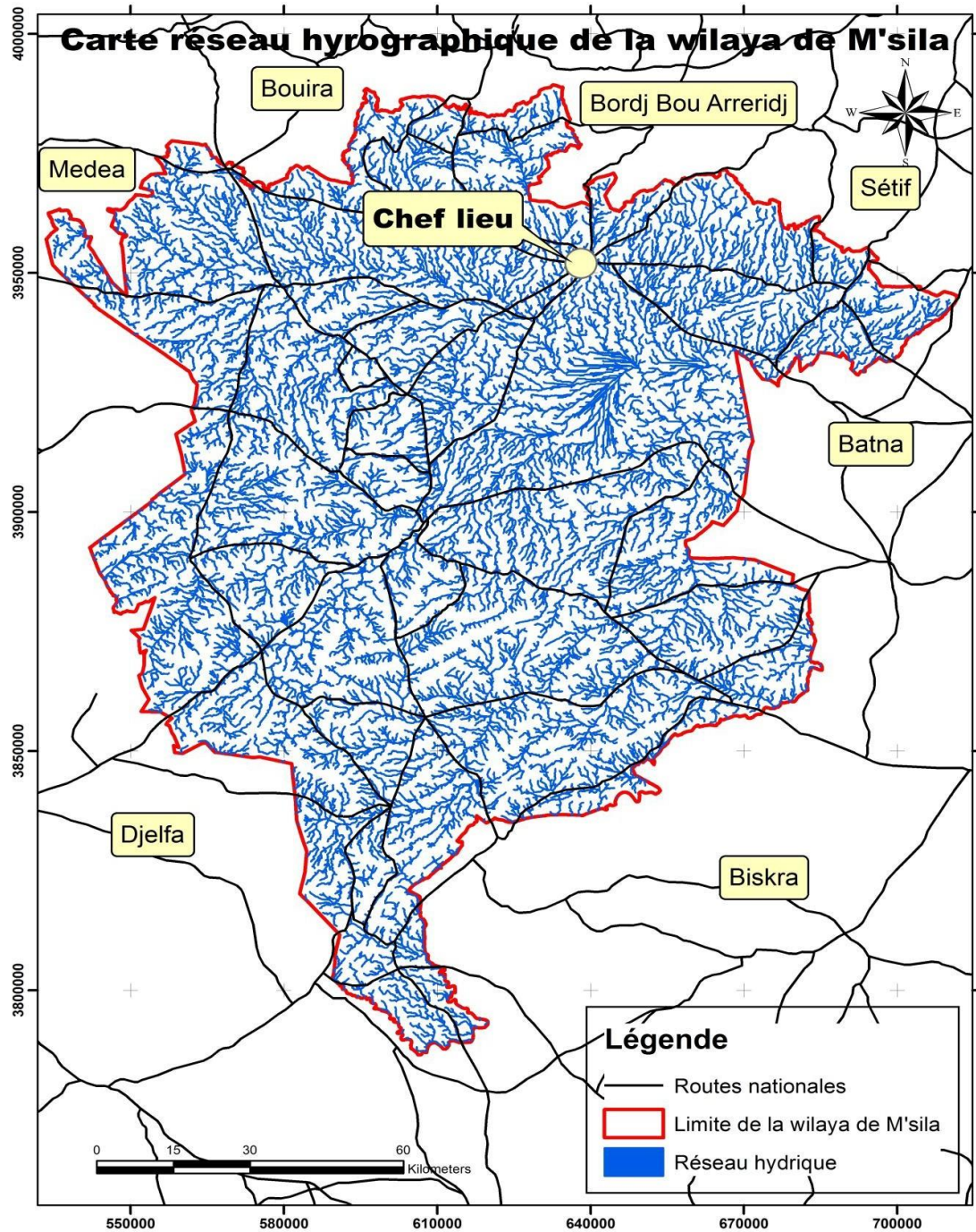


Figure 4: Carte du réseau hydrographique de la wilaya de M'Sila

Une grande partie de la wilaya est considérée comme un immense bassin versant bénéficiant de l'impluvium de l'Atlas Tellien et qui reçoit les eaux de pluie des différents oueds qui se jettent principalement au Chott El Hodna.

### **7.2.Eaux superficielles**

Les eaux de surface sont évaluées à 320 Hm<sup>3</sup> et s'identifient aux apports des oueds consignés dans le tableau 3

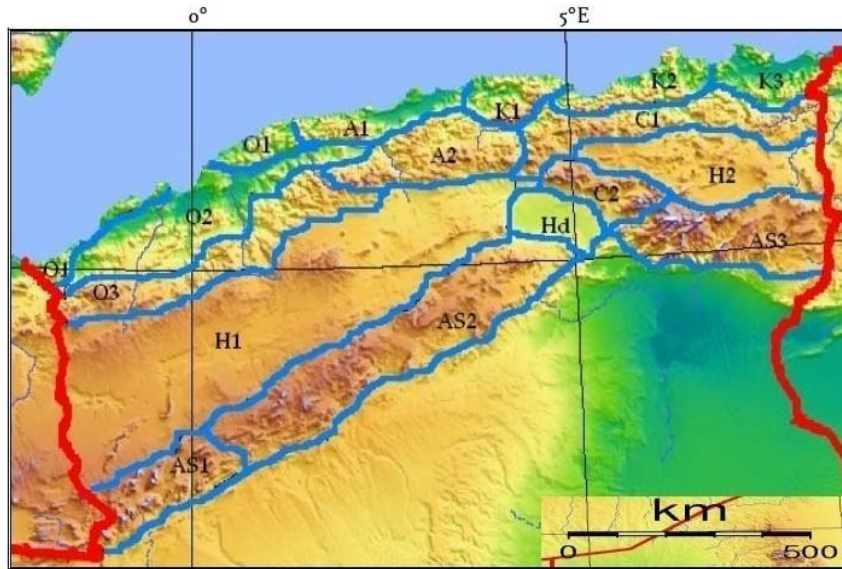
**Tableau 2** : Les principaux oueds de la wilaya de M'Sila (CF M'Sila)

<b>Cours d'eau</b>	<b>Pluviométrie (mm)</b>	<b>Bassin versant (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Apports annuels moyens (Hm<sup>3</sup>)</b>
Oued el K'Sob	300	1460	30 – 50
Oued Leham	250	6400	15 – 210
Oued Soubella	250	186	11
Oued M'Cif	250	4200	40
Oued Logmane	300	328	15
Oued Medjedel	300	575	15
Oued Chaïr	250	2730	20

## **8. Biogéographie**

Selon l'esquisse cartographique (figure 5) des districts phytochorologiques de l'Algérie du Nord (Meddour, 2010), la région de M'Sila appartient au domaine maghrébo-steppien à la région méditerranéenne. Elle est divisée en 2 secteurs et 6 districts :

- Secteur des Hautes plaines steppiennes [H]
  - District occidental-steppien [H1]
  - District orientalo-steppien [H2]
  - District du bassin Hodnéen [H3]
- Secteur saharo-atlasique [AS]
  - District atlasique Ksourien [AS1]
  - District atlasique naïli-amourien [AS2]
  - District atlasique tébessi-aurésien [AS3]



**Figure 5** : Esquisse cartographique des districts phytocorologiques de l'Algérie du Nord

**Légende :**

**K** : Secteur Kabyle et Numidien (K1.Grande Kabylie, K2.Petite Kabylie, K3.Numidie).

**A** : Secteur algérois (A1.sous-secteur littoral, A2.s.s.de l'Atlas tellien).

**C1** : Secteur du Tell constantinois.

**O** : Secteur oranais (O1.s.s. des sahels littoraux, O2.s.s. des plaines littorales, O3.s.s. de l'Atlas tellien).

**H** : Secteur des Hautes plateaux (H1.s.s. des Hautes-Plateaux algérois et oranais, H2.s.s. des Hautes-Plateaux constantinois).

**As** : Secteur de l'Atlas saharien (AS1.s.s. de l'Atlas saharien oranais, AS2.s.s. de l'Atlas saharien algérois, AS3.s.s. de l'Atlas saharien constantinois (Aurès compris).

**SS** : Secteur du Sahara septentrional (H d.s.s. du Hodna, SS1 .s.s. occidental du Sahara septentrional, SS2.s.s. oriental du Sahara septentrional).

**SC** : Secteur du Sahara central.

**SO** : Secteur du Sahara occidental.

**SM** : Secteur du Sahara méridional.

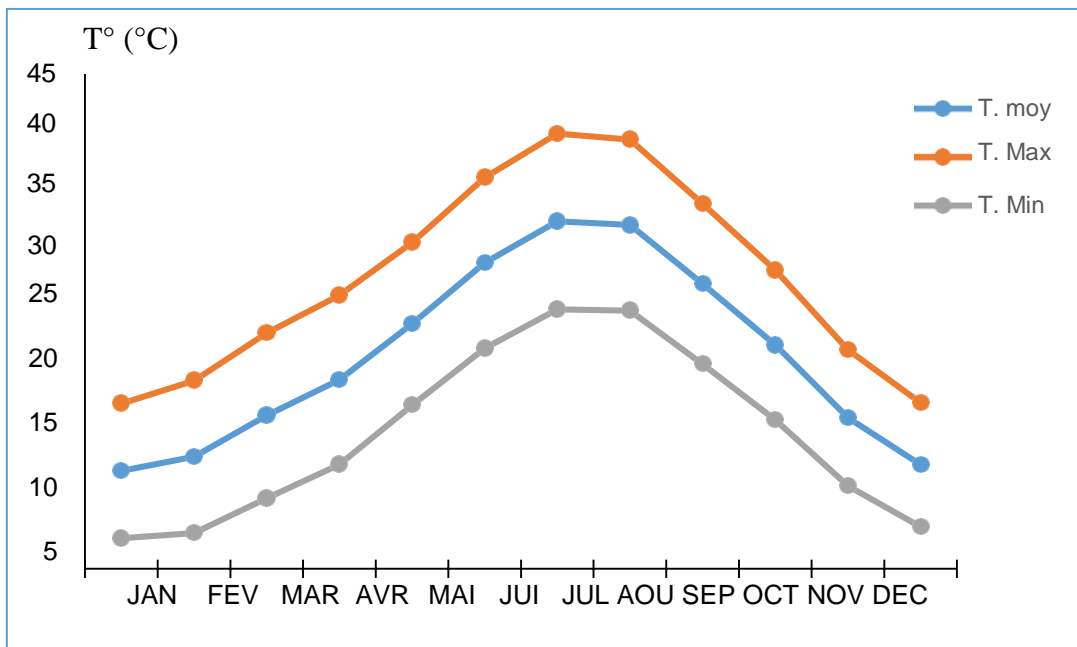
## 9. Climatologie

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. Il dépend de nombreux facteurs : température, précipitation, humidité, évaporation, vent, lumière, pression atmosphérique, relief et nature du sol, voisinage ou éloignement de la mer (Claude et al, 2006).

### 9.1. La température

La température est l'un des éléments importants pour la caractérisation du climat (Ramade, 1984 ; Dajoz, 1985). Elle est liée à la radiation solaire. Son variation influe sur la transformation des eaux en vapeur, que ce soit à la surface ou dans le sous-sol. De ce fait, elle influe sur le degré d'évapotranspiration et par conséquent elle agit sur le taux de salinité des eaux. Toutefois, la température a un rôle important dans la variation des composantes du bilan hydrologique (Gouaidia, 2008).

D'après la figure 6, on constate que le mois de Janvier est le mois le plus froid avec un minimum de 3 °C, alors que le mois le plus chaud est le mois de juillet, avec une température maximale moyenne de 40 °C.

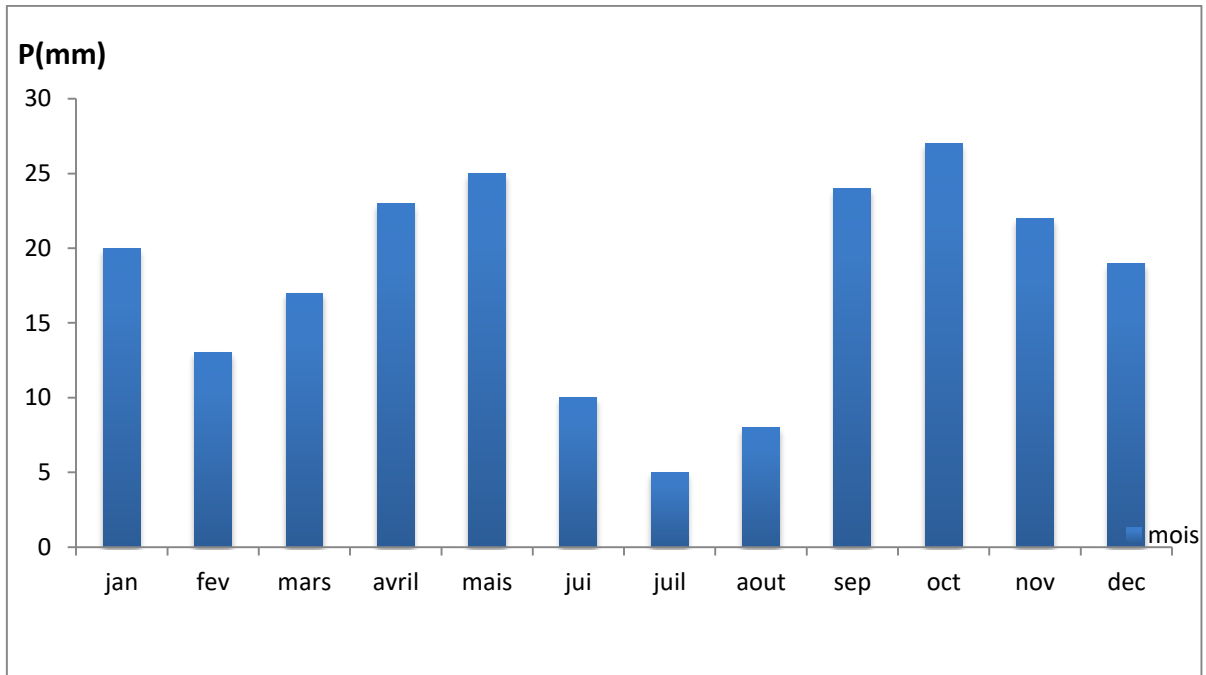


**Figure 6:** Variation des températures moyennes, maximales, Minimales mensuelles pour la station de M'Sila (1986-2019).

### 9.2. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, car sa répartition annuelle ou son rythme est plus important que sa valeur volumique absolue (Ramade, 2003).

Les moyennes mensuelles et annuelles des précipitations (1988-2019) enregistrées par la station météorologique de M'Sila sont représentées par la figure 7.



**Figure 7:** Variation moyenne mensuelle des précipitations enregistrées à la Station de M'Sila (1988-2019).

D'après l'histogramme au-dessus on constate que les mois les plus pluvieux s'étalent de septembre à mai, la saison pluvieuse commence en septembre, les pluies d'automne sont parfois torrentielles et plus ou moins catastrophiques, quant aux pluies d'hiver elles sont moins violentes.

Le mois le plus pluvieux de la station de M'Sila est le mois d'octobre avec (29 mm), le mois le moins pluvieux est le mois de juillet avec (5 mm) il est plus sec avec le mois d'Aout, mais il arrive que les orages d'automne commencent dès les premiers jours du mois d'Août.

### 9-2.1. Régime saisonnier

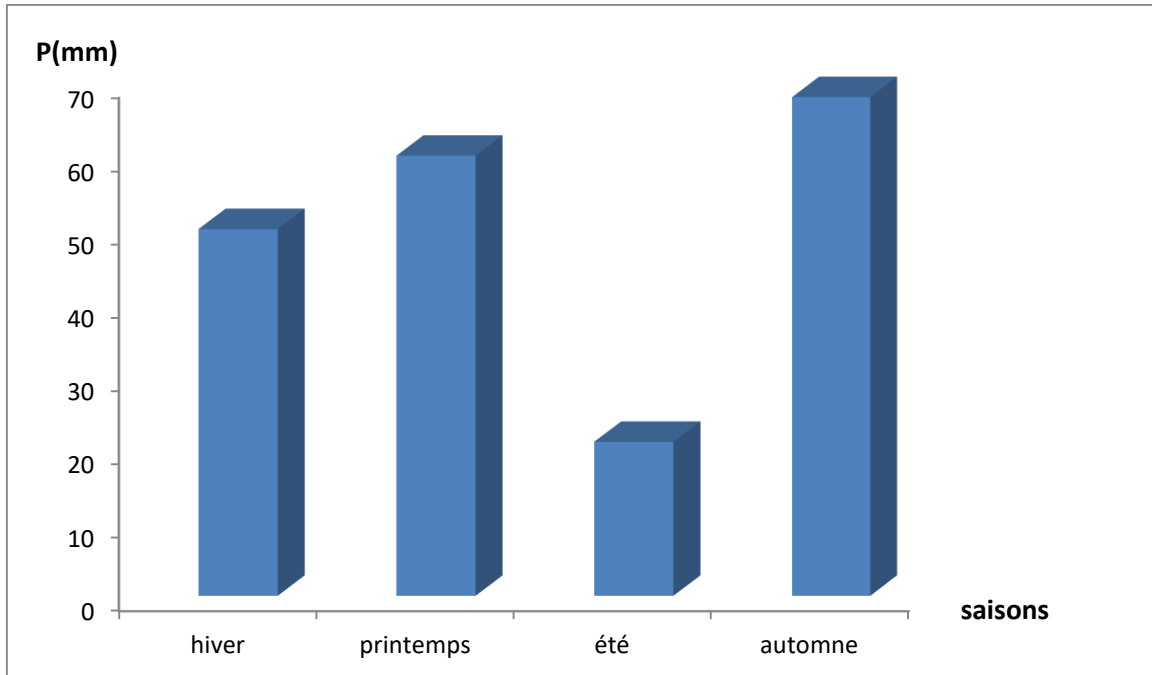
La distribution des pluies au cours de l'année est irrégulière et faible suivant les quatre saisons (figure 8)

- L'automne (Septembre, Octobre, Novembre)
- L'hiver (Décombres, Janvier, Février)
- Printemps (Mars, Avril, Mai)
- L'été (Juin, Juillet, Août)

Le tableau ci-dessous (tableau 4) représente le totale des précipitations dans Chaque saison à la station d'étude :

**Tableau 3** : le régime saisonnier de la région de M'Sila (1988-2019)

station	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Type de régime saisonnier
M'Sila	68	50	60	21	APHE



**Figure 8** : Histogramme du régime saisonnier des pluies au niveau de la Station météorologique de M'Sila (1988-2019)

La station de M'Sila est caractérisée par un régime saisonnier de type APHE, ceci signifie que l'automne est la saison la plus pluvieuse, alors que l'été la saison la plus sèche.

### 9.3. Le vent

Le vent a une action indirecte, en activant l'évaporation, augmentant donc la sécheresse ; et aussi, lorsqu'il est violent, en augmentant le refroidissement par circulation d'air (Dreux 1980).

Le vent est un phénomène continu au désert où il joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense grâce aux particules sableuses qu'il transporte, et en contrepartie une sédimentation également importante qui se traduit par la formation de dunes. (Ozenda, 2004). Il accentue les effets de la température sur les organismes, car il accroît la perte de chaleur due à la vaporisation et à la convection (facteur de refroidissement éolien). Il contribue également à la perte d'eau en augmentant la vaporisation chez les animaux et la transpiration chez les végétaux (Campbell et Reece, 2004).

Les vents dominants qui soufflent dans la région de M'Sila sont :

- Le vent d'Ouest, dit " Dahraoui " qui est le plus pluvieux, il est fréquent en automne, hiver et printemps ;
- Le vent du Nord, dit << Bahri >> qui est moins fréquent, il est froid et sec, pendant l'hiver, alors ceux du Nord-est, bien réparti sur toute l'année accède facilement dans la cuvette de Hodna par vallée de Ouest Biskra. Ceux du sud n'atteignent le Hodna qu'en été, période durant laquelle ils soufflent avec des rafales brûlantes ;
- Le vent à direction variable, qui souffle surtout pendant les saisons sèches ;
- Le siroco ; vent chaud et sec, souffle en général du sud, il entrave le développement des cultures, il constitue la cause du faible tapis végétal dans la wilaya de M'Sila, parce que les vents chauds et sec accentuent le dessèchement du substrat et limite l'installation de la végétation.

Quelles que soient leurs directions, les vents qui soufflent sur M'Sila ont des vitesses relativement faibles, qui vont de 12.7 km/h en octobre, octobre et décembre à 17.9 km/h en avril (tableau 5).

**Tableau 4** : Moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent (Km/h) durant la période (2000-2019).

mois station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
M'Sila (km/h)	13 ,4	15,2	16,1	17 ,9	16,6	16,1	14,8	13 ,6	13,3	12,7	13 ,2	13 ,7	13,4

#### 9.4. Humidité relative

L'humidité relative agit sur la densité des populations en provoquant une diminution du nombre d'individus lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables sur les organismes (Dajoz, 1971). Elle dépend de plusieurs facteurs, de la qualité d'eau, du nombre de jours de pluie, de la forme de ces précipitations (orage ou pluie) de la température, des vents et de la morphologie de la station considéré (Claude et al, 2006).

Nous constatons d'après les valeurs du tableau 5 que les moyennes de l'humidité relative enregistrées pour la période 1988 à 2019 à M'Sila est de 75 % en mois de décembre et de 35 %

en mois de juillet.

**Tableau 5** : Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) de la région d'étude pour la Période (1988-2017)

mois station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M'Sila Humidité	74	66	60	55	48	41	35	37	52	59	68	75

### 9.5. Synthèse climatique

Les facteurs climatiques n'ont une véritable indépendance ni en météorologie, ni en écologie (Sauvage, 1960). D'où l'intérêt de formules climatiques proposées par les auteurs pour une étude synthétique du climat recherchant une classification des types de climat qui puisse rendre compte au mieux du comportement de la végétation.

Biologiquement, le climat méditerranéen est avant tout une question de rythme pluviométrique.

En relation avec ce trait, toute vie végétative est dominée par la sécheresse estivale (Belgat, 2000 *in* Aboura, 2006).

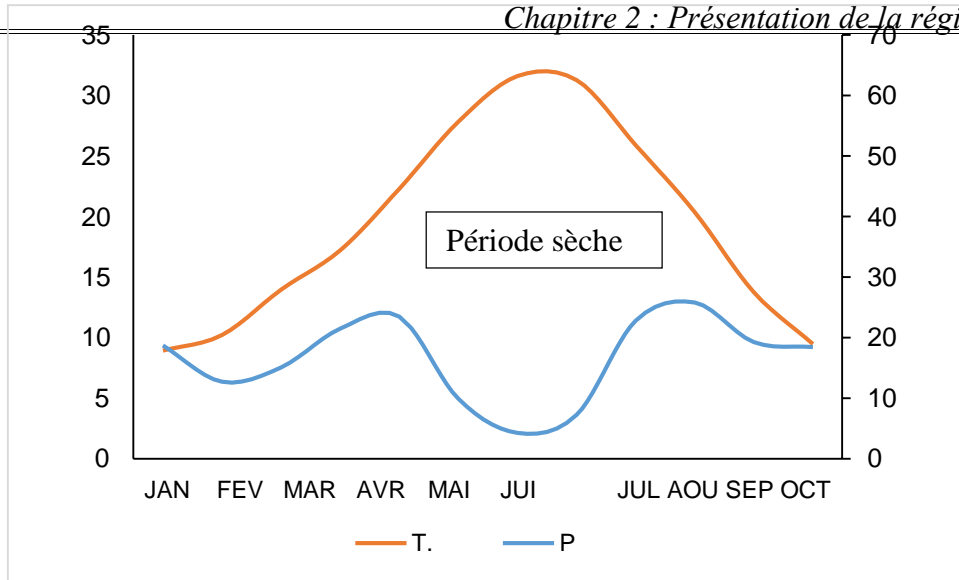
Il s'agit d'exprimer dans cette étude le degré de sécheresse du climat à partir des données de la température et de la pluviosité qui sont les deux facteurs limitants pour la vie végétale (Belgat, Meziani, 1984 *in* Aboura, 2006).

Dans notre étude, nous avons retenu pour l'expression synthétique du climat, le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен, ainsi que le climagramme d'Emberger

#### 9.5.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Bagnouls et Gausсен (1953) considèrent qu'un mois est sec lorsque les précipitations exprimées en mm sont inférieures à deux fois la température exprimée en degrés °C (Seigue, 1985). La période sèche s'établit lorsque la courbe de pluviosité se trouve en dessous de la courbe de température ; il s'agit le plus souvent d'une saison sèche estivale (Ozenda 1982).

La région de M'Sila est caractérisée par une période sèche qui s'étend le long de l'année (figure 9) et ceci à cause des faibles précipitations enregistrées



**Figure 9** : Diagramme Ombrothermique de Bagnoul et Guaussen pour station de M'Sila (2019)

### 9.5.2. Climagramme d'Emberger :

Emberger (1955) a cherché une expression synthétique du climat méditerranéen capable de rendre compte de la sécheresse, donc il a établi le quotient pluviométrique ( $Q_2$ ) qui est d'après Sauvage (1963) « un indice qui exprime la xérité du Nord au Sud de l'écosystème méditerranéen. Ce quotient a une valeur écologique différente suivant les températures minimales qui intervient.

En Algérie Stewart, (1969) in Djebaili, (1984), a montré que la dernière formulation du quotient pluviométrique ( $Q_2$ ) peut s'écrire

$$Q_2 = \frac{1000P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M-m)}$$

P : précipitation annuelle en mm.

$\left(\frac{M+m}{2}\right)$  : Moyenne des températures annuelles.

$(M-m)$  : amplitude thermique extrême en  $K^\circ$ .

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en  $K^\circ$ .

m : moyenne des minima du mois le plus froid en  $K^\circ$ .

Le quotient pluviométrique a l'avantage de combiner deux paramètres : la pluviosité moyenne annuelle P et la moyenne thermique annuelle  $\left(\frac{M+m}{2}\right)$

Les températures sont calculées en degrés Kelvin ( $1K^\circ=1C^\circ+273$ ) pour éliminer les températures négatives en degrés Celsius.

Les représentations graphiques portent  $m$  sur l'axe des abscisses et  $Q_2$  sur celui des ordonnées aux valeurs du quotient correspondent les étages bioclimatiques et à celle des températures minimale du mois le plus froid, en principe plus  $Q_2$  est petit plus le climat est sec.

Les résultats obtenues des calculs ont donnés la valeur de 26.71 pour  $Q_2$  ce qui place la zone d'étude dans l'étage bioclimatique aride supérieur (figure 10)

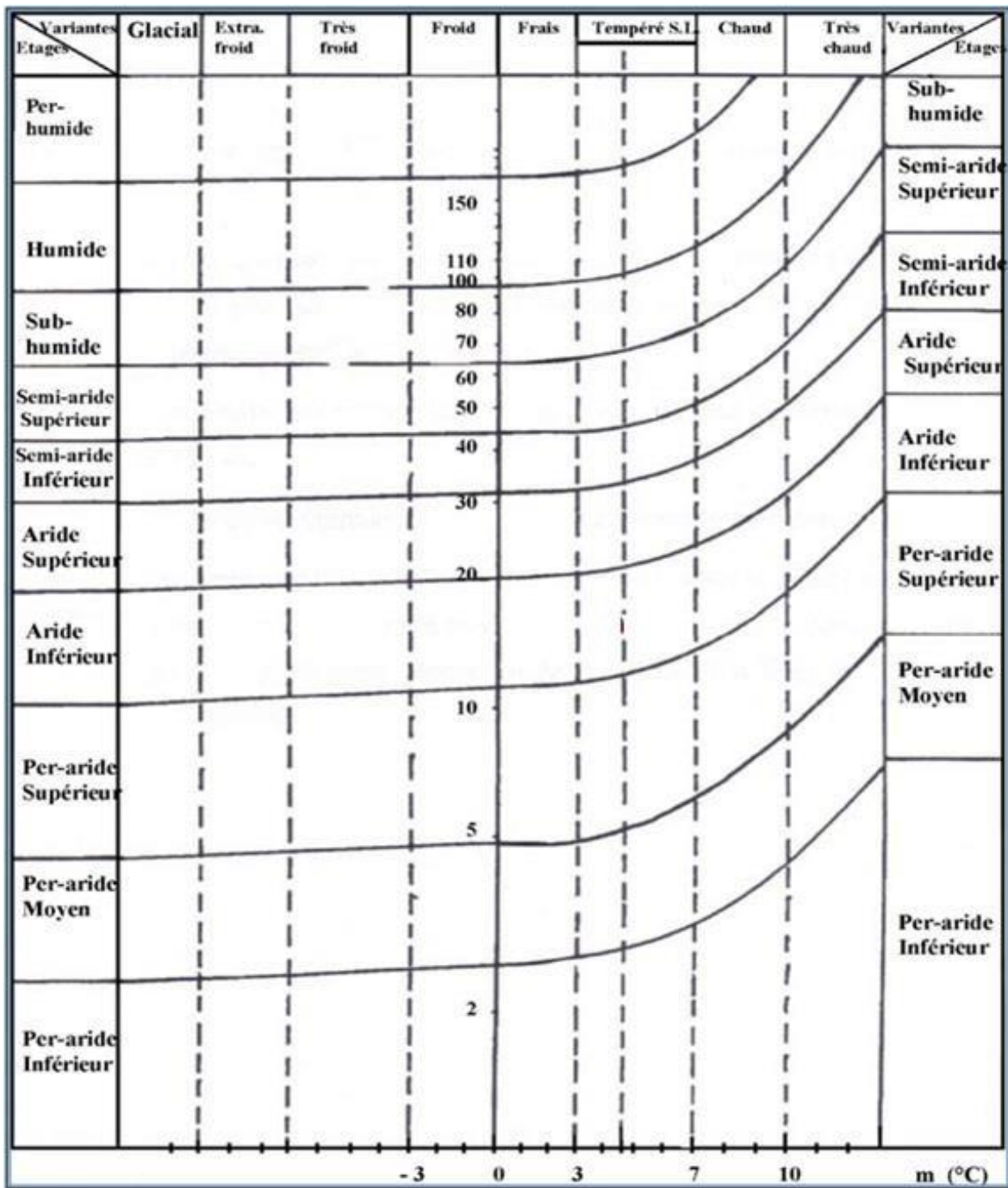


Figure 10: Climagramme d'Emberger de la station de M'Sila pour la période 1988-2019

*Chapitre III*  
*Matériel et Méthodes*

## **Chapitre III : Matériel et Méthodes**

### **1. Choix des sites d'étude**

Les sites d'étude ont été choisis sur la base des indices de présence des rongeurs, notamment l'existence des terriers et des fèces justifiant l'activité des rongeurs. Il s'agit de trois stations situées au Sud-Ouest de la wilaya de M'Sila, à savoir Kef Tiour, Zebara et Sidi M'Hamed.

### **2. Méthodologie sur terrain**

#### **2.1. Échantillonnage des rongeurs**

Pour la capture des rongeurs, nous avons eu recours à l'échantillonnage sur terrain. Il s'agit de détecter les indices de présence (crottes, traces d'urines et fragments de végétaux à proximité des terriers) ainsi que de localiser les terriers actifs.

##### **2.1.1. Capture par piégeage**

Les rongeurs ont été capturés à l'aide de pièges (type Sherman, INRA et ratière). Ces derniers ont été appâtés par des dattes, carotte et autres aliments et ont été déposés ouverts au niveau des issues de terriers actifs des rongeurs à la fin de l'après-midi (figure 11). Puis ils ont été récupérés tôt le lendemain matin.



**Figure 11 : Piégeage des rongeurs (Original)**

### **2.1.2. Capture par inondation**



**Figure 12:** capture des rongeurs par inondation des terriers .

## **3. Méthodologie au laboratoire**

### **3.1. Identification des rongeurs**

Les spécimens de rongeurs capturés sont ramenés au laboratoire, manipulés avec prudence à l'aide de gants en cuire pour éviter les morsures. L'identification a été faite à l'aide de la clé des rongeurs de Bernard (1970) ainsi que celle d'Aulanier et Thevenot (1986).

### **3.2. Pesées des individus**

Après identification, les spécimens échantillonnés ont été anesthésiés au chloroforme puis pesés grâce à une balance numérique de marque Kern (figure 13). Le poids (P) de chaque individu est exprimé en grammes.



Figure 13: pesée des individus de rongeurs (Original).

### 3.3. Etude morphométrique

Une description de la morphologie externe a été faite avant de prendre diverses mesures standards exprimées en millimètres telles que les longueurs tête et corps (T + C), la longueur de la queue (Q), des pattes postérieures (PP), et des oreilles (PO) (figure 14).

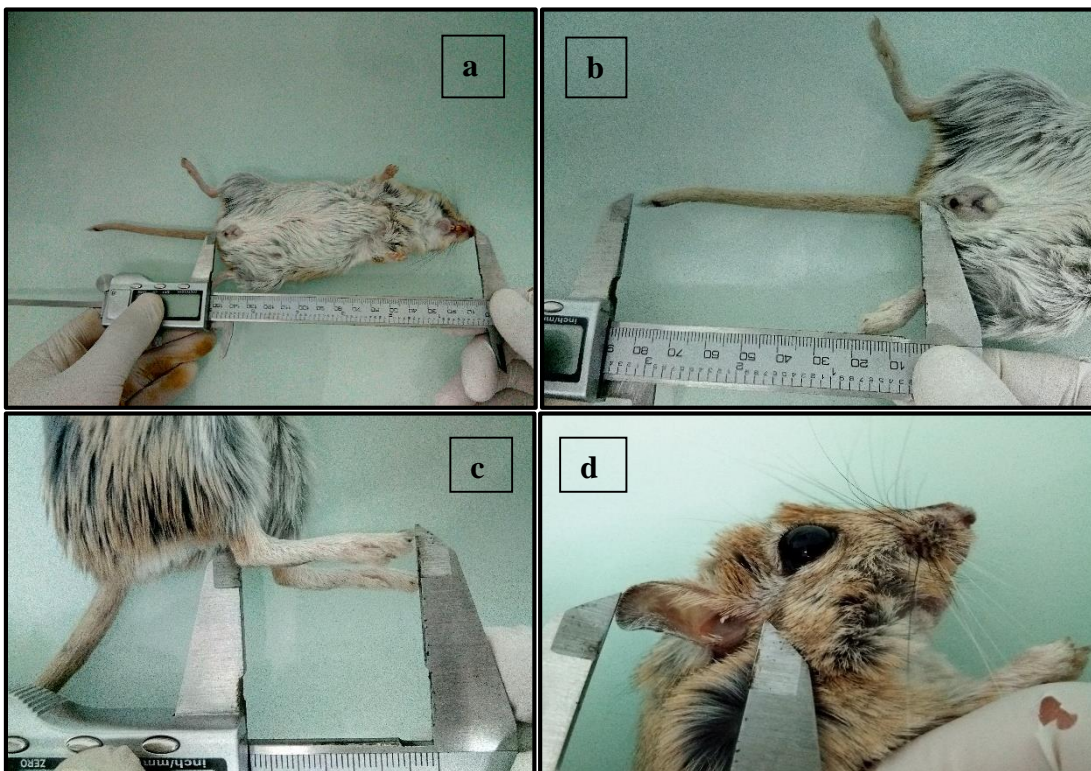


Figure 14: Mensurations des différentes parties du corps de *Meriones shawi* (Original).

**a** : Longueur tête et corps (T + C)

**b** : Longueur de la queue (Q)

**c** : Longueur de la patte postérieure (PP)

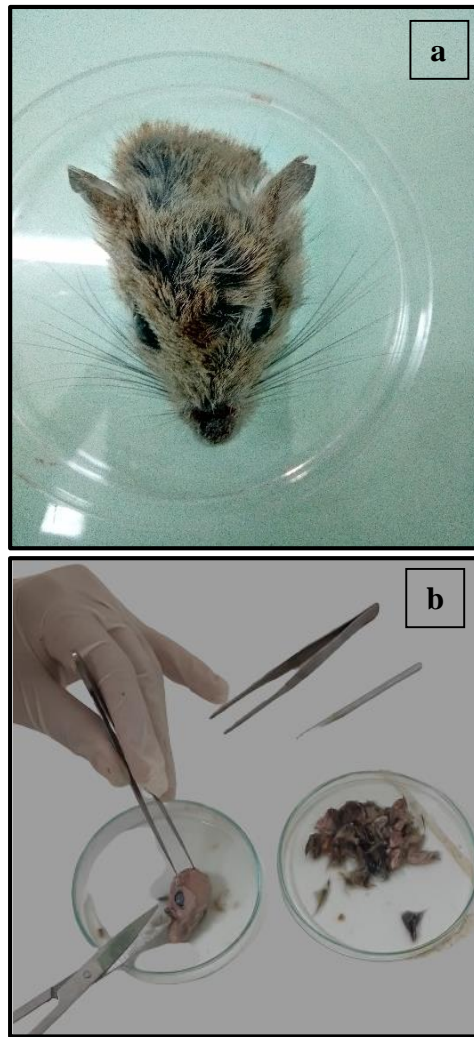
**d** : Longueur du pavillon de l'oreille (PO)

### **3.4. Etude craniométrique**

#### **3.4.1. Préparation des crânes**

Chaque crane séparé du reste du corps (figure 15) est trempé pendant trois jours dans l'eau contenue dans un récipient, cette eau est changée systématiquement jusqu'à ce que la chair se ramollisse.

Les cranes sont débarrassés de leur chair à l'aide d'une pince, et les petits bouts restants sont enlevés en utilisant une brosse à dents. Après cette opération, les crânes sont mis à sécher à l'air libre pendant au moins 3 heures, puis placés dans des bocaux étiquetés pour leur conservation.



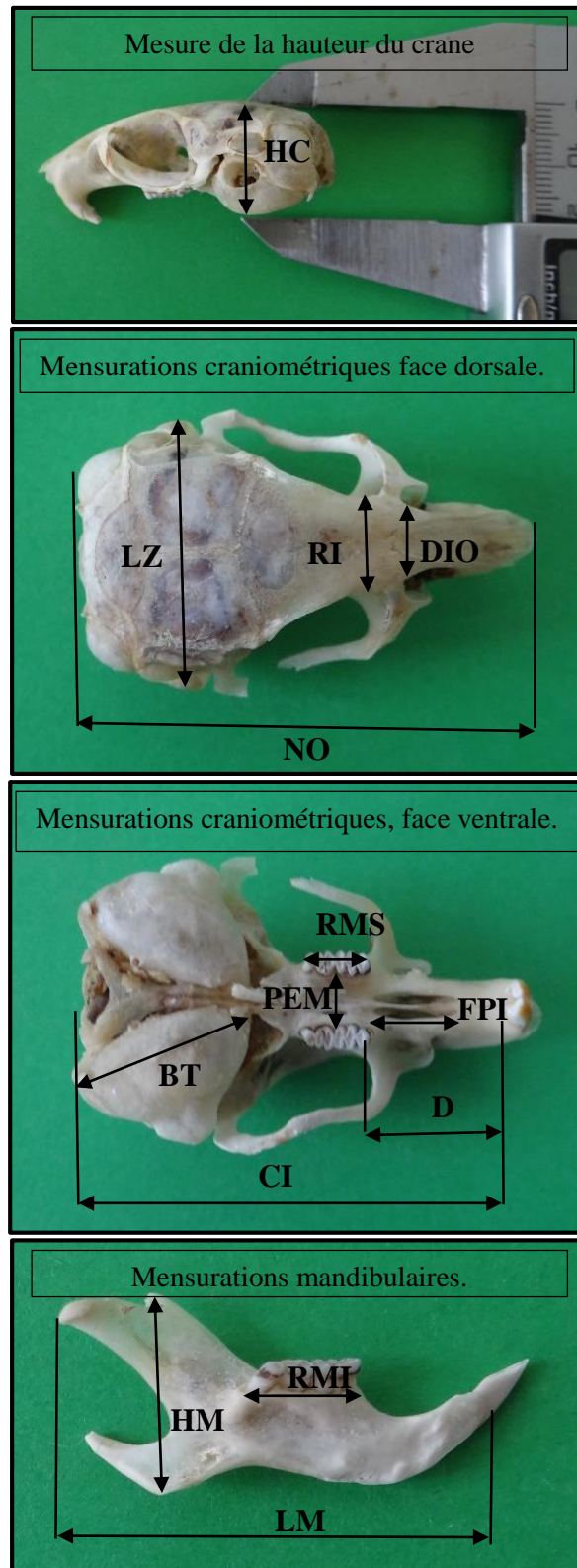
**Figure 15** : Tête de Mérieone destinée à l'étude craniométrique ultérieure (Original).

a : Tête de Mérieone séparée du corps

b : Nettoyage de la tête de Mérieone de sa chair

### 3.4.2. Mesures craniométriques

Sur chaque crâne, nous avons pris 14 mesures comme proposé par Stanley et Hutterer, (2000) à l'aide d'un pied à coulisse de précision 0,01 mm. Les mesures craniométriques prises sont illustrées par la figure 16 et elles sont reportées dans le tableau 6.



**Figure 16:** Les différentes mesures craniométriques chez *Meriones shawi* (Original).

**Tableau 6** : Mensurations crâniennes et leurs abréviations

<b>Mensuration Craniométriques</b>	<b>Abréviations</b>
Hauteur du crane	HC
Longueur Naso-Occipitale	NO
Longueur Condyllo-incisive	CI
Longueur du Diastème supérieur	D
Distance Inter-Orbitale	DIO
Foramen palatin inférieur	FPI
Largeur du palais entre molaire	PEM
Longueur de la bulle tympanique	BT
Longueur de la rangée molaire supérieure	RMS
Largeur zygomatique	LZ
Largeur du rétrécissement inter orbitale	RIO
Longueur mandibulaire	LM
Hauteur mandibulaire	HM
Longueur de la rangée molaire inférieure	RMI

#### **4. Analyses des données**

Pour les différents traitements statistiques des données nous avons eu recours à des traitements de toutes les mensurations réalisées sur les spécimens de rongeurs capturés (moyennes, valeurs maximales, valeurs minimales et les écart-type)

Des analyses multivariées Anova et ACP ont été effectuées à l'aide du logiciel XLSTAT version 2014 en vue de dégager les variations entre les individus.

# *Chapitre IV*

## *Résultats et discussions*

## Chapitre IV : Résultats et discussions

### 1. Etude morphométrique des individus de *Meriones shawi*

Parmi les mammifères, l'ordre des rongeurs est très complexe, sa systématique est encore largement débattue. L'identification d'un ordre aussi important requiert une bonne connaissance des critères et des caractéristiques utilisées mais aussi et surtout des modalités de leur détermination. En général, on tient compte des paramètres anatomiques, morphologiques, biométriques et chromosomiques (Ékué et *al.*, 2002).

Il convient de signaler qu'une seule caractéristique ne permet pas de reconnaître une espèce mais plutôt une combinaison de caractères est indispensable.

L'objectif de cette étude est donc d'étudier la morphométrie (mensuration corporelles et crâniennes) de 36 individus de *Meriones shawi* dans trois stations d'étude, Kef Tiour, Sidi M'Hamed et Zebara tous situés dans une région steppique au Sud-Ouest de la wilaya de M'Sila.

Les données recueillies permettront la comparaison avec les espèces d'autres stations d'Algérie où d'ailleurs et de faire la discrimination entre espèces jumelles. Nous nous sommes alors proposé de relever les mensurations de la longueur de la tête plus le corps (T+C), la longueur de la queue (Q), la longueur des oreilles (O) et la longueur des pattes postérieures (PP) chez les rongeurs échantillonnés de décembre à Février de l'année 2019-2020 et dont l'identification s'est basée sur la clé dichotomique de Bernard (1970).

#### 1.1. Mensurations morphométriques des individus de la mérione de Shaw

Les mensurations morphométriques effectuées sur les individus de la mérione de Shaw au niveau des stations étudiées sont consignées dans le tableau 7.

**Tableau 7** : Mensurations en mm et indices morphométriques des individus de *M. shawi*

individu	Poids (g) et mensurations morphométriques (mm)					Indices morphométriques		
	Poids en g	T+C	Q	PP	PO	Q/T+C	PP/T+C	PP/PO
Moyenne	116,0	151,5	131,3	34,5	17,2	0,9	0,2	2,0
Valeur max	149,0	170,0	145,0	35,0	20,0	1,0	0,3	2,4
Valeur min	83,0	124,0	111,0	30,0	13,0	0,7	0,2	1,6
Ecart- type	19,6	10,6	10,1	2,6	1,4	0,1	0,0	0,2

Nous remarquons à travers les valeurs du tableau 7 que le poids chez les individus capturés varie de 83 g à 149 g ( $116 \pm 19.6$  g). En ce qui concerne les mesures corporelles nous remarquons qu'elles sont situées dans les intervalles notés par Aulanier et Thevenot (1986) pour

cette espèce qui sont de 124mm à 170mm pour la tête plus queue ( $151.5\text{mm} \pm 10.6$ ), 111-145mm pour la queue ( $131.3 \pm 10.1\text{mm}$ ), 30-35mm pour la patte postérieure ( $34.5 \pm 2.6\text{mm}$ ) et 13-20mm ( $17.20 \pm 1.4 \text{ mm}$ ) pour les pavillons d'oreilles.

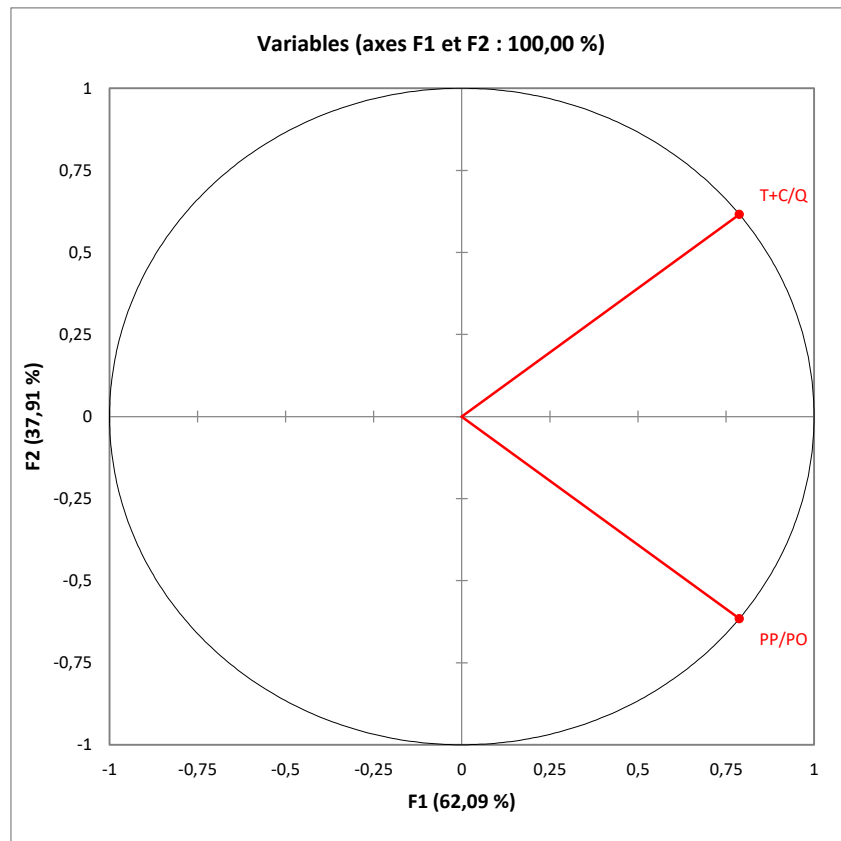
Benmargsi et Djaballah (2018) avancent également des valeurs très proches des nôtres concernant les mensurations des différentes parties du corps et qui s'évaluent comme suit longueur tête plus corps qui varie entre 119.68 et 161.13 mm ( $144.24 \pm 11.30 \text{ mm}$ ). La longueur de la queue varie entre 86.00 et 155.00 mm, elle s'évalue à  $131.90 \pm 21.87$ . La longueur de la patte postérieure varie entre 31.88 et 36.08 mm, elle s'évalue à  $34.03 \pm 1.22 \text{ mm}$ . Quant à la longueur du pavillon de l'oreille, elle varie entre 15 et 19.65 mm, elle s'évalue à  $17.25 \pm 1.68 \text{ mm}$ .

Chez la même espèce de rongeurs à Djelfa (Taâdmit), Souttou *et al.* (2014) avancent une longueur tête plus corps qui varie entre 100 et 160 mm ( $131,25 \pm 16,11\text{mm}$ ), une longueur de la queue qui fluctue entre 62 et 162 mm ( $123,76 \pm 18,56 \text{ mm}$ ), une longueur de la patte postérieure qui s'évalue à  $34,24 \pm 2,24 \text{ mm}$  et une longueur des oreilles qui varie entre 10,5 et 21,5 mm ( $17,22 \pm 2,22 \text{ mm}$ ). Ces auteurs confirment que leurs données sont similaires à ceux trouvées par Ben Lahrech (2008) dans le même milieu et pour la même espèce.

Dans le même sens, Souida et serrai (2017), avancent au niveau de Kef Tiour (Slim) des valeurs plus élevées pour la longueur tête plus corps et la longueur de la queue, cependant les valeurs des longueurs des pattes postérieures et des pavillons des oreilles sont proches. Alors que ces mêmes auteurs dans une autre station à Boussaâda donnent des valeurs similaires pour la longueur tête plus corps ( $149.5 \pm 0.76 \text{ mm}$ ). Ces données, montrent donc une variabilité en conformation chez l'espèce étudiée.

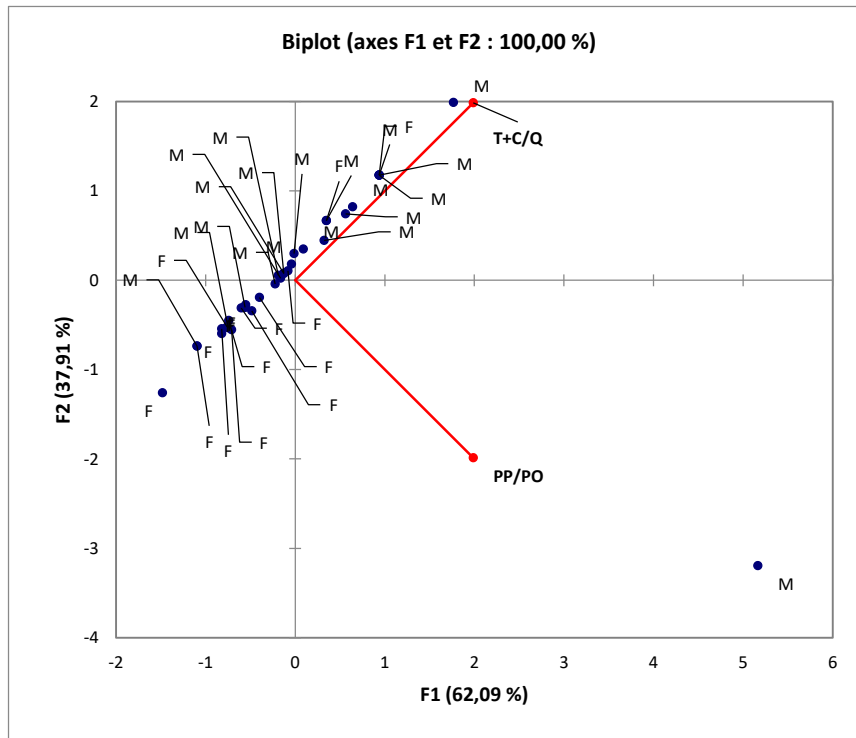
### **1.2.Application de l'ACP aux indices morphométriques calculés à partir des mensurations morphologiques.**

L'application de l'ACP aux indices morphométriques calculés à partir des mensurations morphologiques a conduit aux résultats suivants (figure 17 et 18).



**Figure 17** : Cercle de corrélation de variables sur le plan factoriel de l'ACP des indices morphométriques

L'application de l'ACP sur variables (figure 17) montre que l'axe F1 contribue avec 62.09% d'inertie dans la variation des indices qui sont proche du cercle de corrélation. T+C/Q et PP/PO semblent être les variables les plus influentes.



**Figure 18** : Représentation graphique des individus de *M. shawi* sur le plan factoriel de l'ACP

D'après le nuage de points représentant les individus de *M. shawi* (Figure18), nous remarquons l'existence de dimorphisme sexuel entre les mâles et les femelles des rongeurs capturés.

En prenant en considération le rapport **T+C/Q** lors de l'analyse statistique (Anova), la probabilité est de 0.0008 ce qui montre que la différence est hautement significative. Par conséquent, ce rapport permet nettement de distinguer entre les mâles et les femelles.

Pour le rapport des indices morphométriques **PP/PO**, nous remarquons que la probabilité est de 0.3609, ce qui montre que la différence est non significative.

## 2. Etude craniométrique des individus de *Meriones shawi*

Le recours à l'utilisation de la biométrie crânienne ou la craniométrie constitue un deuxième élément de discrimination des différentes espèces de rongeurs, notamment celles qui présentent des similarités telles que les espèces jumelles.

La fragilité et le traitement fastidieux et délicat du crâne des petits rongeurs conduit souvent à l'utilisation des mesures corporelles comme éléments essentiel de classification (Sicard et *al.*, 1995 ; Bergmans, 1997).

Différentes mesures craniométriques sont adoptées en biométrie crâniennes, pour notre part nous avons pris en considération 14 mesures crâniennes sur 23 individus de sexes confondus capturés au niveau des trois stations d'étude.

Selon Zaima et Pascal (1989), le recours aux indices craniométriques pourrait apporter des éléments discriminatoires. En effet 10 rapports ont été pris en considération (tableau 8) afin de voir s'il existe des différences significatives en utilisant des analyses multivariées.

**Tableau 8 :** Valeurs des mensurations craniométriques en mm (moyennes, valeurs maximales, valeurs minimales et écart-type) calculés pour les individus de *M. shawi* .

sexe	HC	NO	CI	D	DIO	FPI	PEM	BT	RMS	LZ	RIO	HM	LM	RMI
Moy	14,7	38,3	34,2	10,2	4,6	6,3	3,7	14,2	5,2	21,0	6,6	20,8	9,4	5,3
max	16,9	42,3	37,1	11,4	5,5	8,7	4,7	15,7	6,1	23,1	7,7	23,2	11,0	6,0
min	13,6	32,6	30,1	8,1	3,8	4,9	2,8	12,7	4,4	17,5	5,8	17,5	7,5	4,6
écart-type	0,8	2,2	1,9	0,8	0,4	0,8	0,5	1,0	0,4	1,3	0,4	1,4	0,9	0,4

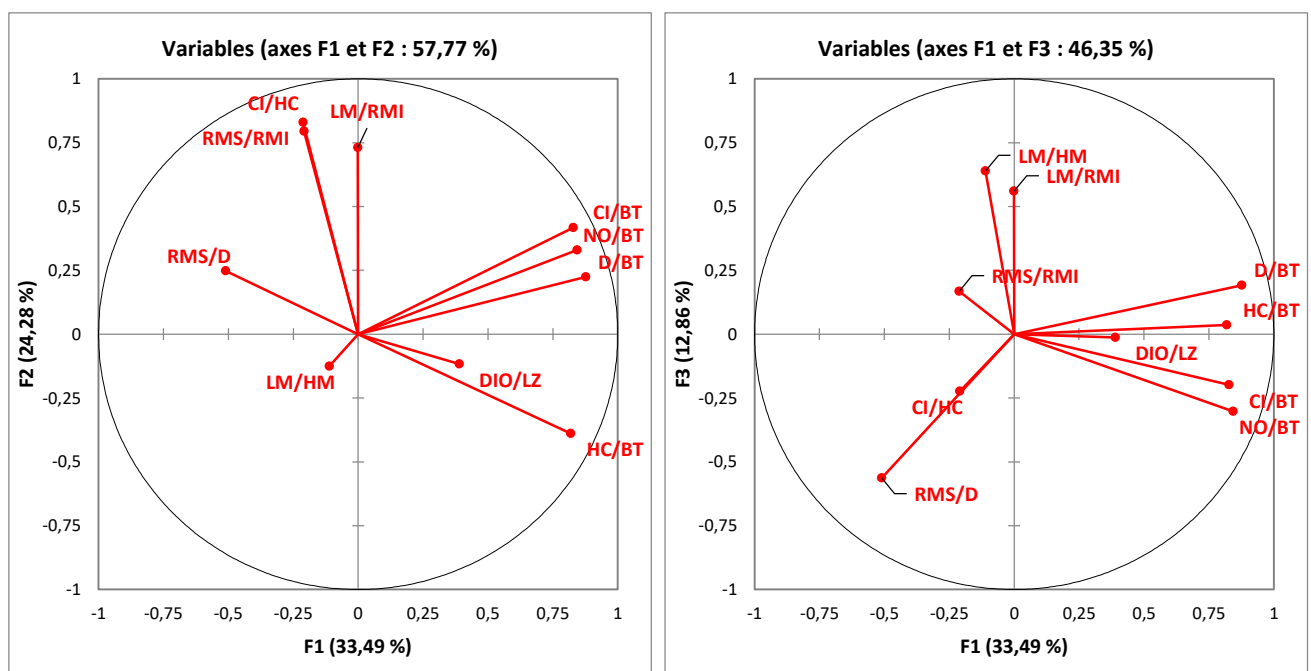
**Tableau 9 :** Valeurs des moyennes (moy), minimales (min) et maximales (max) accompagnées de leurs écart-types des indices craniométriques de *M. shawi*

sexe	CI/HC	LM/HM	LM/RMI	RMS/RMI	RMS/D	DIO/LZ	CI/BT	NO/BT	D/BT	HC/BT
Moy	2,3	2,2	3,9	1,0	0,5	0,2	2,4	2,7	0,7	1,0
Max	2,6	2,5	4,9	1,2	0,6	0,3	2,8	3,2	0,9	1,3
Min	1,9	1,9	3,4	0,8	0,4	0,2	2,2	2,5	0,6	0,9
écart-type	0,2	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1

Les résultats consignés dans le tableau 9 sont similaires à ceux trouvés par Benmargsi et Djaballah (2018) ainsi qu'à ceux trouvés par Souida et Serrai (2017). Cependant le rapport longueur mandibule sur hauteur mandibule (LM/HM) ainsi que le rapport longueur naso-occipitale sur la longueur de la bulle tympanique enregistrent de légères différences entre les individus des différentes stations d'étude des auteurs précédents.

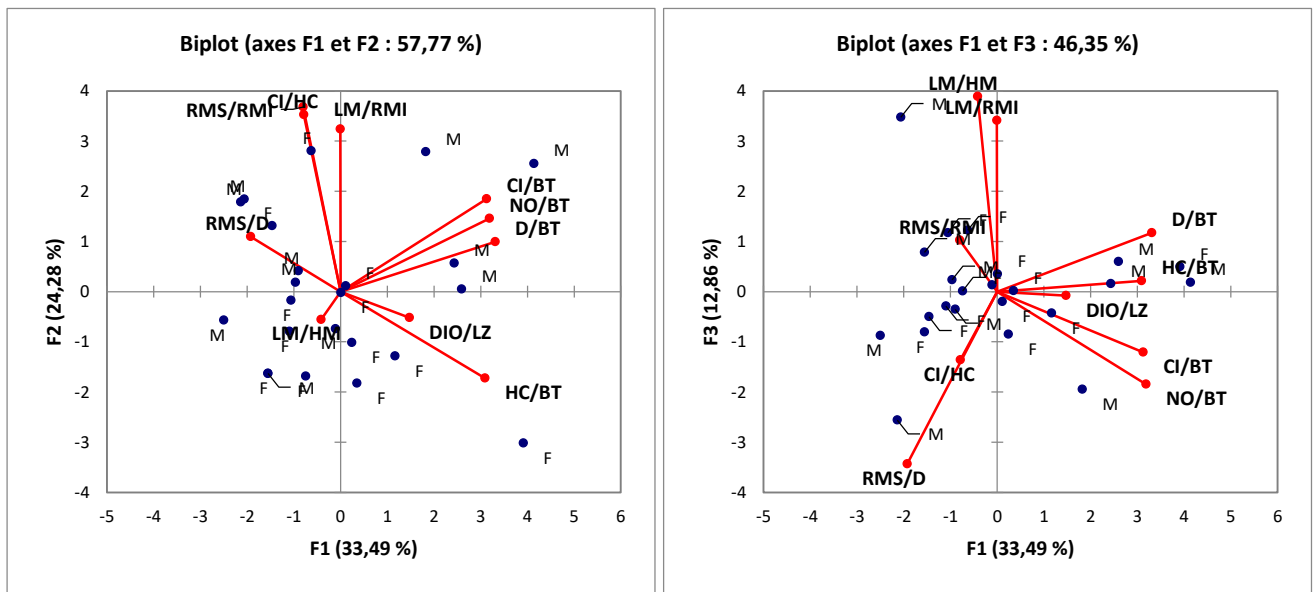
### 2.1. Analyse en composantes principales sur indices craniométriques de *M. shawi*.

L'analyse en composantes principales des indices craniométriques des individus de *M. shawi* est illustrée par les figures 19 et 20.



**Figure 19** : Cercle de corrélations des variables sur les plans factoriels 1-2 et 1-3 de l'ACP sur indices craniométriques de *M. shawi*

Nous remarquons que beaucoup de variables sont corrélées avec l'axe 1, notamment celles ayant la bulle tympanique comme dénominateur (D/BT, CI/BT, NO/BT et HC/BT). Elles sont corrélées entre elles et sont proches du cercle de corrélation. Ces derniers pourraient avoir un pouvoir discriminatoire entre populations, ainsi Petter (1975) note que chez les *Gerbillinae* la bulle tympanique est caractéristique de certaines espèces.



**Figure 20** : Représentation graphique des individus de *M. shawi* et des variables craniométriques sur les plans factoriels 1-2 et 1-3 de l'ACP sur indices craniométriques de *M. shawi*

L'ACP sur observations montre que les individus de *M. shawi* se regroupent individuellement autour des variables qui semblent être discriminatoires. En effet nous remarquons que les mâles se rapprochent plus des variables (D/BT), (NO/BT), (CI/BT) et (LM/HM).

*Conclusion*  
*et*  
*Perspectives*

## **Conclusion et perspectives**

Depuis sa découverte en 1842 par Duvernoy à Oran, la taxonomie de la mérione de Shaw a fait l'objet de révisions successives, sans aboutir à un consensus concernant le nombre d'espèces présentes au Maghreb. Longtemps considérée comme une espèce unique distribuée dans toute l'Afrique du Nord et au Moyen Orient, plusieurs travaux ont proposé l'existence d'au moins deux espèces valides pour l'Algérie et le Maroc.

Dans cette perspective, le présent travail relève d'une étude systématique de ce rongeur qui constitue une menace pour l'agriculture et la santé publique, au cours duquel une étude biométrique a été abordée comportant un volet de morphométrie et un autre de craniométrie.

Les sites d'étude se situent dans une région steppique au sein du bassin du Hodna. Les résultats révèlent que *Meriones shawi* possède une longueur tête plus corps de (151.5±10.6mm), la longueur de la queue est de (131.3 ±10.1), la longueur de la patte s'évalue à (34.5 ±2.6). Quant à la longueur du pavillon de l'oreille, elle s'évalue à (17.2±1.4) et où T+C/Q semble être la variable la plus influente pour la discrimination entre les différents individus.

Quant aux mensurations crâniennes, il ressort que la bulle tympanique semble être caractéristique de certaines espèces chez les *Gerbillinae*.

En perspectives, des études génétiques sur les chromosomes et sur l'ADN doivent être menés pour préciser le degré de parenté entre les différentes populations de mériones présentes en Algérie, principalement celles des Hauts plateaux et du Sahara.

Sur le plan santé public, il est indispensable de fournir beaucoup d'effort pour la recherche et la reconnaissance des espèces de pathogènes vectorisés par les parasites de ces rongeurs. En fin, il faut veiller à créer une base de données rassemblant toutes les informations nécessaires à l'élaboration de programmes de lutte.

*Références  
bibliographiques*

## **Références bibliographiques**

- Aulagnier S. et Thevenot M. : *Catalogue des mammifères sauvages du Maroc*. Travx. Insti. Scie., sér. Zool., Rabat, 1986, 164 p.
- Aulagnier S., L. Granjon, G. Amori, R. Hutterer, B. Krystufek, N. Yigit, G. Mitsain, Meriones shawi, in : IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species Version 2012. 2, 2008
- Aulagnier, S. et Thevenot, M..(1986).*Catalogue des Mammifères sauvages du Maroc*
- Aulagnier, S., Haffner, P., Mitchell-Jones, T., Moutou, F. et Zima, J. (2008). *Guide de mammifère d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. ed. Delachaux et Niestlé, France, 271p.
- Bakiri. N, Bezzi. M, Khelifi. L & Khelifi-Slaoui. M., 2016 – Enquête ethnobotanique d'une plante médicinale *Peganum Harmala* L. Dans la région de M'Sila.Premier Séminaire International sur : Systèmes de production en zones Semi-arides. Diversité Agronomique et Systèmes de Cultures .M'Sila, 04 et 05 Novembre 2015.
- Bergmans W. 1997 - Les rongeurs du Bénin : Espèces trouvées et espèces attendues pour des raisons biogéographiques (Mammalia, Rodentia). Séminaire national sur les rapports rongeurs/Ophidiens dans les agroécosystèmes du Bénin. 24-28 Mars, Cotonou.
- Bernard J., 1970 – Clé de détermination des rongeurs de Tunisie. Archives de l'institut pasteur de Tunis, 47, 265-307.
- Bernard J., 1977. Damage caused by the rodents Gerbillidae to agriculture in North Africa and countries of Middle East, Eppo Bull. Seven: 229–283.
- Cabrera-Latorre A., Meriones grandis, in Algunos roedores nuevos de Marruecos. Buletín de la real sociedad española de historia natural, 1907, 175–177.
- Christophe Viguié, *Produire des fruits en agriculture biologique*, Institut technique de l'agriculture biologique, 2005, p. 57.
- Corbet, Gordon Barclay; John Edwards Hill (1992). *The mammals of the Indomalayan region: a systematic review*. New York: Oxford University Press. ISBN 0-19-854693-9.
- D . S .A : Direction des Services Agricoles M'sila 2010.
- D . S .A : Direction des Services Agricoles M'sila 2012.
- Dajoz R., 1985. Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris. 505, 560p.

- Dako G.E.A., Codja J.T.C., Bokonon Ganta A.H. 2002 - Evaluation de quelques paramètres corporels pour l'identification des petits rongeurs du Sud Bénin. Acte du séminaire sur la mammalogie et la biodiversité. Abomey-Calavi, Bénin du 30 octobre au 18 novembre : 41-54.
- Derbali M., I. Chelbi, S. Ben Hadj Ahmed, E. Zhioua, *Leishmania major* Yakimoff et Schokhor, 1914 (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) in *Meriones shawi* Duvernoy, 1842 (Rodentia: Gerbillidae): persistence of the infection in meriones and its infectivity for the sand fly vector (*Phlebotomus*) *papatasi* Scopoli, 1786 (Diptera: Psychodidae), Bull. Soc. Pathol. Exot. 105 (5) (2012) 399–402.
- Djaballah M. et Benmargsi B., 2018. Contribution à l'étude bioécologique d'un rongeur nuisible *Meriones shawi* (Duvernoy, 1842, Mammalia, Rodentia) dans une région steppique à M'Sila. Mémoire de Master Académique : Ecologie des zones arides et semiarides. Université de M'Sila, 55p.
- Djemiat. S., 2014 – L'impact de l'élevage sur la diversité floristique de la région de M'sila Mémoire de Master Académique : Gestion de l'environnement .Université de M'sila .57 P.
- Duplantier J. M., 1989 - Les rongeurs myomorphes forestiers du Nord – Est du Gabon : Structure du peuplement, démographie, domaines vitaux. Rev. Ecol. (Terre et Vie), 44 : 329 – 346.
- Duvernoy-D.M., 1846. Description de la gerbille de Shaw (Jird de Shaw, *Gerbillus shawii*, Duv.), Mémoire de la société du muséum d'histoire naturelle de Strasbourg, 3, pp.22-30.
- Fichet-Calvet E. 2013. *Meriones shawi* Shaw's Jird, Mammals of Africa, 3, Bloomsbury Publishing, London, pp. 338–339.
- Granjon et Duplantier, 2009. Les rongeurs de l'Afrique sahil-soudanienne.
- Hubert B., 1984 - Ecologie des populations des rongeurs de Bandia (Sénégal) en zone sahélo Soudanienne. Revue d'écologie (Terre & Vie), 31, 33-100.
- INPV., 2017 - institut national de la protection des végétaux, Bilan de l'année. INPV, Tlemcen.
- K. Wodzicki, « Prospects for biological control of rodent populations », *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 48, n° 4, 1973, p. 461–467

- Lataste F., Les meriones, in : Catalogue critiques des mammifères sauvages de la Tunisie. Exploration scientifique de la Tunisie, Paris, 1888, 26–28.
- Le Berre M. 1990 - *Faune du Sahara – Mammifères*. Raymond Chabaud – Lechevalier, T. 2. 360 p.
- Le Houérou H.N. et Claudin J., 1972- Carte Géologique de la région d'El-Hodna au 500 000e. F.A.O.
- Neoumine N.I., 1996. Leishmaniasis in the Eastern Mediterranean Region, East. *Mediterr. Health J.* 2 (1): 94–101.
- Nowak, Ronald M. (1999). *Walker's Mammals of the World, volume 2*. London: Johns Hopkins University Press. ISBN 0-8018-5789-9.
- Ouzaouit A. 2000 - La situation des rongeurs au Maroc. *Séminaire national sur les surveillances et la lutte contre les rongeurs, Marrakech*. 7 et 8 juin : 24-30.
- Perret M., 1961. Les vertèbres nuisibles en Afrique du Nord, *Def. Veg.* 88 : 41–46.
- Petter F. et Saint Girons M-C. (1965). Les Rongeurs du Maroc. travaux de l'institut scientifique Chérifien, série zoologie, V 3, 51p.
- Ramade F., 1984. *Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale*. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris. France. 397p.
- Rioux J. A., F. Petter, O. Akalay, G. Lanotte, A. Ouazzani, M. Seguignes, A. Mohcine, Meriones shawi (Duvernoy, 1842) (Rodentia, Gerbillidae), réservoir de *Leishmania major* Yakimoff et Schokhor, 1914 (Kinetoplastida, Trypanosomatidae) dans le sud marocain, *C.R. Acad. Sci. Paris, Ser. III* 294 (1982) 515–517.
- Riyad M., S. Chiheb, M. Soussi-Abdellaoui, Cutaneous leishmaniasis caused by *Leishmania major* in Morocco: still a topical question, *East. Mediterr. Health J.* 5 (9) (2013) 495–501.
- Saint Girons M.C. et Petter F. (1965). Les rongeurs du Maroc. Travaux de l'institut scientifique Chérifien, (Zoologie) N°31 :1-51.
- Sicard B., Kyelem M., Papillon Y., Diarra W., Keita M. 1995 - Rongeurs nuisibles soudano-sahéliens. Ed. Institut du Sahe CTA-ORSTOM. 54 p.
- Souttou K., Sekour M., Gouisse M., Hadjoudj M., Guezoul O., Doumandji S. et Denys C., 2012

- Paramètres écologiques des rongeurs recensés dans un milieu semi-aride à Djelfa (Algérie), Algerian journal of arid environment vol. 2, n° 2, pp. 28-41.

Teka O., G.A. Mensah, R. Holou, Colonisation des parcelles fourragères par des espèces de rongeurs au sud Benin : cas de la ferme d'élevage de Samiondji. Actes du séminaire – atelier sur la mammalogie et la biodiversité, 30 octobre–18 novembre 2002, in : Société pour l'étude et la protection des mammifères, Abomey–Calavi, (2002), pp. 33–39.

Zaïme A, Laraki M, Gautier J.Y et al., 1992 - Seasonal variation of androgens and several sexual parameters in male *Meriones shawi* in southern Morocco. General and Comparative Endocrinology, 86, 289-296.

Zaïme A., 1985 - Contribution à l'étude éco-éthologique de trois rongeurs des milieux arides et semi-arides au Maroc, *Meriones shawii*, *Gerbillus campestris* et *lemniscomys barbarus*. Thèse de Docteur ingénieur en Ecologie et Ethologie. Université de Rennes 1.

Zaïme A., J.-Y. Gautier, Variations of density and spatial occupation in three rodent species in a semi-arid area of Morocco, *Mammalia* 51 (3) (1987) 478.