

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



THÈSE DE DOCTORAT
Spécialité : Sciences Agronomiques

Présentée par : **BENELKADI Hadj Aissa**

Sujet :

***Biogéographie et écologie de
quelques Reptiles du nord
Algérien (Hodna)***

Devant le jury d'examen composé de :

Mr. BOUKHEMZA Mohamed	Professeur	UMMTO	Président
Mr. AMROUN Mansour	Professeur	UMMTO	Rapporteur
Mme. SADOUDI ALI AHMED Djamila	Professeur	UMMTO	Examinatrice
Mr. ROUAG Rachid	Professeur	U/ EL TAREF	Examineur
Mr. DJIRAR Nacer	Professeur	U/ SETIF	Examineur
Mr. MOULAI Riadh	Professeur	U / BEJAIA	Examineur

Année universitaire 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

و الصلاة و السلام على أشرف المرسلين

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout **ALLAH** le tout puissant de m'avoir guidé durant toutes ces années et m'a permis de réaliser cette thèse en me donnant la force, la patience et la volonté.

Ma première gratitude s'adresse au Professeur **AMROUN Mansour**, à l'UMMTO, c'est sous sa direction que ce travail a été accompli. Je voudrai qu'il trouve ici toute ma reconnaissance pour ses encouragements moraux, ses conseils, ses recommandations, le temps qu'il m'a consacré et sa bienveillance.

Mes remerciements vont également à tous les membres du jury, d'avoir accepté d'examiner cette thèse.

إهداء

أهدي هذا العمل الى روح أبي الطاهرة "عثمان" الذي استشهد في سبيل الله ثم في سبيل

حماية الوطن، على أيادي الخوارج الماجورين....

وأهديه أيضا الى أمي العزيزة داعيا المولى عز وجل أن يطيل في عمرها ويرزقها الصحة

والعافية...

لا أنسى إخوتي الأعمام، مهدي وغانو وحمزة وميمي ودلال... وكل عائلة بن القاضي

إهداء موصول أيضا الى بناتي الحبيبات، سندس وكاتي ولجين، وأيضاً الى أمهم

"ءاسمهان" التي سهرت و تعبت من أجلهم.

كما لا أنسى زوجتي العزيزة LARISA وابنها العزيز ANDREY.

Abstract :

This study is the first contribution to the evaluation of Reptile diversity in different habitats of M'sila region, Algeria. Our aims were to make an inventory of reptilian species in this region, as well as to study their diversity, distribution, ecology and abundance. Altogether, we recorded 193 specimens belonging to 22 species. Statistical analysis revealed that the type of habitat directly influences the distribution of Reptiles in the study area. Although this small area is rich in reptilian species, their abundance remains low and worrying.

However in this work, we also identified linear measurements that best describe sexual dimorphism for the spur-thighed tortoise *Testudo graeca whitei*. We assessed 34 carapace and plastron measurements in 67 individuals (24 males, 43 females) in a population at the natural Mergueb site located on the central limit of the Algerian steppe. Twenty-two out of 34 measurements significantly showed sexual size dimorphism. Meanwhile, 17 out of the remaining 23 measurements showed significant differences in shape. In general, females tend to be bigger than males, especially in central scutes. On the other hand, males are larger-sized in anterior and posterior scutes.

Finally, the diet of a population of the Spur-thighed tortoise (*Testudo graeca whitei*), in the Mergueb Nature Reserve, was studied by direct observation. This turtle population was fed during the month of April, and out of 40 different plant species distributed as potential food, only 11 species were consumed.

Key words : Reptile inventory, Habitat, Mergueb, M'Sila, Sexual shape dimorphism, Sexual size dimorphism, Feeding preferences, *Testudo graeca whitei*.

Résumé :

Cette étude est la première contribution à l'évaluation de la diversité des Reptiles dans différents habitats de la région de M'sila, en Algérie. Nos objectifs étaient de faire un inventaire des espèces Reptiliennes de cette région, ainsi que d'étudier leurs diversités, leurs distribution, leurs écologie et leurs abondance. Au total, nous avons enregistré 193 spécimens appartenant à 22 espèces. L'analyse statistique a révélé que le type d'habitat influence directement la répartition des Reptiles dans la zone d'étude. Bien que cette petite zone soit riche en espèces Reptiliennes, leur abondance reste faible et préoccupante.

Cependant, dans ce travail, nous avons également identifié des mesures linéaires qui décrivent le mieux le dimorphisme sexuel pour la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*. Nous avons évalué 34 mesures de carapace et de plastron chez 67 individus (24 mâles, 43 femelles) d'une population du site naturel de Mergueb situé à la limite centrale de la steppe algérienne. Vingt-deux des 34 mesures ont montrés de manière significative un dimorphisme sexuel de taille. Alors que, 17 des 23 mesures restantes ont montrés des différences significatives de forme. En général, les femelles ont tendance à être plus grosses que les mâles, en particulier dans les écailles centrales. En revanche, les mâles sont de plus grande taille dans les écailles antérieures et postérieures.

Enfin, Le régime alimentaire d'une population de Tortue à éperon (*Testudo graeca whitei*), dans le site naturel de Mergueb, a été étudié par observation directe. Cette population de tortue a été nourrie au cours du mois d'avril, et sur 40 espèces végétales différentes distribuées comme nourriture potentielle, seules 11 espèces ont été consommées.

Mots clés : Inventaire des Reptiles, Habitat, Mergueb, M'Sila, Dimorphisme de forme sexuelle, Dimorphisme de taille sexuelle, Préférences alimentaires, *Testudo graeca whitei*.

SOMMAIRE

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

Partie I : Biogéographique des Reptiles

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

1- Choix et aspect physique de la région d'étude.....	4
1.1 Description biogéographique.....	4
1.2 Situation géographique de la région d'étude.....	4
1.3 Situation administrative de la région d'étude.....	5
1.3.1 La wilaya de M'Sila.....	6
1.3.2 La wilaya de Bouira.....	6
1.3.3 La wilaya de Médéa.....	6
1.4 Stations et sous stations de la région d'étude.....	8
1.4.1 La station de la réserve de Mergueb.....	8
1.4.2 Station de la montagne de L'mhazem.....	9
1.4.3 Station de la montagne de Kaf Afoul.....	10
1.5 Caractéristiques géomorphologiques.....	10
1.6 Caractéristiques pédologiques.....	11
1.7 Caractéristique hydrologique.....	12
2- Aspect climatique et bio climatique.....	14
2.1 Précipitations.....	15
2.2 Température.....	17
2.3 Synthèse bioclimatique.....	20
2.3.1 Le Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen.....	20
2.3.2 Le Quotient pluviothermique d'Emberger.....	21
2.3.3 Le Climagramme d'Emberger.....	22
3- Aspect physionomique, faunistique et floristique.....	23
3.1 Potentialités Agricoles.....	23
3.2 La flore.....	23
3.3 La faune.....	24

Chapitre II : Méthodologie de travail

1- Méthodes d'étude.....	25
1.1 L'échantillonnage.....	25
1.2 Présentation du matériel utilisé.....	28
1.3 Méthode de recherche.....	28
1.4 L'identification.....	29
2- Exploitation des résultats par les indices écologiques.....	29
2.1 Application d'indices de structure et d'organisation.....	29
2.1.1 Fréquence d'abondance.....	29

2.1.2	Fréquence d'occurrence.....	29
2.2	Application d'indices de diversité des populations.....	30
2.2.1	Richesse spécifique total.....	30
2.2.2	Richesse spécifique moyenne.....	30
2.2.3	Indice de diversité de Shannon.....	31
2.2.4	Indice d'Equitabilité.....	31
2.2.5	Similitude des peuplements de Sorensen.....	32
3-	Analyse statistique.....	32
3.1	Analyse multivariée (AFC).....	32

Chapitre III : Résultats et discussions

1-	Analyse de l'inventaire des Reptiles inventoriés.....	33
1.1	Résultats.....	33
1.2	Monographie des espèces.....	33
1.2.1	Ordre des Chelonii.....	33
1.2.1.1	Sous ordre des Chelonia.....	33
1.2.2	Ordre des Squamata.....	38
1.2.2.1	Sous-ordre des Amphisbaenia.....	38
1.2.2.2	Sous-ordre des Sauria.....	39
1.2.2.3	Sous-ordre des Ophidia.....	59
1.3	Discussion.....	69
1.4	Conclusion.....	71
2-	Statuts biogéographiques, trophiques et de protection des Reptiles.....	72
2.1	Résultats.....	72
2.2	Discussion.....	74
2.3	Conclusion.....	75
3-	Répartition spatio-temporelle des Reptiles.....	76
3.1	Résultats.....	76
3.2	Discussion selon la répartition stationnaire.....	77
3.3	Discussions selon la répartition saisonnière.....	83
3.4	Conclusion.....	84
4-	Structure et organisation des Reptiles.....	84
4.1	Variation temporelle et spatiale de la fréquence d'abondance et d'occurrence...	84
4.2	Discussion en fonction des saisons climatiques.....	86
4.3	Discussion en fonction des habitats.....	87
4.4	Conclusion.....	88
5-	Diversité, équirépartition et similitude des Reptiles.....	89
5.1	Résultats.....	89
5.2	Discussions.....	92
5.3	Conclusion.....	93

6- Analyse factorielle des correspondances pour les différents habitats des Reptiles.....	93
6.1 Résultats.....	93
6.2 Discussions.....	96
6.3 Conclusion.....	96

Partie II : Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei* dans la réserve naturelle de Mergueb

1- Morphométrie de la tortue à éperons <i>Testudo graeca whitei</i>	98
1.1 Zone d'étude.....	98
1.2 Méthode utilisée.....	98
2- Analyse statistique.....	101
2.1 Analyses descriptives.....	101
2.2 Analyses univariées (ANOVA et ANCOVA).....	101
2.3 Analyse multivariée (ACP).....	101
3- Les mesures de la carapace qui décrivent le mieux le dimorphisme sexuel chez la tortue à éperons <i>Testudo graeca whitei</i>	102
3.1 Résultats.....	104
3.1.1 Dimorphisme sexuel de taille.....	104
3.1.2 Dimorphisme de la forme sexuelle.....	104
3.2 Discussions.....	109
3.3 Conclusion.....	111

Partie III : Détermination alimentaire de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei* dans la réserve naturelle de Mergueb

1- Détermination alimentaire de la tortue à éperons <i>Testudo graeca whitei</i>.....	112
1.1 Zone d'étude.....	112
1.2 Méthode utilisée.....	112
1.3 Indice de diversité de Simpson.....	113
2- Résultats.....	114
3- Discussions.....	118
4- Conclusion.....	119
Conclusion générale.....	120

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Tableaux	Titre	Page
Tableau 01	: Altitude et Coordonnées GPS des sous stations de la région d'étude	06
Tableau 02	: Caractéristiques des stations météorologiques de M'sila et d'Ain Bessam	15
Tableau 03	: Précipitations mensuelles moyennes (mm) des stations d'Ain Bessam durant la période (1999 – 2018) et de M'sila durant la période (2003 – 2013)	16
Tableau 04	: Températures mensuelles moyennes (°C) des stations d'Ain Bessam durant la période (1999 – 2018) et de M'Sila durant la période (2003 – 2013)	18
Tableau 05	: Températures moyennes mensuelles, moyennes minimales et moyennes maximales (°C) des stations météorologiques de M'sila (1998 - 2014) et d'Ain Bessam (1999 - 2018)	18
Tableau 06	: Quotient pluviothermique des stations d'études	22
Tableau 07	: Calendrier des sorties sur terrain	25
Tableau 08	: Abréviations et description des 34 mesures morphométriques évaluées pour <i>T. g. whitei</i>	31
Tableau 09	: Classification taxonomique des espèces Reptiliennes inventoriées dans la région d'étude	33
Tableau 10	: Nombres et proportions des familles Reptiliennes inventoriées dans la région d'étude	71
Tableau 11	: Statut biogéographique, trophique et de protection des espèces Reptiliennes inventoriées dans la région d'étude	73
Tableau 12	: Répartition spatio-temporelle des espèces Reptiliennes inventoriées dans la région d'étude	76
Tableau 13	: Fréquences d'abondance (%), fréquence d'occurrence (%) et échelle de constance des différentes familles des Reptiles recensées en fonction des saisons climatiques	85
Tableau 14	: Fréquences d'abondance (%), fréquence d'occurrence (%) et échelle de constance des différentes familles des Reptiles recensées en fonction des types d'habitats	91
Tableau 15	: Richesse spécifique totale (<i>S</i>), richesse spécifique moyenne (<i>Sm</i>), indice de diversité de Shannon (<i>H'</i>) et équirépartition (<i>E</i>) par Habitats	90
Tableau 16	: Indice de similarité de Sorenson (%) entre les habitats de la zone d'étude	90
Tableau 17	: Valeurs des axes résultant de l'analyse AFC	94
Tableau 18	: Abréviations et description des 34 mesures morphométriques évaluées pour <i>T. g. whitei</i>	100
Tableau 19	: Mesures de coquille de <i>T. g. whitei</i> dans la réserve naturelle de Mergueb. Nbr individus, moyenne, intervalle et écart type par mesure	108
Tableau 20	: Mesure SCL de <i>T. g. whitei</i> dans toute sa distribution en Méditerranée occidentale prise par Werner et <i>al.</i> , (2016)	110
Tableau 21	: Liste des espèces végétales échantillonnées et mises à la consommation pour la tortue à éperons <i>T. g. whitei</i> dans la réserve naturelle de Mergueb	116

Liste des figures

Figures	Titre	Page
Figure 01	Situation du bassin versant "El Hodna" dans l'ensemble des Bassins Versants Algériens	05
Figure 02	Carte de localisation de la région d'étude	07
Figure 03	Carte géographique localisant les stations et les sous-stations de la région d'étude	07
Figure 04	Station de Mergueb	08
Figure 05	S/Bas de montagne d'Oum L'mrazem	08
Figure 06	S/Cime de montagne d'Oum L'mrazem	08
Figure 07	S/Daya de Sidi Hadjres	08
Figure 08	S/Hmada de kaf Lahmar	08
Figure 09	S/Oued L'hame	08
Figure 10	Station de L'mhazam	09
Figure 11	S/Station Cime de L'mhazam	09
Figure 12	S/Station Bas de L'mhazam	09
Figure 13	S/Station Daya de L'mhazam	09
Figure 14	Station de Kaf Afoul	10
Figure 15	S/Station Cime de Kaf Afoul	10
Figure 16	S/Station Bas de Kaf Afoul	10
Figure 17	Bassins versants du nord de l'Algérie	13
Figure 18	Réseau hydrologique de Chott "El Hodna"	13
Figure 19	Liste des sous-bassins "El Hodna"	14
Figure 20	Carte de la pluviométrie moyenne annuelle dans le nord Algérien	16
Figure 21	Précipitations mensuelles moyennes (mm), des stations d'Ain Bessam (1999 – 2018) et de M'sila (2003 – 2013)	17
Figure 22	Températures mensuelles moyennes (°C) des stations d'Ain Bessam (1999 – 2018) et de M'sila (2003 – 2013)	18
Figure 23	Températures moyennes mensuelles, moyennes minimales et moyennes maximales (°C), station météorologique de M'sila (1998 - 2014)	19
Figure 24	Températures moyennes mensuelles, moyennes minimales et moyennes maximales (°C), station météorologique d'Ain Bessam (1999 - 2018)	19
Figure 25	Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gaussens, station météorologique d'Ain Bessam (1999 - 2018)	20
Figure 26	Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gaussens, station météorologique de M'sila (2003 – 2013)	21
Figure 27	Positionnement des stations d'étude sur le Climagramme d'Emberger	22
Figure 28	<i>Testudo graeca whitei</i>	36
Figure 29	<i>Mauremys leprosa</i>	37
Figure 30	<i>Trogonophis wiegmanni</i>	39
Figure 31	<i>Chamaeleo chamaeleon</i>	41
Figure 32	<i>Chalcides mertensi</i>	43
Figure 33	<i>Chalcides ocellatus</i>	44
Figure 34	<i>Mesalina olivieri</i>	46
Figure 35	<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	47

Figure 36	<i>Psammodromus algirus</i>	50
Figure 37	<i>Tarentola mauritanica</i>	51
Figure 38	<i>Stenodactylus sthenodactylus</i>	52
Figure 39	<i>Agama impalearis</i>	54
Figure 40	<i>Uromastix acanthinura</i>	55
Figure 41	<i>Trapelus mutabilis</i>	57
Figure 42	<i>Varanus griseus</i>	58
Figure 43	<i>Malpolon monspessulanus</i>	60
Figure 44	<i>Psammophis schokari</i>	61
Figure 45	<i>Spalerosophis dolichospilus</i>	63
Figure 46	<i>Hemorrhois hippocrepsis</i>	65
Figure 47	<i>Daboia mauritanica</i>	66
Figure 48	<i>Cerastes cerastes</i>	68
Figure 49	<i>Eryx jaculus</i>	69
Figure 50	Les différents groupes des Reptiles en fonction des familles, genres et espèces	72
Figure 51	Statuts biogéographiques des espèces reptiliennes inventoriées dans la région d'étude	75
Figure 52	Catégories trophiques des espèces reptiliennes inventoriées dans la région d'étude	75
Figure 53	Pourcentage des individus des Reptiles inventoriés selon les habitats	81
Figure 54	Répartition spatiale des espèces Reptiliennes inventoriées	82
Figure 55	Pourcentage des individus des Reptiles inventoriés selon les saisons	84
Figure 56	Richesse, diversité, Indice de diversité de Shannon et équirépartition des peuplements des Reptiles inventoriés par habitats dans la région d'étude	91
Figure 57	Analyse factorielle des correspondances par habitats dans la région d'étude	95
Figure 58	Représentation graphique des 34 mesures morphométriques évaluées pour <i>T. g. whitei</i>	99
Figure 59	La morphologie de <i>T. g. whitei</i> expliquée par deux principaux axes de variation	106
Figure 60	Groupe d'individus de la Tortue à éperons <i>T. g. whitei</i> mangeant différentes espèces végétales échantillonnées dans la réserve naturelle de Mergueb (Algérie)	115
Figure 61	Espèces végétales consommées (En vert) et non consommées (En jaune) par <i>T. g. whitei</i> selon le taux de couverture dans la réserve naturelle de Mergueb - M'sila	117

Introduction générale

Introduction

Les espèces appartenant au groupe des Reptiles sont parmi les vertébrés les plus menacés dans le monde ; en effet, ce taxon a déjà subi des baisses massives en raison principalement de la perte de l'habitat, de la pollution et du changement climatique (MUSAH *et al.*, 2019).

Actuellement, 10 450 espèces Reptiliennes sont recensées (UETZ *et al.*, 2016). 398 espèces de Reptiles sont réparties dans tout le Bassin méditerranéen, la plupart d'entre elles sont endémiques (ÇIÇEK & CUMHURIYET, 2017). Parmi les vertébrés terrestres, les Reptiles sont le seul groupe sans analyse complète (SOULTAN *et al.*, 2020).

La région Afro-Arabe comprend l'une des zones biogéographiques les plus importantes reliant les continents. Pourtant, peu d'accent a été mis sur la compréhension de sa faune endémique en relation à ses domaines biogéographiques (SOULTAN *et al.*, 2020).

L'Algérie et l'Égypte sont les deux pays du bassin méditerranéen abritant la plus grande diversité herpétologique, avec 99 espèces de Reptiles (+ 3 probablement présentes en Algérie) (COX *et al.*, 2006).

La position géographique particulière de l'Algérie au carrefour biogéographique entre les régions méditerranéenne, saharo-sindienne et éthiopienne, mais aussi une surface importante de 2 381 741 km² (dixième mondial). Les ambitions de ce pays de se développer et de protéger sa nature, les différents hot-spots de biodiversité recensés dans ce pays et bien sûr toutes les lacunes voir le manque de connaissances en biodiversité, font de ce pays un cas d'étude très intéressant pour l'herpétofaune (BEDDEK, 2017).

Les premiers éléments de la connaissance de la faune Herpétologique d'Algérie se manifestent à la fin de la première moitié du 19^{ème} siècle avec l'apparition des premières notes de SHAW (1802), GERVAIS (1835), GUICHENOT (1850), TRISTRAM (1859), GÜNTHER (1859), STRAUCH (1862). Au début du 20^{ème} siècle, DOUMERGUE (1901) publia un ouvrage très important intitulé "Essai sur la faune herpétologiste de l'Oranie", qui reste une référence en la matière pour beaucoup d'espèces, et dans lequel figurent plusieurs notes sur l'ensemble de l'Algérie (HASSANI & TOUAHRI, 2017).

Plus récemment, l'ouvrage publié par LE BERRE & CHEVALLIER (1989) sur la faune du Sahara, consacre une partie à l'herpétofaune d'Algérie. En 1996, SCHLEICH *et al.* (1996) ont publié un important ouvrage sur l'herpétofaune de l'Afrique du Nord intitulé : Amphibians and Reptiles of North Africa.

Introduction générale

Les études effectuées jusqu'à un passé récent sur l'herpétofaune en Algérie demeure incomplète voir très générale et ce au vu de la superficie et de la richesse de la biodiversité dans notre pays. D'autre part, beaucoup de travaux ont été actualisés notamment les aspects liés à la systématique et la répartition géographique. D'un autre côté, plusieurs travaux de recherche, en majeure partie, consistent en des thèses de fin d'étude, alors que peu d'articles scientifiques sont publiés. Depuis une vingtaine d'années plusieurs articles traitent des Reptiles, les plus récents sont : DJIRAR (1990, 2007), CHIRIO & BLANC (1997), MOUANE (2010), MOUANE *et al.* (2020), MEBARKI (2012), YUCEFI (2012), TARGA (2013), MAMOU (2011, 2016, 2017, 2019), MAMOU *et al.* (2014, 2016, 2017), BARKAT (2014), DELLAOUI *et al.* (2015), FERRER *et al.* (2016), BOUAM *et al.* (2016), BRAHIMI & BELHAMRA (2016), MAHTOUT & MEGHLOUI (2016), ROUAG & BENYACOUB (2006), ROUAG (2012), ROUAG *et al.* (2007, 2008, 2017a, 2017b), SAOUDI *et al.* (2017), ELMIR (2017), BEDDEK (2017), MONTERO-MENDIETA *et al.* (2017), MESLOUB & TAKILT (2018) et MESBAHI (2020).

La cartographie de la distribution de l'effort d'échantillonnage en Algérie montre que la plus grande partie du pays n'est pas du tout ou peu prospectée, et il demeure le pays dont l'herpétofaune est la moins connue alors que l'impact de l'homme est considérable (BEDDEK, 2017).

Hormis la pratique encore très répandue de tuer tout ce qui ressemble de près ou de loin à un serpent, les facteurs favorisant l'appauvrissement de l'herpétofaune algérienne sont bien plus graves et plus nombreux (ROUAG, 2012).

Selon JORDAAN (2019), le manque d'informations concernant ces menaces, couplées à l'augmentation prévue de la densité de la population humaine en Afrique, ne fait qu'augmenter le risque de fragilisation voir d'extinction actuelle des espèces de Reptiles africains.

Selon SOULTAN *et al.* (2020), beaucoup de travaux antérieurs confirment que les analyses à des échelles spatiales plus petites permettent une meilleure identification des zones de conservation importantes qui pourraient ne pas être identifiées à grande échelle.

Toutefois, aucune étude n'a été consacrée de manière exhaustive à la biogéographie des Reptiles dans la région steppique de M'sila, elle est négligée par beaucoup de chercheurs. Notre travail est justifié par ce manque de données sur les Reptiles dans cette région vu que ces écosystèmes ou milieux subissent une pression anthropique intense qui ne fait que

Introduction générale

s'aggraver sous l'effet de la désertification faisant disparaître certaines espèces à l'image du fouette-queue épineux *Uromastix acanthinurus* et de la vipère de Mauritanie *Daboia mauritanica* dont le statut de conservation devient quasi menacé. Aussi par le présent travail, nous avons pour objectif principal de réduire le déficit Wallacéen* et de répondre à quelques questions d'écologie (recensement des espèces de Reptiles présentes dans cette région de M'sila, avoir des connaissances sur leurs organisations, leurs structures et leurs diversité.

Dans ce sens , notre thèse sera divisée en trois parties, la première consacré au travail d'inventaire, la deuxième et la troisième pour la morphométrie et le régime alimentaire de la tortue à éperons.

Partie I : Biogéographie des Reptiles

Chapitre I :
Présentation de la région d'étude

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

Nous présentons dans ce chapitre la région, les stations et les sous stations d'étude choisies pour la recherche des espèces de Reptiles, selon les hétérogénéités des habitats.

1 - Choix et aspect physique de la région d'étude

Deux chaînes montagneuses importantes l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud font de l'Algérie un pays avec une importante diversité biologique (KAABECHE, 2003).

Selon nos connaissances, très rares sont les études publiées sur les Reptiles dans la steppe algérienne, encore moins leurs biogéographies dans les limites centralo-nordiques de ce biotope. Ceci nous a motivés pour effectuer un recensement des espèces Reptiliennes dans trois Wilayas limitrophes l'une avec l'autre dans cette région.

1.1 - Description biogéographique :

Compte tenu de sa géologie, de sa lithologie et de sa topographie, l'Algérie compte quatre grands ensembles structuraux, à savoir le système Tellien, les Hautes Plaines steppiques, l'Atlas Saharien et le Sahara (BELKAID, 2016).

- **Système Tellien** : Il correspond à une succession de massifs montagneux, côtiers et sublittoraux et de plaines (point culminant : 2308 m sis dans le massif du Djurdjura) ;
- **Hautes plaines steppiques** : Elles se situent entre l'Atlas Tellien (Nord) et l'Atlas Saharien (Sud), à des altitudes relativement importantes (de 900 à 1200 m). Elles sont imprégnées de dépressions salées appelées chotts ou sebkhas. La région de M'sila se trouve au nord de cette région (voir Figure 01).
- **Atlas Saharien** : C'est une succession de reliefs qui se dressent d'Ouest en Est et forment une ligne bordant le Sahara, avec des altitudes variables (point culminant : le mont Chélia dont l'altitude est de 2328 m, fait partie du massif des Aurès).

1.2 - Situation géographique de la région d'étude :

La région d'étude est située au sud-est d'Alger, et fait partie du bassin endoréique "El Hodna" caractérisé par l'étendue de ses plaines arides, riche en sels et à couvert végétal clairsemé (DEBECHE & KHEMISSI, 2016).

"El Hodna" signifie les plaines insérées dans un cadre montagneux. Ce sont les plaines situées à l'Est et au Nord d'une vaste Sebkh, qui enrichissent de leurs eaux, les rivières originaires des systèmes du tell au Nord et l'Atlas saharien au Sud (BOUNAB, 2018).

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

"El Hodna" constitue le cinquième Bassin de l'Algérie, avec une zone de drainage de 26 000 km² (Figure 01). L'altitude des sommets d'El Hodna diminue d'Est en Ouest. Il est situé à 150 km à vol d'oiseau au sud du littoral (Golf de Bejaïa). Ils oscillent entre 1000 et 1900 m, tandis que dans le Sud seuls quelques sommets de l'Atlas saharien atteignent 1200 m d'altitude.

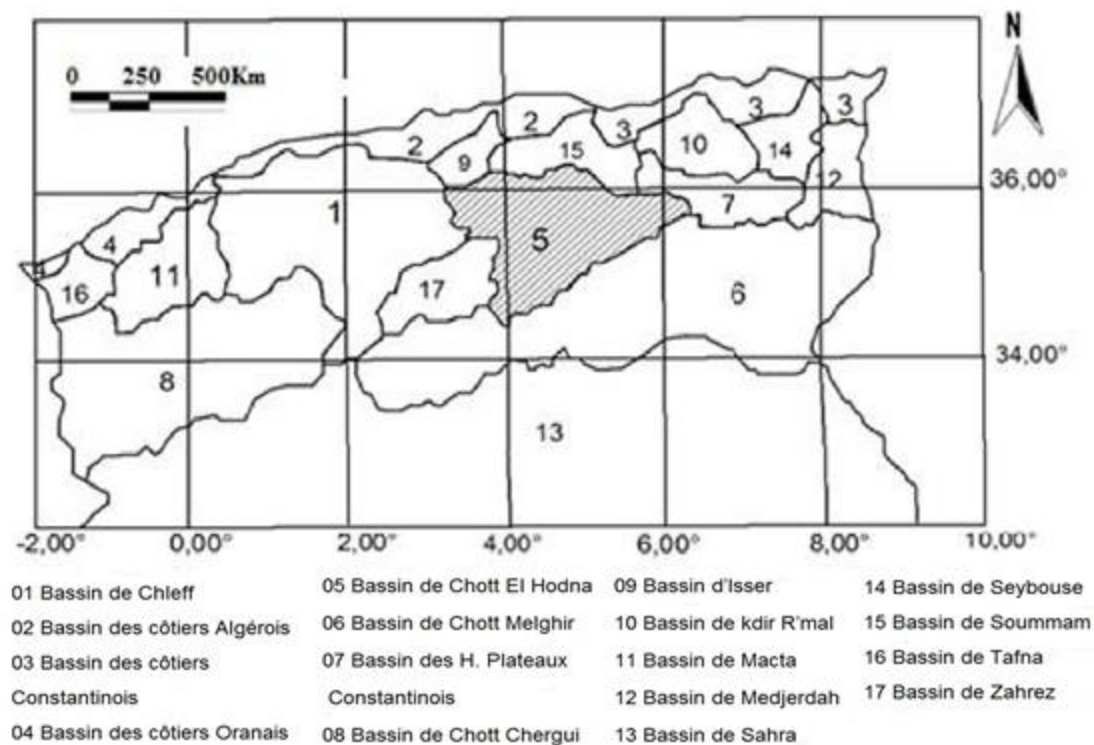


Figure 01 : Situation du bassin versant "El Hodna" dans l'ensemble des Bassins Versants Algériens (ANRH, 2018 in BENSADALLAH & TAIBA, 2020).

La situation de ce bassin entre deux ensembles de montagnes du nord et du sud, organise comme un bassin endoréique autour d'un bol plat de 400 m d'altitude (BENSADALLAH & TAIBA, 2020). Le relief de ce bassin est caractérisé par des séries de montagnes au nord et au sud autour d'une dépression naturelle dite "Chott El Hodna" presque plate d'une altitude de 400 m et d'une superficie de 1150 km², située dans la wilaya de M'sila (BENSADALLAH & TAIBA, 2020).

1.3 - Situation administrative de la région d'étude :

Trois stations d'étude ont été choisies, elles sont distantes de 150 à 200 km du sud d'Alger, et ce en allant vers Sidi Aissa – Boussada, au croisement entre la RN 08 (Nord - Sud), la RN

60 (Est – Ouest) et la RN 40 (Est – Ouest), en limite Nord de la wilaya de M'sila et aux limites Sud des Wilayas de Bouira et de Médéa.

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

Ces trois stations, sont localisées plus exactement dans trois communes (Sidi Hadjres, Taguedit et Cheniguel) appartenant respectivement aux wilayas citées ci-dessus et faisant partie du bassin "El Hodna" comme suit (Figure 02) :

1.3.1 - La wilaya de M'Sila : Située à 250 Km au sud-est d'Alger. Limitée au Nord par les wilayas de Bouira, Bordj-Bou-Argeridj et Sétif, à l'Est par les wilayas de Batna et Biskra, au Sud par les wilayas de Biskra et Djelfa, et à l'Ouest par les wilayas de Djelfa et Médéa (BEN HAMOUDA & HAMOUDI, 2017) ;

1.3.2 - La wilaya de Bouira : Située à environ 50 Km au Sud Est d'Alger. Limitée au Nord par les wilayas de Boumerdes et Tizi-Ouzou, au Sud par M'sila et Médéa, à l'Est par Bejaia et Bordj Bou Argeridj et à l'Ouest par Blida et Médéa (BEN YUCEF, 2020) ;

1.3.3 - La wilaya de Médéa : Située à environ 70 Km au Sud d'Alger. Limitée par la wilaya de Blida au Nord, Chlef et Tiaret à l'Ouest, Bouira à l'Est et Djelfa au Sud. Avec une superficie de l'ordre de 8 700 Km², elle est liée au système montagneux de l'Atlas tellien et aux hauts plateaux (GEOSYSTEM, 2012).

Dans le cadre de ce travail plusieurs facteurs ont été choisis pour caractériser les différentes sous stations à savoir l'exposition, l'altitude, le type de sol et la végétation. Les 03 stations sont composées de 11 sous stations (Tableau 01, Figure 03) :

Tableau 01 : Altitude et Coordonnées GPS des sous stations de la région d'étude.

<i>Wilaya</i>	<i>Sous Stations</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Altitude (m)</i>
<i>M'sila (Sidi Hadjres)</i>	Cime de montagne d'Oum L'mrazem	35°36'8.81"N	3°57'49.16"E	664.5
	Bas de montagne d'Oum L'mrazem	35°36'50.23"N	3°58'21.08"E	604.3
	Daya de Sidi Hadjres	35°37'15.94"N	4° 1'8.61"E	571.0
	Hmada de kaf Lahmar	35°38'38.10"N	4° 1'44.56"E	572.9
	Oued L'hame	35°41'25.03"N	4° 1'46.13"E	492.7
	Daya L'khamssa	35°40'14.99"N	4° 4'14.08"E	506.1
<i>Bouira (Taguedit)</i>	Cime de montagne de L'mhazem	35°54'2.79"N	4° 0'19.59"E	941,5
	Bas de montagne de L'mhazem	35°53'15.97"N	3°59'46.97"E	899.6
	Daya de L'mhazem	35°52'6.19"N	4° 0'50.29"E	700,8
<i>Médéa (Cheniguel)</i>	Cime de montagne de kaf Afoul	35°53'59.37"N	3°34'2.61"E	769.2
	Bas de montagne de kaf Afoul	35°53'33.67"N	3°36'18.65"E	718

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

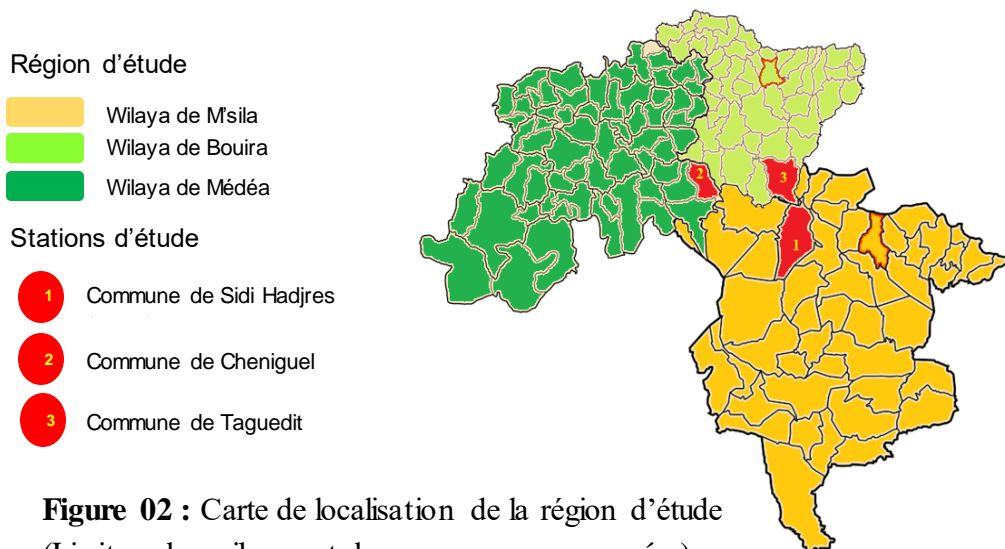
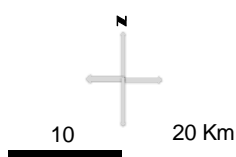


Figure 02 : Carte de localisation de la région d'étude (Limites des wilayas et des communes concernées).



Figure 03 : Carte géographique localisant les stations et les sous-stations de la région d'étude



Station de Mergueb

- 01 : Cime de montagne d'Oum L'mrazem
- 02 : Bas de montagne d'Oum L'mrazem
- 03 : Daya de Sidi Hadjres
- 04 : Hmada de kaf Lahmar
- 05 : Oued L'hame
- 06 : Daya L'khamssa

Station de L'mhazem

- 01 : Cime de montagne de L'mhazem
- 02 : Bas de montagne de L'mhazem
- 03 : Daya de L'mhazem

Station de Kaf Afoul

- 01 : Cime de montagne de kaf Afoul
- 02 : Bas de montagne de kaf Afoul

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

1.4 - Stations et sous stations de la région d'étude :

1.4.1 - La station de la réserve de Mergueb :

En tant qu'écosystème unique en son genre, le site de "Mergueb" (Figure 04), point culminant dont l'appellation fait référence au poste de guet qui servait à l'époque coloniale. D'une superficie de 16.400 Ha, elle recèle des biotopes dont aucun n'existe à l'échelle du Maghreb ce qui lui confère une dimension internationale. Elle appartient à l'ensemble des Hautes plaines steppiques, vaste territoire "asylvatique", constituant l'extrémité orientale des steppes algéro-oranaises (KAABECHE, 2003). Les deux tiers des terres situées à Sidi Hadjres (M'sila) et composée des sous stations suivantes :

- a. Bas de montagne d'Oum L'mrazem (Figure 05) ;
- b. Cime de montagne d'Oum L'mrazem (Figure 06) ;
- c. Daya de Sidi Hadjres (Figure 07) ;
- d. Hmada de kaf Lahmar (Figure 08) ;
- e. Oued L'hame (Figure 09).



Figure 04 : Station de Mergueb

(Photos originales : BENELKADI).



Figure 08 : S/Station Hmada de kaf Lahmar



Figure 05,06 : S/Station d'Oum L'mrazem



Figure 09 : S/Station Oued L'hame



Figure 07 : S/Station Daya de Sidi Hadjres

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

1.4.2 - Station de la montagne de L'mhazem :

Située au sud de Taguedit (Bouira), elle doit son nom à sa cime qui ressemble à une ceinture (Figure 10). Elle est composée des sous stations :

- a. Cime de montagne de L'mhazem (Figure 11) ;
- b. Bas de montagne de L'mhazem (Figure 12) ;
- c. Daya de L'mhazem (Figure 13).



Figure 10 : Station de L'mhazem

Photos : BENELKADI



Figure 12 : S/Station Bas de L'mhazem



Figure 11 : S/Station Cime de L'mhazem



Figure 13 : S/Station Daya de L'mhazem

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

1.4.3 - Station de la montagne de Kaf Afoul :

Située à l'Est de Cheniguel (Médéa) et composée des sous stations (Figure 14) :

- a. Cime de montagne de kaf Afoul (Figure 15) ;
- b. Bas de montagne de kaf Afoul (Figure 16).



Figure 15 : S/Station Cime de Kaf Afoul



Figure 16 : S/Station Bas de Kaf Afoul



Figure 14 : Station de Kaf Afoul

1.5 - Caractéristiques géomorphologiques :

La géomorphologie de la zone d'étude est considérée comme typique des régions arides, les versants modèles dans le substratum géologique laissent apparaître très facilement leur structure en raison de la faible épaisseur des sols et de la faible densité du couvert végétal (POUGET, 1980 *in* FAID & CHERIEF, 2020). Selon l'esquisse cartographique des districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord, notre région d'étude appartient au domaine maghrébo-steppien (DJEMIL & DRISSINE, 2017 ; BOUNAB, 2018).

L'influence du relief et de la distance par rapport à la mer est remarquable sur la pluviosité d'une station. Il agit principalement par l'altitude, l'exposition et la situation par rapport au vent porteur de pluies. Il joue un rôle essentiel dans la perturbation de la zonalité bioclimatique, et par conséquent sur la distribution du couvert végétal (JAZIRI, 2017).

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

La morphologie et la position géographique confèrent à notre région d'étude un aspect écologique diversifié, représenté par des surfaces plates qui constitue la majorité de la superficie totale, avec une prédominance des parcours steppiques. Nous pouvons dire que sa structure physique est hétérogène, se caractérisant par deux unités morphologiques :

➤ Relief montagneux (Oum L'mrazem, L'mhazem et Kaf Afoul) : Situé dans la réserve de Mergueb à Sidi Hadjres et au sud des communes de Taguedit et Cheniguel. Il se caractérise par un relief montagneux moyen avec une altitude qui varie de 664 à 941 m, avec une pente supérieure à 25 %. Les points hauts du relief ou des djebels sont façonnés dans les roches dures calcaires plus ou moins dolomitiques. Ces zones jouent un rôle important dans la protection contre les vents de sable notamment, dans la création d'un micro climat nécessaire pour une bonne exploitation agricole dans la région (FAID & CHERIEF, 2020).

➤ Zone d'accumulation (Dayas de Mergueb et de L'mhazem) : Elle couvre de vastes surfaces de part et d'autre de la région d'étude. Il s'agit d'une plaine façonnée dans les formations du quaternaire récent et actuel se rapportant pour l'essentiel à des dépôts colluviaux et alluviaux relativement fins. Les plaines (Daya) occupent une grande superficie et sont d'une faible altitude comprise entre 400 et 500 m, et une faible pente de 0,3 %. C'est une partie du Chott "El-Hodna" (FAID & CHERIEF, 2020).

La présence des montagnes au nord des wilayas de Bouira, les monts "El Hodna" et de Médéa atténue grandement les influences du climat méditerranéen vers notre région d'étude, (DEBECHE & KHEMISSI, 2016 ; BEN YOUCEF, 2020). Vers le sud de ces deux dernières, du côté de Taguedit et de Cheniguel, on note la présence de la dépression du sud des monts des bibans où sont creusées les vallées principales. Les bas-fonds sont à des altitudes voisines de 700 m.

"El Hodna" par son relief et par sa structure est une vaste dépression topographique et également un important bassin tectonique dont l'origine remonte au plissement pyrénéen (lutécien supérieur) qui a donné naissance aux premières chaînes tertiaires (DEBECHE & KHEMISSI, 2016).

1.6 - Caractéristiques pédologiques :

Le sol est un composant important de l'environnement, il constitue le support direct de nombreuses activités humaines et de la plupart des écosystèmes continentaux (LARABI, 2018). Selon DAJOZ (2002), le sol joue un rôle très important dans la modification du microclimat, de l'abondance, de la nature de la végétation et de la quantité de nourriture disponible dans le milieu.

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

Les études pédologiques et cartographiques demeurent très limitées en Algérie (BEN HAMMADI & LAGGOUN, 2006). Dans le Nord algérien, nous distinguons plusieurs types de sols à savoir les sols fertiallitiques, les sols calcimagnésiques, les sols isohumiques (vertisols) et les sols halomorphes (salsodiques) (HALITIM, 1988 *in* LARABI, 2018).

Pour notre région d'étude, chaque paysage à son sol caractéristique qui diffère des autres (BENDIB & SAHRAOUI, 2019).

- Au niveau des Montagnes se rencontrent, selon la roche-mère, deux grandes catégories de sols ; d'une part, des lithosols et des rendzines développés sur un substrat dur (calcaire, grés) et d'autre part, des régosols et des sols bruns calcaires constitués sur un substrat tendre (marne, marno-calcaire) ;
- Sur les glacis à encroûtement calcaréo-gypseux se développent des sols calcimagnésiques xériques à croûte calcaire, peu évolués caractéristiques de l'ensemble des parcours steppiques liés soit à l'étage bioclimatique méditerranéen aride (parcours à "Alfa", à "Armoise blanche") soit à l'étage bioclimatique saharien (parcours à "Remth" *Haloxylon salicornicum*) ;
- Les sols peu évoluées dans les "Faidhs" (zones d'épandage des eaux) et les "Dayas" se caractérisent par la présence de 2 types de sols : les sierozems profonds, à structure nette et où domine une texture moyenne et les sols d'apport alluvial, plus ou moins récents, à texture limono-argileuse. La matière organique peut exister en quantités élevées ;
- Les accumulations sableuses sur les pentes, sous forme de micro-dunes et de placage sableux, correspondent à des sols minéraux bruts d'apport alluviaux et éolien très peu évolués. La matière organique se trouve sous forme de traces (MOREAU *et al*, 2005 *in* BENDIB & SAHRAOUI, 2019) ;
- Les sols halomorphes regroupent les sols salins (solontchak). Ce type de sols est caractérisé par la présence d'une forte teneur en sels de sodium et / ou par le sodium échangeable "sols sodiques". Ces sols sont généralement profonds et localisés dans les "Chotts" et les "Sebkhas". Ils sont pauvres en matière organique (BEN HAMOUDA & HAMOUDI, 2017).

1.7 - Caractéristique hydrologique :

La cuvette "El Hodna" a une superficie de 8.500 km² (220 Km de long et 90 Km de large au maximum). Son alimentation est assurée par au moins 22 cours d'eau "Oueds" principaux

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

(MAHAMEDDI & MAKRI, 2020), qui sont alimentés à partir des bassins versants de la wilaya et ceux des wilayas limitrophes particulièrement celles du Nord (Bouira, Médéa et Bordj Bou Arreridj) (BEN HAMOUDA & HAMOUDI, 2017).

Le bassin de Chott "El Hodna" N° 05 (Figure 17) selon BENYETTOU & BOUKLIKHA (2017) et Figure 18 selon BOUNAB (2018), qui touche la partie Sud de la wilaya de Bouira et la partie est de la wilaya de Médéa renferme 23 sous-bassins versants (Figure 19) (MIMOUNE & RADJAI, 2018).

Le régime hydrologique de M'sila est lié à un régime pluviométrique à forte irrégularité. La majorité des cours d'eaux n'ont pas de débits permanents à l'exception de quelques "Oueds", entre autre "Oued L'ham" provenant des Montagnes de l'Atlas tellien du Nord-Ouest (Dont Cheniguel et Taguedit), lesquels traversent notre région d'étude (ALLAL & SAID, 2019).



Figure 17 : Bassins versants du nord de l'Algérie



Figure 18 : Réseau hydrologique de Chott "El Hodna" (BOUNAB, 2018)



Figure 19 : Liste des sous-bassins "El Hodna" (MIMOUNE & RADJAI, 2018)

2 - Aspects climatique et bio climatique :

Pour les données climatiques concernant les stations L'mhazem et de Kaf Afoul, nous nous sommes référés aux données fournies par la station météorologique d'Ain Bessam (Bouira) distants de 50 Kms de L'mhazem et de 41 Km de Kaf Afoul. Alors que la station météorologique de Tamezguida (Médéa) est plus éloignée d'une distance de 122 Km de L'mhazem et de 90 Km de Kaf Afoul). Ce choix de la station météorologique d'Ain Bessam est déterminé pour une similitude d'altitude avec nos stations d'études (Montagnes de Kaf Afoul et de L'mhazem). Pour la station de Mergueb, nous nous sommes aidés des données fournies par la station météorologique de M'sila qui est la plus proche, avec une distance de 48 Kms seulement.

L'influence du relief et de la distance par rapport à la mer est remarquable sur la pluviosité d'une station. Il agit principalement par l'altitude, l'exposition et la situation par rapport au vent porteur de pluie.

L'étalement bioclimatique des wilayas de Bouira et de Médéa va du semi-aride à humide, de pluviométrie annuelle moyenne de 200 mm au Sud à 700 mm au Nord, soit une moyenne de 500 mm /an. La combinaison des facteurs climatiques (pluviométrie et température) avec

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

le relief met nos stations de L'mhazem et de kaf Afoul dans une zone semi-aride (BENMIHOUB, 2015). Tandis que le climat de la wilaya de M'sila est de type continental avec des influences maritimes réduites, et un gradient climatique Nord - Sud. Ce gradient est fortement influencé par la topographie, puisqu'on passe des zones montagneuses culminant à 1800 m d'altitude aux zones présahariennes avec une altitude inférieure à 300 m. Ainsi, le climat de la wilaya de M'sila est contrasté avec une longue saison estivale sèche et chaude et une saison hivernale pluvieuse et froide (BEN HAMOUDA & HAMOUDI, 2017).

Les principaux éléments du climat (pluies, température et vent) sont étudiés sur la base des données récoltées auprès des stations météorologiques de M'sila et d'Ain Bessam (Tableau 02). Les données de ces deux stations seront utilisées pour déterminer l'étage bioclimatique de la région d'étude.

Tableau 02 : Caractéristiques des stations météorologiques de M'sila et d'Ain Bessam.

Station	Coordonnées géographiques		Altitude (m)
	Latitude	Longitude	
<i>M'sila</i>	35°40' Nord	04°30' Est	441
<i>Ain Bessam</i>	36°17' Nord	03°40' Est	748

2.1 – Précipitations :

On distingue sous le terme général de pluviomètre la quantité totale de précipitation reçue par unité de surface et unité de temps (RAMADE, 2003).

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes. Les pluies ont tendance à diminuer vers le sud au fur et à mesure que les vents humides s'épuisent. Ces derniers (Vents humides) est typique au climat méditerranéen qui présente un minimum en été et un maximum en hiver (Figure 20 selon ANRH, (1993)). Notre région d'étude est située entre l'isohyète 200 et 300 mm.

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

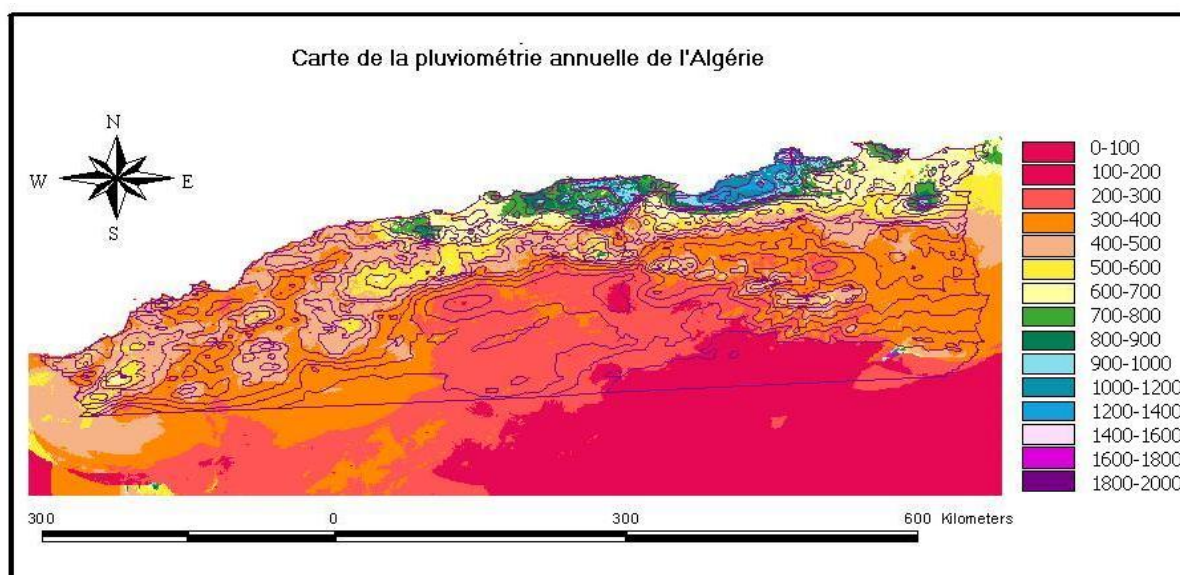


Figure 20 : Carte de la pluviométrie moyenne annuelle dans le nord Algérien (ANRH, 1993 in MEDDOUR, 2012)

Le mois de Septembre est le plus pluvieux avec une moyenne de (26,73 mm) à M'sila, tandis qu'à Ain Bessam, Janvier est le plus pluvieux avec une moyenne de (65,55 mm). Le mois le plus sec est le mois de Juillet avec des valeurs de 3,91 mm à M'sila et de 1,92 mm à Ain Bessam (Figure 21 et Tableau 03 selon AICHOUNE & LARBAOUI (2020)).

Tableau 03 : Précipitations mensuelles moyennes (mm) des stations d'Ain Bessam durant la période (1999 – 2018) et de M'sila durant la période (2003 – 2013).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Octo	Nov	Dec
Ain Bessam	65,55	53,74	55,83	49,77	39,61	15,75	1,92	9,74	33,63	39,69	57,29	63,24
M'sila	15,55	15,45	13,55	25,18	18,18	10,36	3,91	6,18	26,73	24,36	15,00	14,64

Source : Station météorologique d'Ain Bessam (Aichoune & Larbaoui, 2020) ; Station météorologique de M'sila (2003 - 2013)

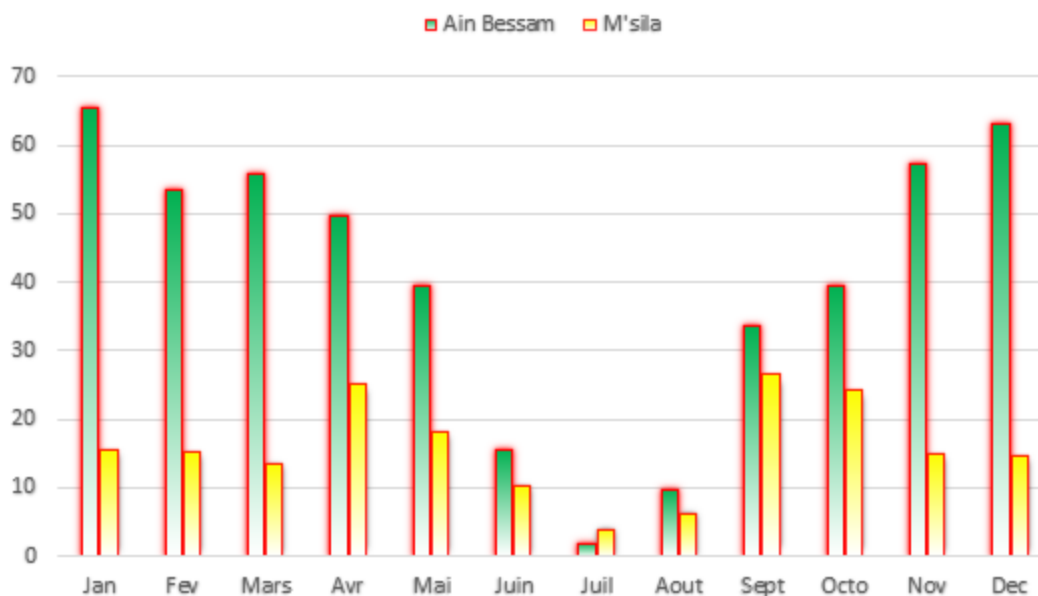


Figure 21 : Précipitations mensuelles moyennes (mm), des stations d'Ain Bessam (1999 – 2018) et de M'sila (2003 – 2013)

2.2 – Température :

La température représente un facteur limitant important, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques. Elle conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère et influe directement sur la richesse faunistique et floristique (RAMADE, 2003b *in* ALLAL & SAID, 2019)). La température de l'air est l'un des paramètres ayant une grande influence sur le climat et sur le bilan hydrique car il conditionne l'évaporation et l'évapotranspiration. Elle est fonction de l'altitude, de la distance de la mer et des saisons (AMEUR & BIDI, 2019). La température diminue en moyenne de 5 °C tous les 1000 m (JAZIRI, 2017).

L'analyse des données du tableau 04, montre que Janvier est le mois le plus froid à Ain Bessam et à M'sila, avec une température moyenne successivement de 7, 83 °C et de 8,4 °C, alors que le mois le plus chaud est le mois de Juillet, avec une moyenne de 28,19 °C et de 32,44 °C. Nous pouvons ainsi dire, que notre région d'étude présente un hiver rigoureux et un été chaud (Figure 22).

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

Tableau 04 : Températures mensuelles moyennes (°C) des stations d'Ain Bessam durant la période (1999 – 2018) et de M'Sila durant la période (2003 – 2013).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Ain Bessam	7,83	8,15	11,27	14,35	18,13	23,61	28,19	26,86	22,74	18,73	16,85	8,92
M'sila	8,4	9,25	13,56	17,36	22,45	28,49	32,44	31,87	25,93	20,87	14,07	9,37

Source : Station météorologique d'Ain Bessam (Aichoune & Larbaoui, 2020) ; Station météorologique de M'sila (2003 - 2013)

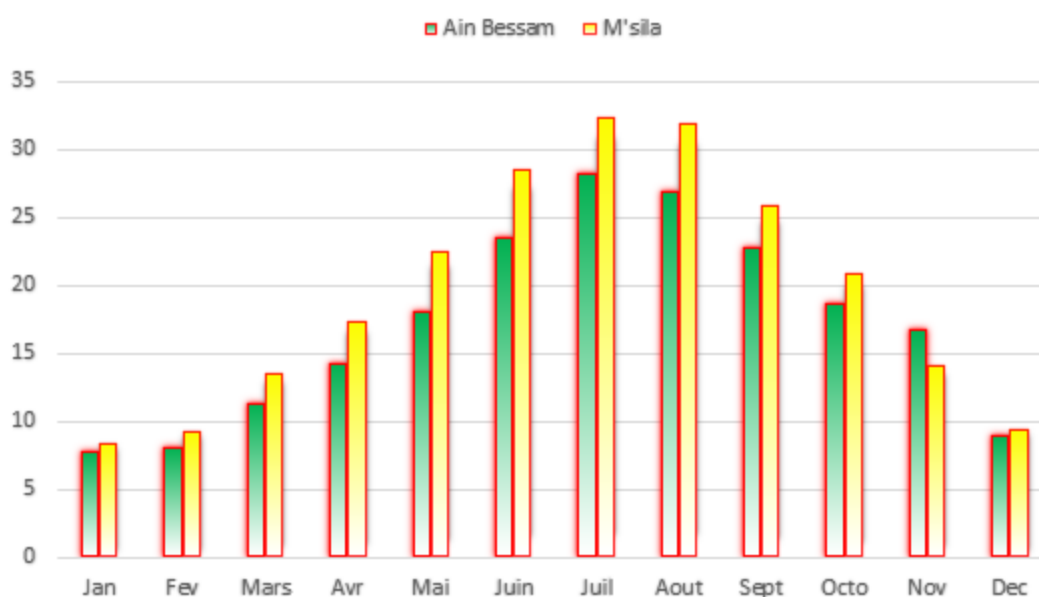


Figure 22 : Températures mensuelles moyennes (°C) des stations d'Ain Bessam (1999 – 2018) et de M'sila (2003 – 2013)

Les températures moyennes minimales et maximales à M'sila et à Ain Bessam sont représentées dans le tableau 05.

Tableau 05 : Températures moyennes mensuelles, moyennes minimales et moyennes maximales (°C) des stations météorologiques de M'sila (1998 - 2014) et d'Ain Bessam (1999 - 2018).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
M	18,2	19,65	25,65	30,66	36,42	42,9	43,8	42,95	38,36	32,85	26,21	20,68
M	-1,5	-1,17	1,31	4,17	8,38	14,02	20,9	20,62	13,71	8,69	1,86	-2,14
M +m/2	8,4	9,2	13,5	17,4	22,4	28,5	32,4	31,8	26,0	20,8	14,0	9,3
Source : Station météorologique de M'sila (Allal & Said, 2019)												
M	14,2	15,1	18,11	22,6	27,13	33,4	38,1	37,9	32,2	26,7	23,92	13,79
M	1,5	1,1	4,5	6,1	9,11	13,8	18,2	15,9	13,2	10,6	9,55	3,95
M +m/2	7,9	8,1	11,3	14,4	18,1	23,6	28,2	26,9	22,7	18,7	16,7	8,9

Source : Station météorologique d'Ain Bessam (Aichoune & Larbaoui, 2020)

M : moyennes mensuelles des maxima ;
m : moyennes mensuelles des minima ;
M +m/2 : moyennes mensuelles.

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

À M'sila, la température la plus basse est enregistrée durant le mois de Décembre avec une température moyenne mensuelle minimale $T = - 2,14 \text{ }^{\circ}\text{C}$, alors que durant le mois de Juillet on enregistre une température moyenne mensuelle maximale $T = 43,80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figure 23).

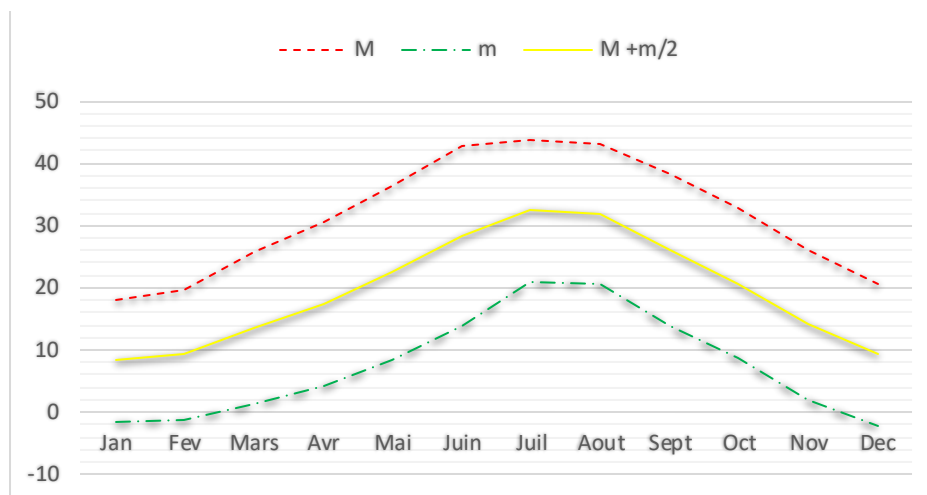


Figure 23 : Températures moyennes mensuelles, moyennes minimales et moyennes maximales ($^{\circ}\text{C}$), station météorologique de M'sila (1998 - 2014).

Les températures moyennes mensuelles minimales et maximales dans la station d'Ain Bessam ne révèlent aucune température nulle ou négative. Le mois de Février marque la température la plus basse, avec une température moyenne minimale $T = 1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, alors que le mois de juillet est le mois le plus chaud avec une température moyenne maximale $T = 38,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figure 24).

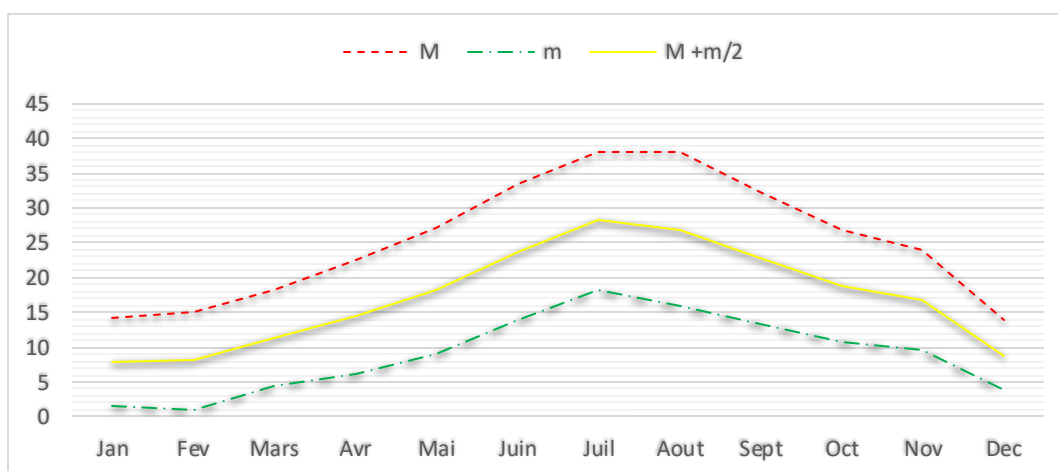


Figure 24 : Températures moyennes mensuelles, moyennes minimales et moyennes maximales ($^{\circ}\text{C}$), station météorologique d'Ain Bessam (1999 - 2018).

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

2.3 - Synthèse bioclimatique :

La notion d'étage bioclimatique trouve tout son sens en Méditerranée, car elle contribue d'une manière significative à la compréhension de la distribution de la végétation en latitude en fonction du gradient des températures qui s'établit, en règle générale, du Nord vers le Sud et l'inverse pour les précipitations. La végétation s'organise, aussi, en étage altitudinal en fonction des températures préférentielles pour chaque formation, et constitue ce qu'on appelle l'étage de végétation (distribution verticale) (BELKAID, 2016). La synthèse des données climatiques est présentée par le diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausson, Quotient pluviothermique d'Emberger et par le Climagramme d'Emberger.

2.3.1 - Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausson :

Pour la station d'Ain Bessam, on remarque depuis le diagramme (Figure 25), une période de 03 mois de sécheresse, s'étalant de la fin Mai jusqu'à la fin du mois d'Août. La période de sécheresse s'étale durant presque toute l'année pour la station de M'sila (Figure 26).

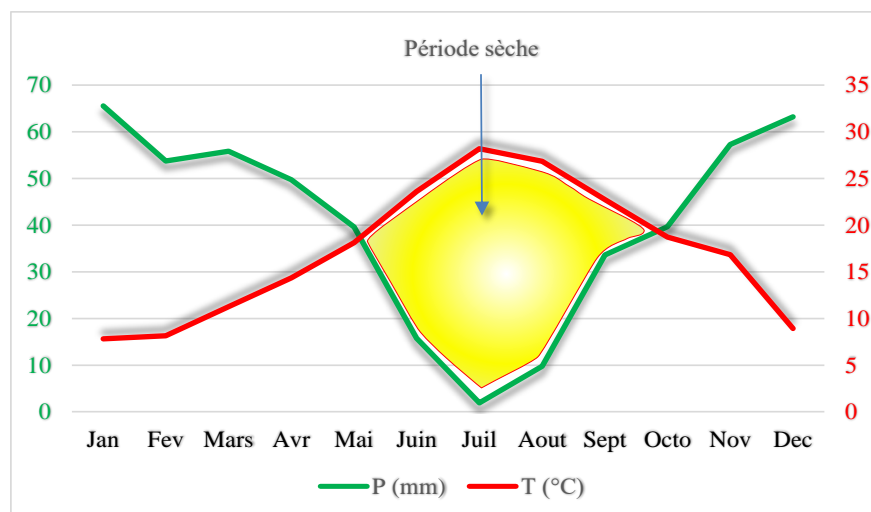


Figure 25 : Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausson, station météorologique d'Ain Bessam (1999 - 2018)

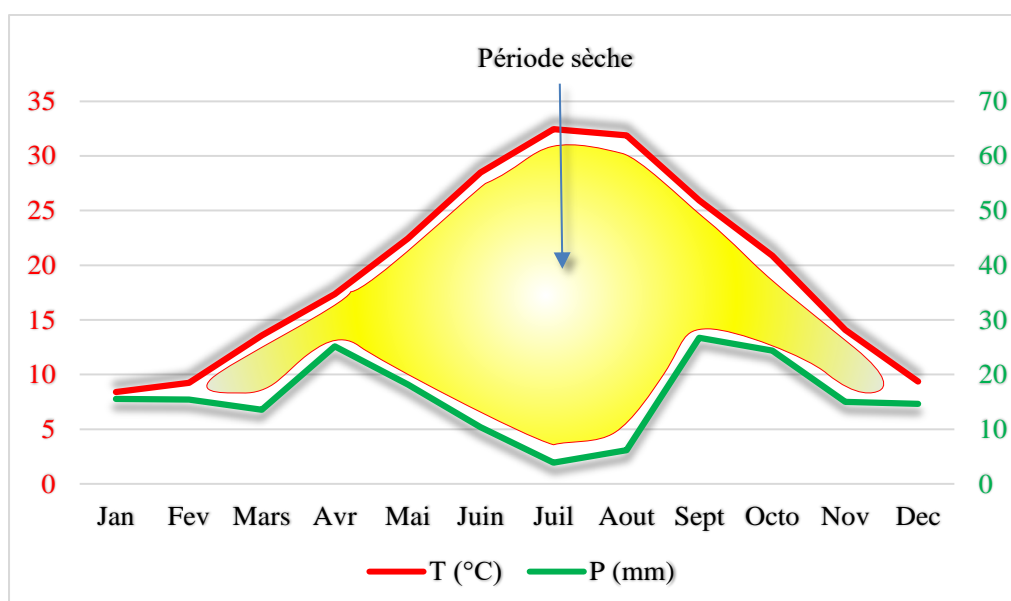


Figure 26 : Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen, station météorologique de M'sila (2003 – 2013)

2.3.2 - Quotient pluviothermique d'Emberger :

Le Quotient pluviothermique est un indice bioclimatique qui combine deux facteurs climatiques à savoir la température et la pluviométrie. Son calcul renseigne essentiellement sur la rigueur des conditions climatiques et la répartition des formations végétales (BELKAID, 2016). Le climagramme d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens, grâce au calcul d'un quotient (Q) qui est donné par la formule suivante (DAJOZ, 1972) :

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

P : Précipitation annuelle en mm ;

$(M + m)/2$: Moyenne des températures annuelles ;

$(M - m)$: Amplitude thermique extrême en °K (en kelvin) ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en °K (en kelvin) ;

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en °K (en kelvin).

Stewart (1968) propose une formule plus simple que la précédente :

$$Q_2 = \frac{K \cdot P}{(M - m)}$$

P : précipitations annuelles ;

K : coefficient de Stewart établi pour l'Algérie et le Maroc (K= 3,43) (BELKAID, 2016) ;

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

M : la moyenne maximale mensuelle du mois le plus chaud (°C) ;

m : la moyenne minimale mensuelle du mois le plus froid (°C).

Ce quotient nous permet de positionner nos trois stations d'études sur le diagramme bioclimatique, et ainsi déterminer à quel étage bioclimatique appartient-elles (Figure 28).

2.3.3 - Le Climagramme d'Emberger :

Le tableau 06 résume le calcul du quotient pluviothermique, pour les trois stations de notre région d'étude.

Tableau 06 : Quotient pluviothermique Q2 des stations d'études.

Stations	Précipitations moyenne annuelle (mm)	M (C°)	m (C°)	K	Q ₂
Mergueb	189,09	43,80	-2,14	3,43	14,12
Kaf Afoul	485,76	38,10	1,10	3,43	45,03
L'mhazem	485,76	38,10	1,10	3,43	45,03

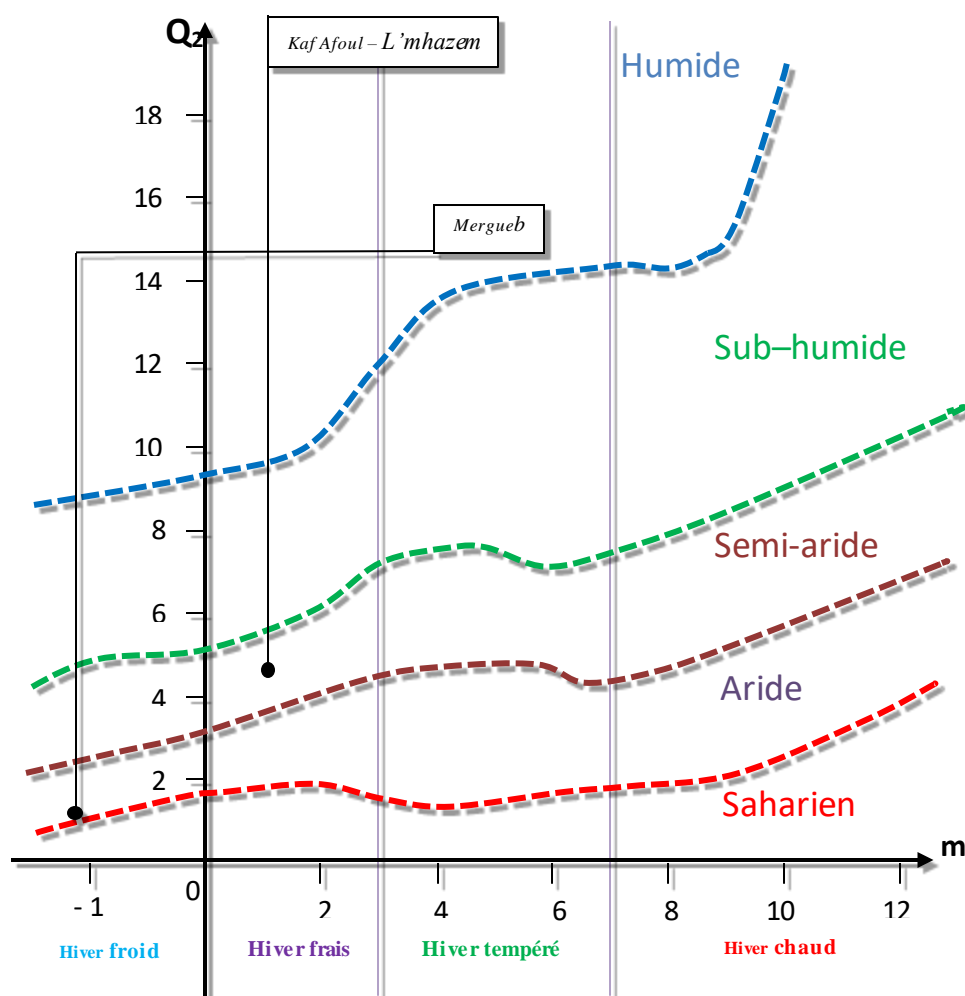


Figure 28 : Positionnement des stations d'étude sur le Climagramme

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

3 – Aspects physionomique, faunistique et floristique :

En Algérie, la steppe constitue une vaste région qui s'étend entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, couvre une superficie globale de 20 millions d'hectares, formant un ruban de 1 000 Kms de long, sur une largeur de 300 Kms (depuis l'Ouest qu'au centre) alors qu'elle est réduite à moins de 150 Kms à l'Est (BEN HAMOUDA & HAMOUDI, 2017). Notre région d'étude fait partie des limites centralo-nordiques de cette steppe, avec une vocation agro-pastorale essentiellement l'élevage ovin, constituant un exemple de transition du climat typiquement méditerranéen vers un climat de type saharien.

3.1 - Potentialités Agricoles :

L'agriculture prédominante est la céréaliculture extensive (blé dur, orge) dépendant principalement d'apports pluviométriques. A côté, on trouve l'oléiculture qui s'est énormément répandue dans la région au cours des deux dernières décennies.

3.2 - La flore (les grands types de végétation) :

Sur les piémonts des Montagnes de "Kaf Afoul" et de "L'mhazem", on trouve beaucoup plus de types de végétation :

- ✓ Steppe à halophytes : Ce sont des formations particulières de dépressions salées, elles sont représentées par plusieurs espèces qui supportent la salinité édaphique, notamment "Guettof" ou "Arroche maritime" (*Atriplex halimus*), "koub" ou "Soude maritime" (*Suaeda maritima*), "Guarna" ou "Salicorne" (*Halocnemum strobilaceum*), "Zita" (*Limoniastrum guyonianum*) et "Gueddam" ou "Soude jaunatre" (*Salsola vermiculata*);
- ✓ Steppe dégradée : Issu de la disparition des plantes annuelles et vivaces (du fait du surpâturage), et leur remplacement partiel par d'autres espèces de moindre valeur fourragère comme : "L'harmel" (*Peganum harmala*), "Choubreg" (*Noaea mucronata*), "Chender" (*Atractylis serratuloides*), "Djell" ou "Saligne douce" (*Anabasis oropetiorum*), "Chouk ed derban" ou "Astragale" (*Astragalus armatus*).

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

Dans la réserve de Mergueb, l'inventaire des ressources végétales a permis de recenser 211 taxons de spermatophytes de rang d'espèces, appartenant à 38 familles botaniques (KAABECHE, 2003).

On trouve essentiellement :

- ✓ Steppes à graminées : "L'halfa" (*Stipa tenacissima*) qui se trouve dans les crêtes aplaties des collines, leurs pentes et sur les glacis ;
- ✓ Steppes à chaméphytes : Le "Chih" ou "l'Armoise" (*Artemisia herba alba*) qui occupe les dépressions et les bas glacis ;
- ✓ Steppe à "Soude jaunatre" (*Salsola vermiculata*) et "Tgoufed" ou "Armoise champêtre" (*Artemisia campestris*) : occupant les lits d'oueds et les petites dépressions ;
- ✓ Steppes dégradées : Très répandu au niveau du territoire de notre étude.

3.3 - La faune :

La richesse faunistique d'El Hodna est très diversifiée. Elle comprend principalement 123 espèces d'oiseaux, 20 espèces de mammifères, 10 espèces de Reptiles. Concernant les insectes et les poissons, aucune étude n'a été réalisée sur ces catégories faunistiques (BOUNAB, 2018).

En tant qu'entité naturelle, la réserve de Mergueb possède une véritable richesse faunistique. Ainsi, 23 espèces de mammifères, 87 espèces d'oiseaux (dont 43 sédentaires) et enfin 12 espèces de Reptiles sont répertoriées (HADJAB et al., 2016). Elle abrite également deux espèces faunistiques en voie de disparition à savoir : la Gazelle de l'Atlas (*Gazella cuvieri*) et l'Outarde "Houbara" (*Chlamydotis undulata*).

Chapitre II :
Méthodologie de travail

Chapitre II : Méthodologie de travail

Nous présenterons dans ce chapitre la méthodologie de travail adoptée sur le terrain, accompagnée par les techniques de laboratoire pour la détermination des espèces de Reptiles. L'exploitation des résultats est réalisée à l'aide d'indices écologiques et d'analyse statistique.

1 - Méthodes d'étude :

1.1 - L'échantillonnage :

Notre échantillonnage a débuté de Mars 2016 jusqu'à Février 2018, ce qui nous fait une période de deux années de recherche sur les 11 stations d'études de terrain. La moyenne des sorties était de 02 sorties par mois réparties selon les saisons (06 sorties/saison), avec 02 à 03 prospecteurs durant 02 à 03 heures chacune (les matinées). Une fiche d'identification est remplie après capture ou observation de chaque individu, mort ou vivant soit-il, reste de peau ou encore plus de carcasses de tortues mortes. Cette fiche contient des informations générales sur la date, le climat, l'habitat et le nom de chaque espèce (Annexe 1). Dans le but d'une utilisation ultérieure de ces données collectées, ces dernières sont aussitôt enregistrées sur un tableur Excel.

Le tableau suivant illustre le calendrier des 48 sorties vers les sous stations effectuées durant les deux années d'étude (2016 et 2018).

Tableau 07 : Calendrier des sorties sur terrain

N°	Date	Stations	Nombre d'observateurs	Nombres d'individus capturés ou observés
01	05-Mars-2016	Mergueb	03	00
02	26-Mars-2016	L'mhazam	03	00
03	02-Avr-2016	Kaf Afoul	03	02
04	30-Avr-2016	Mergueb	02	02
05	07-Mai-2016	L'mhazam	01	00
06	28-Mai-2016	Mergueb	02	00
07	04-Juin-2016	Mergueb	03	10
08	25- Juin-2016	L'mhazam	03	11
09	02-Juil-2016	Kaf Afoul	02	07
10	30-Juil-2016	Mergueb	02	12
11	06-Aout-2016	L'mhazam	02	06
12	27-Aout-2016	Kaf Afoul	02	05
13	03-Sept-2016	Mergueb	01	02
14	24-Sept-2016	L'mhazam	02	06

Chapitre II : Méthodologie de travail

15	01-Oct-2016	Kaf Afoul	02	03
16	29-Oct-2016	Mergueb	02	07
17	05-Nov-2016	L'mhazam	03	05
18	26-Nov-2016	Mergueb	03	04
19	03-Dec-2016	Mergueb	02	04
20	31-Dec-2016	L'mhazam	02	00
21	07-Jan-2017	Kaf Afoul	02	00
22	28-Jan-2017	Mergueb	03	00
23	04-fevr-2017	L'mhazam	02	04
24	25-fevr-2017	Mergueb	01	00
25	04-Mar-2017	Mergueb	02	01
26	25-Mar-2017	L'mhazam	02	01
27	01-Avr-2017	Kaf Afoul	02	00
28	29-Avr-2017	Mergueb	02	03
29	06-Mai-2017	L'mhazam	02	02
30	27-Mai-2017	Kaf Afoul	02	00
31	03-Juin-2017	Mergueb	02	04
32	24-Juin-2017	L'mhazam	02	10
33	01-Juil-2017	Mergueb	03	07
34	29-Juil-2017	Mergueb	03	12
35	05-Aout-2017	L'mhazam	02	10
36	26-Aout-2017	Kaf Afoul	02	09
37	02-Sept-2017	Mergueb	03	12
38	30-Sept-2017	L'mhazam	03	12
39	07-Oct-2017	Kaf Afoul	02	02
40	28-Oct-2017	Mergueb	01	00
41	04-Nov-2017	L'mhazam	01	05
42	25-Nov-2017	Mergueb	01	02
43	02-Dec-2017	Mergueb	01	02
44	30-Dec-2017	L'mhazam	01	03
45	06-Jan-2018	Kaf Afoul	01	01
46	27-Jan-2018	Mergueb	02	05
47	03-Fevr-2018	L'mhazam	02	00
48	24-Fevr-2018	Kaf Afoul	02	00

Il a été constaté que les sous stations sélectionnées se composaient principalement de 5 habitats différents, qui pourraient être des abris appropriés pour la vie des Reptiles. Ainsi, les espèces végétales dominantes ont été enregistrées, et leur couverture a été évaluée visuellement en pourcentage de la surface du sol (INCORVAIA, 2005).

- ❖ **Cime de montagne** : Plaques rocheuses plus ou moins plates et fragmentées, avec un couvert végétal atteignant jusqu'à 40 % et composée principalement de touffes de "Guezzah" ou "Pituranthos à balai" (*Pituranthos scoparius*), "Bou derga" ou "Alysse des

Chapitre II : Méthodologie de travail

montagnes" (*Alyssum montanum*), "Khzaym" ou "L'orpin bleuâtre" (*Sedum caeruleum*) et "Chouk ed derban" ou "Astragale" (*Astragalus armatus*);

❖ **Bas de montagne** : Moins couvert que la cime de montagne, le sol est très accidenté et rocailleux ; on y trouve les différentes espèces du genre *Stipa* "L'halfa" et "Senok" éventuellement ;

❖ **Hamada** : Ce terme désigne un plateau rocheux horizontal entouré de falaises bien marquées, qui leur donnent l'apparence de gigantesques tables. Les Hamada se caractérisent par une abondance de roche nue, usée par le vent et polie, avec une couverture végétale très clairsemée ;

❖ **Daya** : Ce sont des bassins fermés d'étendue limitée que l'on trouve dans les terres plates. Les dayas sont visibles pour tout observateur car ils forment des taches de végétation sur la surface nue des Hamada. Ils varient considérablement en diamètre ; de quelques mètres à exceptionnellement quelques kilomètres. Le fond des Daya est obstrué par de l'argile, du limon et du gravier, mais aussi par les mares qui se forment après les pluies lesquelles peuvent durer assez longtemps. L'eau s'infiltré lentement, de sorte que le sol reste humide pendant longtemps. Cet environnement est souvent utilisé pour la culture des céréales et le pâturage, le couvert végétal moyen atteint parfois 50 %. La Daya est principalement constituée de plantes xérophytes et halophytes, notamment : *Artemisia herba-alba*, *Salsola vermiculata*, *Zizyphus lotus* "Sedra" ou "Jujubier sauvage", *Anabasis articulata* "Ajrem", *Atriplex halimus* et *Stipa tenacissima* ;

❖ **Lit d'oued** : Ce terme désigne un cours d'eau à débit intermittent. C'est un milieu humide et bien couvert de plantes, notamment *Zizyphus lotus*, *Anabasis articulata* et *Atriplex halimus*.

Nous avons enregistré 94 échantillonnages dans ces différents habitats durant les 48 sorties, équivalent à 02 échantillonnages dans 02 habitats par sortie :

- 18 échantillonnages dans les Cimes des montagnes ;
- 16 échantillonnages dans les Bas des montagnes ;
- 30 échantillonnages dans les Daya ;
- 09 échantillonnages dans le Lit d'oued ;
- 21 échantillonnages dans les Hmada.

1.2 - Présentation du matériel utilisé :

L'échantillonnage des Reptiles ne nécessite pas beaucoup d'équipement, car la subtilité, la vitesse, l'attention et le courage sont plus efficaces. Cependant, la plupart du temps, nous n'utilisons que nos mains, à l'exception de quelques bâtons ou d'une petite pelle pour creuser un terrier. Cette technique est donc préliminaire et ne permet pas de prétendre à une enquête exhaustive (ADAM *et al.*, 2015).

Le reste du matériel nous permettant de prendre des notes, consiste en un simple bloc note, camera de téléphone mobile, des bouteilles d'eau vide en plastique pour mettre les individus d'espèces non déterminées, des sachets pour mettre des peaux de mues ou de carcasses de tortues mortes.

Au retour, afin de continuer notre travail d'identification et de biométrie, nous avons utilisé une loupe, et des bocaux avec de l'alcool à 70 ° pour conserver des individus morts. Les mesures biométriques des tortues, l'âge, le sexe et toutes les mesures linéaires ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse d'une précision de 0,05 mm et d'un mètre ruban pour les mesures curvilignes.

1.3 - Méthode de recherche :

La technique la plus simple pour les Reptiles est peut-être le "visual survey by encounter" (VES) (CRUMP & SCOTT, 1994 ; GUYER & DONNELLY, 2012 *in* DAS(2016)). Un SVE comprend des recherches limitées dans le temps le long de transects préétablis pour localiser les animaux du groupe cible. Ces techniques comprennent l'utilisation de râtaux ou de bâtons pour tourner au-dessus des feuilles mortes et des bûches, en regardant à l'intérieur des trous d'arbres et des crevasses rocheuses. Dans ce cas de recherche des Reptiles, l'aide d'un autochtone est plus que nécessaire pour gagner en efficacité. En effet, sa connaissance des lieux nous fait gagner du temps de même que son expérience nous évite les dangers. Les pierres, les touffes de végétation, les lits d'oueds, les fissures des rochers sont les habitats les plus propices des espèces herpétologiques. Aussi à chaque fois que nous rencontrons ce type d'habitat nous nous attardons sur ces lieux en les scrutant en profondeur à l'affût de tout ce qui bouge.

Chapitre II : Méthodologie de travail

La saisie des Reptiles, toutes espèces confondus, se fait à la main. Les vipères et les couleuvres, demandent plus de vigilance et de technicité, néanmoins c'est facile de les neutraliser une fois que la tête est prise par derrière.

Un nombre de 48 sorties (2 à 4 heure/sortie) fut réalisé durant deux années, avec 2 sorties/mois. Les sorties sont généralement plus fructueuses quand elles ont lieu le matin.

1.4 - L'identification :

Pour un néophyte en herpétologie, la détermination et l'identification oculaire s'avère délicate voire même impossible, alors, le recours aux clés de détermination est plus que nécessaire pour une identification fiable.

Ce genre d'identification prend en compte essentiellement l'écaillage (céphalique et corporelle) et la coloration. Il existe plusieurs clés de déterminations, nous citerons ici celles que nous avons utilisées dans ce travail (SCHLEICH *et al.*, 1996 ; VENCHI & SINDACO, 2006 ; TRAPE *et al.*, 2012 ; GENIEZ, 2012).

2 - Exploitation des résultats par les indices écologiques :

Les indices écologiques utilisés dans ce travail sont de deux types. Il s'agit des indices de structure et d'organisation, et les indices de diversité des peuplements.

2.1 - Application d'indices de structure et d'organisation :

2.1.1 - Fréquence d'abondance :

La fréquence d'abondance (*FrqAb*) représente l'abondance relative, et correspond au nombre d'individus d'une espèce donnée dans un habitat (*ni*) par rapport au nombre total d'individus de toutes les espèces (*N*) dans cet habitat, exprimé en pourcentage (DAJOZ, 1985).

$$FrqAb = (ni / N) \times 100$$

2.1.2 - Fréquence d'occurrence :

La Fréquence d'occurrence (*FrqOcc*) est le rapport du nombre des relevés incluant une espèce donnée dans un habitat (*Pi*) par rapport nombre total des relevés (*P*) dans cet habitat, exprimé en pourcentage (DAJOZ, 1982).

Chapitre II : Méthodologie de travail

$$Frq\ Occ = (P_i / P) \times 100$$

BIGOT & BODOT (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- ✚ Les espèces constances sont présentes dans 50 % ou plus de leur fréquence d'occurrence ;
- ✚ Les accessoires sont présents dans 25 à 49 % des relevés ;
- ✚ Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 % et supérieure ou égale 10 % ;
- ✚ Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques ont une fréquence inférieure à 10 %.

2.2 - Application d'indices de diversité des populations :

Nous avons utilisé comme indices de diversité des populations, la richesse totale, la richesse moyenne, l'Indice de diversité de Shannon, l'Indice d'Equitabilité et l'Indice de Sorensen.

2.2.1 - Richesse spécifique total (S) :

Selon RAMADE (1984), la richesse totale (S) est le nombre total des espèces dénombrées à l'intérieur de chaque peuplement végétal ou animal. Selon ORTH & GIRARD (1996), la richesse totale est défini comme le nombre total d'espèces enregistrées lors de toutes les sorties pour chaque habitat.

2.2.2 - Richesse spécifique moyenne (Sm) :

C'est le rapport de (S) à tous les relevés vers chaque habitat (RAMADE, 1984).

$$Sm = \frac{\text{Nombre total d'espèces recensées lors de chaque relevé}}{\text{Nombre de relevés réalisés}}$$

Chapitre II : Méthodologie de travail

2.2.3 - Indice de diversité de Shannon :

Selon RAMADE (1984), l'indice de diversité de Shannon-Weaver est calculé par la formule suivante et exprimé en bits :

$$H' = - \sum q_i \log_2 q_i$$

q_i : Probabilité de rencontrer l'espèce i . ($q_i = n_i / N_i$) ;

n_i : est le nombre des individus de l'espèce (i) dans un habitat ;

N_i : est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues dans cet habitat ;

\log_2 : est le logarithme à base de 2.

Si la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver est faible, le milieu doit être considéré comme pauvre en espèces. Si l'indice est élevé, il implique que le milieu est très riche en espèces. L'indice de diversité n'exprime pas le nombre d'espèces seulement mais il permet aussi de calculer leur abondance relative (ODUM, 1971 ; BLONDEL, 1979).

2.2.4 - Indice d'Équitabilité :

L'équirépartition ou l'équitabilité s'obtient par la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

S : est le nombre total des espèces (ODUM, 1971 ; ORTH & GIRARD, 1996).

L'équitabilité varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce, tandis qu'elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1981).

Chapitre II : Méthodologie de travail

2.2.5 - Similitude des peuplements :

Afin de pouvoir statuer sur la similitude ou la différence qui existe dans la composition des peuplements des Reptiles dans l'espace et dans le temps, nous utilisons l'Indice de Sorensen ou le coefficient de similitude de Sorensen (Q_s) (MAGURRAN, 1988).

$$Q_s = \frac{2c}{a + b}$$

a : nombre d'espèces mentionnées dans le relevé 1 ;

b : nombre d'espèces mentionnées dans le relevé 2 ;

c : nombre d'espèces recensées simultanément dans les deux relevés.

3 – Analyse statistique :

3.1- Analyse multivariée :

Une analyse factorielle de correspondances (AFC) a été réalisée pour savoir si le type d'habitat influence la répartition des espèces Reptiliennes dans la région d'étude, et d'analyser le lien existant entre ces deux facteurs (habitats et espèces Reptiliennes).

Chapitre III :

Résultats et discussions

Chapitre III : Résultats et discussions

1 - Analyse de l'inventaire :

1.1 - Résultats :

Dans notre région d'étude, nous avons pu recenser 22 espèces de Reptiles répertoriées dans le tableau 09.

Tableau 09 : Classification taxonomique des espèces Reptiliennes inventoriées dans la région d'étude.

Classe	Ordre	Sous-ordre	Famille	Espèce	
Reptilia	Chelonii (Tortues)	Chelonia	Testudinidae	<i>Testudo graecawhitei</i>	
			Geoemydidae	<i>Mauremys leprosa</i>	
	Squamata (Reptiles à écailles)	Amphisbaenia (Lézards-vers)	Trogonophiidae	<i>Trogonophis wiegmanni</i>	
				Sauria (Lézards)	Chamaeleonidae
		Scincidae	<i>Chalcides mertensi</i>		
			<i>Chalcides ocellatus</i>		
		Lacertidae	<i>Mesalina olivieri</i>		
			<i>Acanthodactylus erythrurus</i>		
		Gekkonidae	<i>Psammodromus algirus</i>		
			<i>Tarentola mauritanica</i>		
		Ophidia (Serpents)	Colubridae		<i>Stenodactylus sthenodactylus</i>
					<i>Agama impalearis</i>
					<i>Uromastyx acanthinurus</i>
				<i>Trapelus mutabilis</i>	
		Ophidia (Serpents)	Viperidae	<i>Varanus griseus</i>	
				Lamprophiidae	<i>Malpolon monspessulanus</i>
<i>Psammophis schokari</i>					
Colubridae	<i>Hemmorhois hippocrepis</i>				
Ophidia (Serpents)	Viperidae	<i>Spalerosophis dolichospilus</i>			
		<i>Daboia mauritanica</i>			
Ophidia (Serpents)	Boidae	<i>Cerastes cerastes</i>			
		<i>Eryx jaculus</i>			

1.2 - Monographie des espèces Reptiliennes inventoriées :

1.2.1 - Ordre des Chelonii

1.2.1.1 - Sous ordre des Chelonia

Chapitre III : Résultats et discussions

➤ Familles des Testudinidae

Les Testudinidae habitent la plupart des continents, sauf l'Australie et l'Antarctique (Ernst et *al.*, 2000 in LOEHR 2008), et peuvent être trouvés dans une grande variété d'habitats (par exemple, forêt tropicale, savane, steppe, désert) (LOEHR, 2008). Cette famille comprend actuellement 43 espèces. Les tortues terrestres sont généralement lentes, principalement avec carapace convexe et membres postérieurs épais en forme de colonne. La coquille osseuse est couverte d'écailles cornées épaisses avec couches concentriques sur leur surface. Le plastron est fortement lié à la carapace par une suture immobile. Chaque doigt n'a pas plus de deux phalanges. Les doigts sont fusionnés ensemble, mais les griffes restent libres. Les membranes de natation sont absentes. La tête est couverte d'écailles de forme régulière (ANANJEVA et *al.*, 2006).

La plupart des espèces et sous-espèces sont incluses sur les listes de l'Annexe II de la Convention sur le droit international Commerce des espèces de faune et de flore sauvages. Elles demeurent menacées d'extinction, nombre d'espèces est inclus dans la liste de l'annexe I, ainsi que de la liste rouge des espèces menacées de l'UICN et listes des Annexes de la Convention de Berne (ANANJEVA et *al.*, 2006).

Testudo graeca whitei

❖ **Synonymes**

- *Testudo pusilla* (LINNAEUS 1758) ;
- *Testudo iberica* (PALLAS 1814) ;
- *Testudo mauritanica* (DUMÉRIL & BIBRON 1835) ;
- *Testudo graeca graeca* (MERTENS 1946) ;
- *Testudo buxtoni* (PERÄLÄ 2001) ;
- *Testudo perses* (TÜRKOZAN et *al.*, 2004).

❖ **Dimensions :**

C'est une tortue de taille moyenne (20 cm) (FEKHAOUI, 1998).

❖ **Description**

C'est une tortue à pattes cylindriques munies de cinq fortes griffes à l'avant et quatre à l'arrière. Au Maroc, elle est représentée par la sous-espèce nominale *T.g.graeca* (FEKHAOUI, 1998). Elle a une carapace convexe relativement haute et une charnière développée dans le plastron (ANANJEVA et *al.*, 2006).

Cette tortue possède une dossière bombée et plutôt quadrangulaire. Elle se caractérise par un gros tubercule conique à la face postérieure de chaque cuisse (CASTET- FLAMANT, 2002).

Chapitre III : Résultats et discussions

Carapace : Plaque supra caudale unique ; nuchale triangulaire ; onze marginales. Un tubercule corné est visible à la face postérieure de chaque cuisse (LE BERRE, 1989 *in* MOUANE, 2010).

La queue des mâles est longue et pointue, avec l'ouverture cloacale située vers le milieu (tandis qu'elle est placée à la base, chez les femelles). Le plastron des mâles est concave postérieurement, mais plat chez les femelles. Les plaques anales des mâles sont proéminentes et pointues, celles des femelles sont obtues. Les écailles supra- caudales du mâle sont convexes, celles des femelles sont plates. Les mâles sont plus légers que les femelles (LE BERRE, 1989 *in* MOUANE, 2010).

La tête est colorée en jaune clair, plus foncés au niveau du nez, des yeux et de la frontale. La carapace et le plastron sont jaune clair (MOUANE, 2010). *T. graeca* est sexuellement dimorphique (Camerano, 1877 ; Buskirk Keller & Andreu, 2001 *in* WERNER, 2016). Il n'est visible chez les femelles, qu'à partir d'une longueur de 11 cm ; plus petites, elles ne se distinguent pas des juvéniles. (LE BERRE, 1989 *in* MOUANE, 2010).

Selon TURKOZAN (2005), la taxonomie du complexe *Testudo graeca* est un problème de longue date, non résolu dans l'herpétologie du paléarctique occidental. Pendant de nombreuses années, un modèle proposé par Mertens (1946) et Wermuth (1958) est généralement accepté. Des recherches plus récentes ont montré que la situation taxonomique est beaucoup plus complexe. La situation est aggravée par le fait que différents concepts d'espèces sont utilisés dans de nouveaux articles traitant variation du complexe *T. graeca*, conduisant à une incompatibilité entre les résultats de différents auteurs (PERALA, 2002b and PIEH *et al.*, 2002b *in* TURKOZAN, 2005).

❖ Répartition et habitat

Cette tortue est bien adaptée aux habitats semi-arides et arides (COGALNICEANU *et al.*, 2010). Elle est menacée par la destruction de l'habitat, la chasse pour le commerce des animaux de compagnie et la consommation de nourriture. Il est considéré comme vulnérable selon la classification de l'UICN, tant en Europe (TEMPLE & COX, 2009), qu'à l'échelle mondiale (BAILLIE *et al.*, 2004).

Selon ANADON (2012), *T. graeca* montre une large gamme environnementale en Afrique du Nord. Les localités de présence vont du niveau de la mer à 2090 m d'altitude et de 116 à 1093 mm de précipitations annuelles. Le modèle de présence indique que la distribution dans

Chapitre III : Résultats et discussions

le Nord de l'Afrique est principalement liée à la pluviosité, en particulier les valeurs pluviométriques dans le quart le plus humide et le plus froid de l'année.

Testudo graeca, a une répartition inégale couvrant des parties des trois continents (Afrique, Asie et Europe), du sud de l'Espagne et de l'Afrique du Nord à l'Iran, l'Asie Mineure et l'Europe de l'Est. Son aire de répartition s'étend sur environ 6500 km (est-ouest) et 1600 km (nord-sud) (FRITZ et al., 2007). Selon ANADON (2012), l'aire de distribution de *Testudo graeca* dans la méditerranée occidentale est actuellement très mal connue.

Figure 28 : *Testudo graeca whitei* (Linné, 1758)

فكرون البر

Tortue grecque (Mauresque)

Mediterranean Spur-thighed Tortoise (Greek tortoise)



Photo BENELKADI. H

➤ Familles des Geoemydidae

Les Geoemydidae sont une famille de tortues d'eau douce qui ne contient qu'une seule espèce :

Mauremys leprosa

❖ Synonymes

- *Emys leprosa* (SCHWEIGGER, 1812) ;
- *Emys vulgaris* (GRAY, 1831) ;
- *Clemmys sigriz* (MICHAHELLES, 1829) ;
- *Clemmys leprosa* (STRAUCH, 1862) ;
- *Mauremys laniaria* (GRAY, 1869) ;
- *Mauremys caspica leprosa* (MALKMUS, 1983) ;
- *Clemmys leprosa* (FEJERVARY, 1927) ;
- *Clemmys caspica leprosa* (LOVERIDGE & WILLIAMS, 1957).

Chapitre III : Résultats et discussions

❖ Dimensions

Sa longueur habituelle varie de 12 à 20 cm, maximum 25 cm (TRAPE et *al.*, 2012).

❖ Description

Carapace couverte d'écailles. Dossière fortement aplatie, de forme ovale, non articulée et sans dentelure sur les marginales. Cinq écailles vertébrales, quatre paires de costales, douze paires de marginales et une nuchale. Plastron comprenant seulement six paires de plaques, sans intergulaire médiane. Cinq griffes effilées et recourbées à chacune des pattes. Queue très longue, notamment chez les juvéniles. La coloration est très variable selon le milieu et l'âge.

Plusieurs sous-espèces ont été décrites sur de simples particularités de coloration, notamment pour les populations des différents oueds marocains. La tête est habituellement olivâtre avec souvent des vermiculations jaunes ou orangées, en particulier chez les jeunes spécimens. La dossière est beige, marron ou olivâtre. Le plastron est particulièrement variable : sombre et uni, ou au contraire clair avec ou sans dessins et taches sombres. Aucune donnée de coloration n'est disponible pour les spécimens signalés de Mauritanie et du Niger (TRAPE et *al.*, 2012).

❖ Répartition et habitat

Afrique du Nord, péninsule Ibérique, Roussillon. Signalée de l'Aïr au Niger (gueltas de Timia, Taraouadji et du Tamgak, vallée de Telloua et mare de Tafadek). En Mauritanie, éteinte à Fdérick mais serait présente entre Kiffa et Ayoûn el Atroûs. Mares et gueltas (TRAPE et *al.*, 2012).

Figure 29 : *Mauremys leprosa*
(Schweigger, 1812)

فكرون الماء
Émyde lépreuse
Mediterranean terrapin



Photo *BENELKADI. H*

Chapitre III : Résultats et discussions

1.2.2 - Ordre des Squamata

1.2.2.1 - Sous ordre des Amphisbaenia (Lézards-vers) :

Selon GUIBÉ (1950), ce sont des Lézards dégradés chez lesquels, à l'exception d'un seul genre, les membres ont disparu. La tête est recouverte par des plaques symétriques ; les écailles du corps sont disposées en segments rectangulaires formant des anneaux réguliers ; la queue est très courte ; les yeux sont cachés sous les téguments.

Les Amphisbaenidés sont de moeurs souterraines, ils vivent dans des galeries et ne remontent que rarement en surface. En plein jour, on les rencontre donc par hasard sous des pierres dans les sols meubles surtout par temps humide et température fraîche. Il est vraisemblable ainsi que le suppose Doumergue que ces formes sortent de terre la nuit.

➤ Familles des Trogonophiidae

Trogonophis wiegmanni (Kaup, 1830)

Synonymes

- *Trogonophis wiegmanni elegans* (GERVAIS, 1835) ;
- *Trogonophis wiegmanni maroccana* (WERNER, 1931) ;
- *Trogonophis elegans* (GANS, 2005).

❖ Dimensions

Selon GUIBÉ (1950), la longueur de *T. wiegmanni* est de 250 mm ; elle varie de 200 mm à 250 mm (SCHLEICH et al., 1996 ; Chaumeton et al., 2001 in MAMOU, 2011).

❖ Description

Cette espèce présente des caractères morphologiques typiques d'espèces adaptées aux environnements souterrains ; le corps est allongé et robuste, avec absence d'extrémités externes et se terminant par une queue courte et conique. Il a une rainure latérale marquée ; les écailles du corps sont quadrangulaires et lisses, formant autour de 170 anneaux transversaux (MATEO et al., 2003). La tête est légèrement différenciée du corps, relativement conique et légèrement dorsiventralité. Il n'y a pas d'ouverture tympanique et les yeux sont protégés sous la peau, mais facilement visibles. L'échelle céphalique est caractérisée par une taille plus grande que les écailles du corps. L'échelle rostrale est grande, triangulaire et insérée entre les nasales ; la paire d'écailles frontales est plus grande, avec une apparence quadrangulaire, tandis que la paire d'écailles post-frontales est plus petite et triangulaire. Il présente une échelle auréole normalement séparée de l'oculaire. L'échelle oculaire, qui couvre l'œil, est entourée de 5 à 8

Chapitre III : Résultats et discussions

écailles périoculaires. Les échelles supralabiales varient entre 4 et 5, dont la troisième est plus grande, tandis que le nombre d'échelles infralabiales est d'environ 3-4, le second étant le plus grand (SCHEILCH *et al.*, 1996).

Sa conception à carreaux fait de *Trogonophis wiegmanni* un animal unique dans sa région. Il est caractérisé par une couleur contrastée entre les tons sombres (noir, brun, violet) et les tons clairs (blanchâtre, jaunâtre, rose) semblables à un échiquier. Sa tête est de couleur foncée ou noire, bien que des individus avec peu de pigmentation noire aient été trouvés sur la tête dans sa population la plus méridionale (SANCHEZ & ESCORIZA, 2014).

❖ Répartition et habitat

Selon MAMOU (2014), *Trogonophis wiegmanni* est une espèce méditerranéenne confinés à l'Afrique du nord, et n'a donc aucun lien avec l'Europe.

Elle est mentionnée comme espèce rare avec une distribution disjointe et même limitée à de petites zones dans les habitats (WAGNER, 1841 *in* WAGNER, 2012).

Figure 30 : *Trogonophis wiegmanni* (Kaup, 1830)

الحية العورة
Trogonophis mauve
Checkerboard Worm Lizard



Photo BENELKADI. H

1.2.2.2 - Sous ordre des Sauria

➤ Familles des Chamaeleonidae

Chapitre III : Résultats et discussions

Cette famille est divisée en deux sous-familles : les Chamaeleoninae et les Brookesiinae. Ce sont des animaux qui se caractérisent par la mobilité indépendante de leurs yeux, leur

langue protractile qui leur permet d'attraper leurs proies à distance, les doigts groupés en deux blocs opposables assurant une bonne prise sur les branches et leur capacité à changer de couleur.

Chamaeleo chamaeleon (Linné, 1758)

Synonymes

- *Lacertachamaeleon* (LINNAEUS, 1758) ;
- *Chamaeleo parisiensium* (LAURENTI, 1768) ;
- *Chamaeleon vulgaris* (DAUDIN, 1802) ;
- *Chamaeleo carinatus* (MERREM 1820) ;
- *Cameleo siculus* (GROHMANN 1832).

❖ Dimensions

La longueur museau-cloaque peut mesurer jusqu'à 17 cm, longueur totale jusqu'à 34 cm (TRAPE et *al.*, 2012).

❖ Description

La tête, le corps et la queue sont recouverts de petites écailles granuleuses de taille homogène. La tête est bien séparée du corps. Deux yeux saillants, recouverts d'une paupière conique percée à son sommet et orientables séparément en tous sens. Au dessus de la tête se trouve un casque fortement bombé postérieurement. A l'arrière de la tête, on note la présence de chaque côté sur la crête pariétale d'un lobe occipital. On note la présence d'une langue très allongée et vermiforme. Crête gulaire présente. Corps fortement comprimé latéralement. Pattes allongées, terminées par des doigts opposés en forme de pince. Une seule griffe à chaque doigt. Absence habituelle d'éperon tarsien chez le mâle, parfois une petite ébauche d'éperon. La coloration est très variable selon de nombreux facteurs dont l'état physiologique et les interactions sociales. Elle est souvent à dominante verte chez les femelles et brune chez les mâles (TRAPE et *al.*, 2012).

❖ Répartition et habitat

Large répartition en Afrique du Nord, dans le sud de la péninsule Ibérique et au Moyen-Orient. La limite sud connue est la sebkhah d'Imlili (23° 16' N, 15° 55' W) au Sahara occidental (TRAPE et *al.*, 2012).

Figure 31 : *Chamaeleo chamaeleon* (Linné, 1758)

التاتاء، الحرباء

Caméléon commun
Common Chameleon



Photo BENEKADI. H

➤ Familles des Scincidae

Les Scincidae ont une très vaste répartition géographique ; plus de quarante genres sont connus (ANGEL, 1946). C'est la plus vaste famille au sein des Sauria, elle comprend des lézards de petite taille, de taille moyenne à grande. Leur caractère typique est uniformément lisse ou caréné ; sous la couverture à écailles il y a des plaques osseuses (ostéodermes) qui rendent le corps des scinques solide et élastique au toucher (ANANJEVA et *al.*, 2006).

La famille Scincidae est la plus grande des seize familles de lézards, dont les membres ont tendance à être allongés et ont des museaux relativement longs et des crânes un peu aplatis, dans lesquels l'ouverture temporale supérieure est généralement réduite ou perdue (HUTCHINSON, 1993).

Selon MONTERO-MENDEIETA (2017), en mai 2014, les auteurs ont trouvé un scinque de type *Chalcides* dans le parc national de Théniet el Had (Algérie) initialement classé *Chalcides mertensi* (Klausewitz, 1954), sur la base de sa similarité morphologique et de sa distribution. Étonnamment, ce scinque était génétiquement proche des spécimens de *Chalcides minutus*, et que la comparaison de la morphologie entre le nouvel enregistrement et les descriptions originales a montré que ce scinque est susceptible de représenter une nouvelle espèce de *Chalcides*, et qu'une révision majeure des Scincidae algériens est nécessaire pour démêler la phylogénie de *Chalcides minutus* et *Chalcides mertensi*.

Chapitre III : Résultats et discussions

Chalcides mertensi (Klausewitz, 1954)

Synonymes

- *Chalcides chalcides mertensi* (KLAUSEWITZ, 1954) ;

- *Chalcides mertensi* (BUSACK, 1986).

❖ Dimension

Selon CARRANZA (2008), la longueur totale peut atteindre 143 mm.

❖ Description

Ce taxon était autrefois traité comme une sous-espèce de *Chalcides chalcides*, mais il a été élevé au statut d'espèce par CAPUTO (1993). Les sous-espèces *C. c. chalcides* et *C. c. mertensi* sont considérées comme des espèces «naissantes» par certains auteurs (SCHLEICH et *al.*, 1996).

Les pattes de ce lézard sont ridiculement petites et il ne peut pas les utiliser en toute circonstance. C'est un animal serpentiforme très allongé ayant des membres minuscules à 3 doigts, et 20 à 26 rangs d'écailles autour du corps (ARNOLD & OVENDEN, 2004 in MAMOU, 2011). Le dos, le dessus de la queue et de la tête sont colorés en brun-jaune, bronze, olivâtre, ocre clair, avec souvent des reflets métallisés. Les labiales jaune verdâtre et la région temporale est souvent blanchâtre avec un reflet rosé. Le ventre et la gorge blanc nacré, sont sans taches alors que le dessous de la queue est gris perle (FRETEY, 1986 in MAMOU, 2011).

❖ Répartition et habitat

Le genre *Chalcides* comprend environ 30 espèces de lézards scincides principalement répartis en Afrique du Nord, son statut taxinomique et sa distribution tels que décrits dans la littérature ont fluctué au cours des dernières années (MONTERO-MENDIETA, 2017).

Elles sont distribués à travers l'Afrique du Nord vers le bas en Somalie et au Kenya, à travers la Turquie, en Arabie, en Irak, en Iran et au Pakistan, ainsi que dans le sud de l'Europe, y compris en Espagne, Portugal, France, Italie et Grèce (CARRANZA et *al.*, 2008; GIOVANNOTTI et *al.*, 2007; KORNILIOS et *al.*, 2010 in MONTERO-MENDIETA, 2017).

Il vit dans les zones boisées du nord de l'Algérie et dans les habitats méditerranéens semi-arides d'Algérie et de Tunisie. On le trouve dans les zones humides et ensoleillées avec une végétation dense. Les habitats comprennent les prairies, les prairies, les zones proches des ruisseaux, les haies, les forêts de chênes lièges ouvertes et les lisières des zones cultivées. Il est également connu dans les prairies avec une couverture élevée d'herbacées (MIRAS et *al.*, 2006).

Figure 32 : *Chalcides mertensi* (Klausewitz, 1954)

النصلي الطويلة

Sep tridactyle du Maghreb
Algerian Three-toed Skink



Photo *BENELKADI. H*

Chalcides ocellatus (Forsk., 1775)

Synonymes

- *Lacerta ocellata* (FORSKAL, 1775) ;
- *Lacerta lateralis* (LACÉPÈDE, 1788) ;
- *Stincus ocellatus* (MEYER, 1795) ;
- *Gongylus ocellatus* (WAGLER, 1830) ;
- *Seps ocellatus* (GÜNTHER, 1871).

❖ Dimension

Longueur museau-cloaque peut mesurer jusqu'à 15 cm, la longueur totale quant à elle peut atteindre 30 cm.

❖ Description

Tête couverte de plaques symétriques. Pupille ronde. Ouverture de la narine en contact avec la rostrale. Ouverture tympanique bien visible. Corps cylindrique, écailles dorsales et ventrales lisses et toutes semblables. De 24 à 34 rangées d'écailles autour du milieu du corps (26 à 30 en Afrique occidentale et au Sahara central). De 72 à 85 écailles entre la frontale et le cloaque.

Chapitre III : Résultats et discussions

Membres très courts, surtout ceux antérieurs, l'extrémité des pattes antérieures rabattues vers l'arrière distante d'au moins une dizaine d'écailles de l'extrémité des pattes postérieures rabattues vers l'avant. Cinq doigts à chacun des membres. Queue cylindrique aussi longue que la distance museau-cloaque, la coloration dorsale est brun clair avec six à huit rangées de petits ocelles noirs à centre blanc occupant une seule écaille et régulièrement alignés sur le dos et la queue. La face ventrale est claire (TRAPE et *al.*, 2012).

❖ Répartition et habitat

De la Mauritanie et du Maroc au Pakistan et à la Grèce. En Afrique occidentale, populations reliques isolées le long de la boucle du Niger, dans l'Adrar de Mauritanie et dans l'Aïr (TRAPE et *al.*, 2012). Selon MAHTOUT (2016), le lézard ocellé est présent dans de nombreux types d'habitats, lié à la végétation basse car il s'insole sous les pierres ou en limite de végétation.

Figure 33 : *Chalcides ocellatus* (Forsk., 1775)

النصلي

Scinque ocellé
Ocellated Skink



Photo BENELKADI H

➤ Familles des Lacertidae

La famille des *Lacertidae* unifie environ 40 genres avec plus de 180 espèces de lézards. Ils sont petits, de taille moyenne et plus rarement relativement grands. Les *Lacertidae* sont largement distribués en Eurasie ; certains d'entre eux atteignent l'Extrême-Orient, le Japon et les îles de l'Indonésie. Ils vivent partout en Afrique (sauf pour l'île de Madagascar) (ANANJEVA et *al.*, 2006).

Chapitre III : Résultats et discussions

Leur tête, porte de grandes plaques symétriques, agrandies ; la langue est plate, allongée, bifide à l'avant. Yeux pourvus de paupières mobiles. Membres toujours présents, munis de cinq doigts inégaux, allongés, pourvus de griffes, jamais dilatés transversalement mais parfois denticulés sur le côté ou carénés au-dessous chez les espèces vivant dans les lieux arides. Corps couvert le plus souvent d'écailles (ANGEL, 1946).

Mesalina olivieri (Audouin, 1829)

❖ **Synonymes**

- *Eremias guttulata oliveri* (BOULENGER 1921) ;
- *Eremias olivieri* (DEKEYSER & VILLIERS 1956) ;
- *Mesalina guttulata susana* (SZCZERBAK 1989) ;
- *Lacerta olivieri* (AUDOUIN 1829).

❖ **Dimension**

Longueur museau-cloaque jusqu'à 5,2 cm, longueur totale jusqu'à 15 cm.

❖ **Description**

Tête couverte de plaques symétriques. Absence de collier dans la région gulaire. Pupille ronde. Disque palpébral constitué de quatre à six écailles transparentes de tailles différentes. Museau pointu avec narine proéminente. Ouverture de la narine éloignée de la première supralabiale et située entre trois nasales. Une grande sous-oculaire en contact avec la lèvre et séparant les supralabiales antérieures, qui sont habituellement au nombre de quatre, des supralabiales postérieures. Deux grandes plaques sus-oculaires. Écailles dorsales médianes non élargies. De 35 à 40 rangées d'écailles dorsales au milieu du corps. Plaques ventrales lisses et de grande taille disposées sur huit à dix rangées longitudinales et 27 à 34 rangées transversales. Doigts sans franges latérales. De 10 à 16 pores fémoraux de chaque côté. Une petite plaque anale. Queue environ 2 fois plus longue que le corps. La coloration dorsale est beige ou brun clair avec une ligne médiane et des bandes latérales plus ou moins contrastées et partiellement constituées de petits ocelles noirs et blancs alignés. Sur les flancs, une bande sombre contraste avec la face ventrale blanchâtre (TRAPE et *al.*, 2012).

❖ **Répartition et habitat**

De la Mauritanie et du Maroc au Pakistan et à la Grèce. En Afrique occidentale, populations reliques isolées le long de la boucle du Niger, dans l'Adrar de Mauritanie et dans l'Aïr (TRAPE et *al.*, 2012).

Figure 34 : *Mesalina olivieri* (Audouin, 1829)

زرزومية
Mésaline d'Olivier
Olivier's Desert Racer



Photo *BENELKADI. H*

Acanthodactylus erythrurus (Schinz, 1833)

❖ Synonymes

- *Lacerta erythrura* (SCHINZ, 1833) ;
- *Acanthodactylus vulgaris* (DUMÉRIL & BIBRON, 1839) ;
- *Acanthodactylus Bellii* (GRAY, 1845) ;
- *Acanthodactylus lineomaculatus* (HARRIS & ARNOLD, 2000).

❖ Dimension

Sa taille varie de 18 à 23 cm avec une queue 2 fois plus grande que le corps (O'SHEA & HALLIDAY, 2001 *in* MAMOU, 2011).

❖ Description

L'Acanthodactyle commun présente un aspect général robuste et trapu, une tête relativement grande à museau pointu et une queue très fine et longue (O'Shea & Halliday, 2001 *in* MAMOU, 2011). La tête est bien détachée, le sommet en est couvert de grandes écailles. Les plaques pariétales se rejoignent directement en arrière, seule l'interpariétale les séparent partiellement. L'écaille occipitale étant très réduite ou souvent absente (NOUIRA, 1995 *in* SOUALAH-ALILA, 2013). Le dos est parcouru par sept bandes longitudinales gris-claires qui séparent six bandes sombres (formées de granules brunes ou noires) ; la bande claire médio-

Chapitre III : Résultats et discussions

dorsale est souvent plus claire que les latérales. La face ventrale de la queue du mâle est vivement colorée en rouge (BONS, 1959 *in* MAMOU, 2011). Les écailles dorsales sont minuscules et lisses antérieurement, plus grandes et carénées postérieurement. Les écailles ventrales sont disposées sur 8 à 10 rangées. La collerette est composée de 9 à 12 écailles (O'SHEA & HALLIDAY, 2001 *in* MAMOU, 2011). 1 à 2 plaques sus-oculaires ; 21 à 28 pores fémoraux et orteils faiblement pectinés latéralement (GUIBE, 1950 *in* MAMOU, 2011).

❖ Répartition et habitat

Acanthodactylus erythrurus est limitée seulement en péninsule Ibérique, au Maroc et en Algérie (ROUAG, 1999 *in* YUCEFI, 2012). Selon BONS & GENIEZ (1996), Cette distribution s'étend vers l'est le long d'une grande partie de la côte algérienne ; cependant, il ne semble pas être connu en Tunisie.

Selon DAHMANA (2006), l'Acanthodactyle commun a été observé dans des milieux ouverts tels que les friches, vergers mais semble plus abondant au niveau des habitats dunaires côtiers. Diurne, l'Acanthodactyle commun vit dans les régions sèches, semées de buissons épars, et se cache dans de profonds terriers qu'il creuse lui-même (CHAUMETON et *al.*, 2001 *in* MAMOU, 2011). Selon DJELLALI et *al.* (2006), cette espèce hiberne et une forme d'estivation est observée en été. L'espèce est totalement absente des formations altitudinales (ROUAG, 1999 *in* SOUALAH-ALILA, 2013).

Figure 35 : *Acanthodactylus erythrurus* (Schinz, 1833)

زرزومية
Acanthodactyle commun
Common fringe-toed lizard



Photo *BENELKADI. H*

Psammodromus algirus (Linné, 1758)

❖ Synonymes

- *Lacerta algira* (LINNAEUS, 1758) ;
- *Tropidosaura algira* (BOETTGER, 1885) ;
- *Algira algira* (GUERIN, 1829) ;
- *Pantodactylus nicefori* (BURT & BURT, 1931) ;
- *Psammodromus manuelae* (BUSACK, SALVADOR & LAWSON, 2006).

❖ Dimension

La taille de cette espèce varie de 18 à 27 cm (maximale = 31cm) dont 2/3 à 3/4 pour la queue (TISSOT, 1997 ; SCHLEICH et *al.*, 1996 ; FRETEY, 1987 in MOUANE, 2010).

❖ Description

C'est un lézard de taille moyenne, plutôt svelte, aux membres longs (ARNOLD & OVENDEN, 2004 in MAMOU, 2011). D'après GUIBE (1950) in MAMOU (2011), cette espèce est couverte d'écailles dorsales larges, carénées et régulièrement imbriquées ; et des écailles ventrales égales largement, distinctement imbriquées. Coloration assez constante : brun métallique avec deux bandes blanches ou jaunâtres bien visibles de chaque côté, bandes supérieures bordées au-dessus de bandes dorsolatérales sombres. Flancs souvent foncés ; dos pouvant présenter des bandes sombres floues (ARNOLD & OVENDEN, 2004 in MAMOU, 2011) ou vert (SCHLEICH et *al.*, 1996). Le ventre est blanchâtre, le dos brun avec deux raies longitudinales très claires de chaque côté (CHAUMETON et *al.*, 2001 in MAMOU, 2011).

Les mâles portent souvent des taches irrégulières d'un bleu vif au-dessus des épaules. En période nuptiale, leur gorge se teint d'orange ou de rouge, tirant sur le jaune vers la poitrine (CHAUMETON et *al.*, 2001 in MAMOU, 2011). La tête est moyenne au front légèrement bombé et à museau arrondi. Le tympan est bien visible, un peu plus haut que large. L'œil est petit et peu visible de dessus (FRETEY, 1987 in MOUANE, 2010). Les écailles dorsales sont grandes, pointues, imbriquées et fortement carénées, disposée sur 30 à 34 (FRETEY, 1987 in Mouane, 2010) ou 30 à 36 rangs à mi-corps (SCHLEICH et *al.*, 1996 ; LE BERRE, 1989). Il n'y a pas de lignes démarquant nettement les dorsales et les ventrales qui sont arrondies et lisses. La ligne anale est petite et bordée de 15 à 18 écailles irrégulières. Les plaques sous caudales et les supra caudales sont carénées et pointues comme les dorsales, sauf vers le cloaque où les premières sont lisses (SCHLEICH et *al.*, 1996 ; FRETEY, 1987 in MOUANE, 2010).

Chapitre III : Résultats et discussions

Les écailles céphaliques sont composées d'une frontale en écusson plus longue que large, des fronto pariétales plus courtes que celle-ci et d'une narine ouverte en 4 plaques (bordée postérieurement par une étroite nasale). 1 postnatale et 2 loréales dont l'antérieure est plus petite que l'autre, d'une occipitale triangulaire de même grandeur approximativement que la pré occipitale, de 2+7 ou 3+8 temporales supérieures subrectangulaires séparées des inférieures irrégulières en forme et en taille par des minuscules écailles carénées et d'une tympanique étroite et semi-circulaire (FRETEY, 1987 *in* MOUANE, 2010). La 5^{ème} rarement la 4^{ème} ou la 6^{ème} supra labiale est en contact avec l'oeil (FRETEY, 1987 ; SCHLEICH *et al.*, 1996 ; TISSOT, 1997 *in* MOUANE, 2010).

La narine est percée entre 2 nasales et séparée de la première labiale supérieure ; une écaille post nasale et 3 temporales. Le cou est épais et sans collier (LE BERRE, 1989). Le pli gulaire est absent chez cette espèce (FRETEY, 1987 *in* MOUANE, 2010).

❖ Répartition et habitat

L'espèce est présente dans presque toute la péninsule ibérique, le long de la côte méditerranéenne Française, sur l'île de Lampedusa et en Afrique du Nord du sud du Maroc à la moitié nord de la Tunisie, le grand psammodrome, *Psammodromus algirus*, est l'un des plus communs Lacertides méditerranéens (SCHLEICH *et al.*, 1996 ; SINDACO, 2006 ; SILLERO *et al.*, 2014 *in* BOUAM 2016).

Selon MAMOU (2014), *Psammodromus algirus* est une espèce qui peuple une grande variété de biotopes, et il est surtout visible en basse et moyenne montagne tempérée avec une strate herbacée et buissonnante.

Selon SOUALAH-ALILA (2013), dans le parc national d'El Kala *Psammodromus algirus* est le Lacertidae le plus commun de la région, il se rencontre depuis le niveau de la mer jusqu'à plus de 1000 m d'altitude (El Ghorra). Il passe la plus grande partie de son temps autour des pieds des végétaux, sur les rochers ou perché sur les branches de la bruyère, le lentisque ou la filaire. Il évite les zones découvertes sans végétation.

Figure 36 : *Psammodromus algirus* (Linné, 1758)

زرزومية

Psammodrome algire
Large psammodrommus



Photo BENELKADI. H

➤ Familles des Gekkonidae

Selon les idées taxonomiques récentes, la famille des *Gekkonidae* réunit environ 80 genres et plus de 900 espèces de lézards de taille moyenne et petite. Les geckos sont largement distribués principalement dans les régions tropicales et subtropicales des continents (sauf pour le continent antarctique) et notamment les îles océaniques de l'Ancien et du Nouveau Monde.

La tête des *Gekkonidae* est couverte de nombreuses granules ou petites écailles polygonales. Les grands yeux manquent de paupières séparées et sont recouverts d'une membrane transparente immobile. La langue est large, avec une petite encoche à l'avant. La surface supérieure de la langue est couverte de petites papilles. Dans de nombreux genres les orteils sont élargis et sont couverts sur le dessous avec divers systèmes de lamelles adhésives.

La plupart des espèces ont développé des pores fémoraux ou anaux (ou tous les deux) (TRAPE et *al.*, 2012).

Tarentola mauritanica (Linné, 1758)

❖ **Synonymes**

- *Lacerta mauritanica* (LINNAEUS, 1758) ;
- *Gecko stellio* (MERREM, 1820) ;
- *Gecko muricatus* (LAURENTI, 1768) ;
- *Platydactylus mauritanicus* (BÖTTGER 1873) ;
- *Platydactylus facetanus* (STRAUCH 1862).

Chapitre III : Résultats et discussions

❖ Dimensions

Longueur museau-cloaque jusqu'à 8,4 cm, longueur totale jusqu'à 16 cm.

❖ Description

Narine en contact avec la rostrale (*T. m. juliae* et *T. m. pallida*) ou séparée de la rostrale (*T. m. mauritanica* et *T. m. fascicularis*).

De 28 à 46 écailles gulaires entre la mentale et le milieu d'une ligne fictive joignant le bord antérieur des orifices tympaniques. De 11 à 16 granules entre les yeux. De gros tubercules dorsaux disposés sur 12 à 16 rangées. Seuls les tubercules latéraux sont entourés de rosettes chez *T. m. pallida*, tous les tubercules dorsaux sauf une ou deux rangées médianes sont entourés de rosettes chez *T. m. juliae*, *T. m. mauritanica* et *T. m. fascicularis*. De 16 à 21 écailles sous-digitales sous le cinquième orteil. La coloration dorsale varie du blanchâtre au grisâtre, celle de l'iris est classiquement grise chez *T. m. mauritanica*, brun clair chez *T. m. fascicularis* et rougeâtre chez *T. m. juliae* (TRAPE et al., 2012).

❖ Répartition et habitat

Il s'agit d'un complexe d'espèces largement distribué en Afrique du Nord et autour de la Méditerranée dont la systématique, les critères d'identification et la distribution géographique restent confus, plusieurs espèces cryptiques n'étant pas encore décrites.

Au moins quatre taxons plus ou moins bien définis sont présents dans la zone géographique couverte par cet ouvrage, tous en bordure nord du Sahara : *T. m. juliae* et *T. m. pallida* dans le sud ouest du Maroc et au Sahara occidental, *T. m. mauritanica* en Tunisie et dans le nord de l'Algérie, *T. m. fascicularis* en Libye (TRAPE et al., 2012).

Selon MAHTOUT (2016), la tarente de Maurétanie affectionne bien les endroits rocheux.

Figure 37 : *Tarentola mauritanica* (Linné, 1758)

بو بر يص
Tarente de Maurétanie
Moorish Wall Gecko



Photo BENEKADI. H

Chapitre III : Résultats et discussions

Stenodactylus sthenodactylus (Lichtenstein, 1823)

❖ Synonymes

- *Ascalabotes sthenodactylus* (LICHTENSTEIN, 1823) ;
- *Garzoniella longipes* (PERRET, 1976) ;
- *Stenodactylus elegans* (FITZINGER, 1826) ;
- *Trapelus savignyi* (AUDOUIN, 1827) ;
- *Stenodactylus guttatus* (CUVIER, 1829).

❖ Dimensions

Longueur museau-cloaque jusqu'à 5,5 cm, longueur totale jusqu'à 10 cm.

❖ Description

Tête et corps couverts de petits granules juxtaposés. Yeux de grande taille, sans paupière mobile, ne pouvant pas se fermer. Pupille verticale. Aspect du dos homogène, sans tubercules disséminés au milieu des granules. Membres avec cinq doigts cylindriques et allongés sans aucun élargissement. Queue relativement épaisse, non rétrécie brutalement en arrière du cloaque après le double renflement basal. La coloration dorsale est jaune sable tacheté de brun. On distingue cinq ou six bandes transversales brun foncé plus ou moins bien marquées entre l'arrière de la tête et le niveau des membres postérieurs. Elles sont suivies sur le dessus de la queue par une dizaine de bandes transversales sombres toujours bien marquées alternant avec des zones claires. La face ventrale est uniformément claire (TRAPE et *al.*, 2012).

❖ Répartition et habitat

Zones arides, depuis la Mauritanie et le Maroc jusqu'à l'Égypte, l'Érythrée et le nord du Kenya. Fréquente une grande diversité de milieux, notamment argileux, rocheux ou sablonneux (TRAPE et *al.*, 2012).

Figure 38 : *Stenodactylus sthenodactylus* (Lichtenstein, 1823)

بويريص

Sténodactyle élégant

Elegant Gecko



Photo BENELKADI. H

Chapitre III : Résultats et discussions

➤ Familles des Agamidae

C'est une famille de lézard très diversifiée (morphologie, adaptations) à différentes conditions environnementales et modes de la vie, réunit environ 45 genres et plus de 350 espèces.

Les Agamidae sont des lézards de grandes, moyennes ou petites tailles (la longueur du corps avec la queue est à partir de 80 mm chez les petits Agamas à tête de crapaud (*Phrynocephalus*) et plus de 1 m chez le lézard à queue de l'Atlantique (*Hydrosaurus amboinensis*). Cette famille comprend des formes terrestres, arboricoles et fouisseuses ; l'activité est principalement diurne. Les Agamidae habitent largement le vieux monde, y compris l'Afrique (absent sur l'île de Madagascar), Europe du Sud, Asie (environ jusqu'à 47 ° N), l'archipel indo-australien et l'Australie (ANANJEVA et *al.*, 2006).

Agama impalearis (Boettger, 1874)

❖ **Synonymes**

- *Agama impalearis* (MERTENS, 1955) ;
- *Agama bibronii* (JOHANN, 1981) ;
- *Agama bibronii* (WERNER, 1931) ;
- *Agama colonorum* subsp. *fritschi* (BOETTGER, 1874).

❖ **Dimensions**

Longueur museau-cloaque jusqu'à 13 cm, longueur totale jusqu'à 32 cm.

❖ **Description**

Tête et corps couverts de petites écailles. Pupille ronde. Narine située juste sous le canthus. Présence de touffes d'épines autour de l'ouverture tympanique et sur le côté du cou. Écailles du dessus de la tête non carénées. Présence d'une crête nuchale. Écailles du dos carénées et mucronées. Écailles ventrales lisses. De 70 à 78 rangées d'écailles au milieu du corps. Présence de pores préanaux chez le mâle. Queue environ 1,8 fois plus longue que la distance museau-cloaque. Chez les grands mâles, présence d'une petite crête sur la queue.

La coloration dorsale habituelle est brun foncé avec de nombreuses mouchetures claires disséminées sur le corps. Certains spécimens sont brunâtres avec des mouchetures claires et sombres disséminées. La bande vertébrale est souvent claire avec des limites mal définies chez les mâles adultes. En période nuptiale, les mâles ont le dos, les membres et le dessus de la queue bleutés. La tête reste brunâtre ponctuée de jaune et la bande vertébrale claire (TRAPE et *al.*, 2012).

Chapitre III : Résultats et discussions

❖ Répartition et habitat

Présents au Maroc, dans le nord de l'Algérie, au Sahara occidental et probablement dans les contreforts du massif du Zemmour en Mauritanie. Les populations du Sahara central jusqu'à récemment rattachées à cette espèce constituent en fait une espèce distincte : *Agama tassiliensis* (TRAPE et al., 2012).

Figure 39 : *Agama impalearis* (Boettger, 1874)

بوکشاش
Agame de Bibron



Photo BENELKADI. H

Uromastyx acanthinura (Merrem, 1820)

❖ Synonymes

- *Uromastyx richie* (GRAY, 1825) ;
- *Uromastyx acanthinurus* (DUMÉRIL & BIBRON, 1837) ;
- *Uromastyx mutabilis* (FISCHER, 1885) ;
- *Uromastyx acanthinurus nigriventris* (WERMUTH, 1967).

❖ Dimensions

Longueur totale jusqu'à 40 cm. Longueur de la queue comprise entre 48 % et 75 % de la longueur museau-cloaque.

❖ Description

Lézards de grande taille, à forme massive et corps aplati dorso-ventralement, à membres courts terminés par des griffes et à queue épaisse et allongée portant de fortes épines. Tête aplatie.

Chapitre III : Résultats et discussions

Pupille ronde. De 146 à 195 rangées d'écailles au milieu du corps. De 74 à 96 écailles ventrales entre le pli gulaire et le pli inguinal. Longueur de la queue comprise entre 48 % et 75 % de la longueur museau-cloaque, habituellement plus de 51 % et moins de 70 %. De 16 à 20 rangées de grandes écailles épineuses verticillées sur la queue. La coloration est très variable chez *U. nigriventris* qui peut être jaune, rouge, verte, orange ou noire. Le ventre des mâles adultes est noirâtre.

Chez *A. acanthinura*, les mâles sont noirs avec des tâches claires, les femelles sont beiges ou grisâtres avec de petites taches sombres. Le ventre est clair (TRAPE et al., 2012).

❖ Répartition et Habitat

Régions arides et semi-arides du Maghreb et de Libye au nord du 27° N. Au moins deux espèces dans ce complexe : *Uromastix nigriventris*, récemment élevé au rang d'espèce sur des arguments de biologie moléculaire, qui est distribué au Maroc et dans l'ouest de l'Algérie (du Mزاب au Guir).

U. acanthinura, distribué dans l'est et le centre de l'Algérie (des Nementcha au Tademaït), en Tunisie et dans l'ouest de la Libye. Typique des zones rocheuses (TRAPE et al., 2012).

Figure 40 : *Uromastix acanthinura* (Merrem, 1820)

الضب

Fouette-queue d'Afrique du Nord
North African Mastigure



Photo BENELKADI. H

Chapitre III : Résultats et discussions

Trapelus mutabilis (Merrem, 1820)

❖ **Synonymes**

- *Trapelus aegyptius* (CUVIER, 1829) ;
- *Agama inermis* (REUSS, 1834) ;
- *Agama mutabilis* (DUMÉRIL & BIBRON, 1837) ;
- *Agama aspera* (WERNER, 1893) ;
- *Agama leucostigma* (BOULENGER, 1885).

❖ **Dimensions**

Longueur museau-cloaque jusqu'à 9 cm, longueur totale jusqu'à 20 cm.

❖ **Description**

Tête et corps couverts de petites écailles. Pupille ronde. Narine située sur le canthus. Absence de touffes d'épines autour de l'ouverture tympanique et sur le côté du cou, parfois quelques écailles pointues isolées. Ouverture tympanique très petite, son diamètre inférieur au quart de la distance qui la sépare de l'oeil. Absence de crête nuchale. Écailles du dos de taille irrégulière, lisses ou faiblement carénées et mucronées.

Habituellement de 92 à 102 rangées d'écailles au milieu du corps et de 45 à 50 écailles vertébrales entre le niveau de la jonction des membres antérieurs et le niveau antérieur de la jonction des membres postérieurs.

Troisième doigt plus long que le quatrième. Écailles ventrales lisses. Présence de 8 à 12 pores préanaux chez le mâle. La coloration dorsale est beige ou grisâtre avec des taches foncées ou rougeâtres. La queue est annelée. Les mâles en période d'activité sexuelle ont les flancs et la gorge bleu vif (TRAPE et *al.*, 2012).

❖ **Répartition et Habitat**

Complexe d'espèces et de sous-espèces sahariennes distinguables par analyse moléculaire. Les populations d'Égypte et de Libye seraient attribuables à *Trapelus mutabilis*, celles d'Afrique occidentale, du Maroc et d'Algérie à *Trapelus boehmei*, espèce nouvellement décrite.

Les *Trapelus* affectionnent les grandes étendues plates et caillouteuses. On les trouve jusque dans les régions les plus arides du Sahara. Diurnes, ils se tiennent souvent sur un petit monticule et s'aplatissent sans chercher à fuir quand on les approche (TRAPE et *al.*, 2012).

Figure 41 : *Trapelus mutabilis* (Merrem, 1820)

بوگشاش

Agame changeant
Changeable agama



Photo *BENELKADI. H*

➤ Familles des Varanidae

Lézards de taille principalement grande ou moyenne (jusqu'à 3 m de longueur) avec cinq doigts bien développés aux extrémités, corps mince et robuste, plus ou moins allongé, avec longue tête et cou. La queue est longue mais pas fragile.

Le corps est recouvert d'écailles uniformes rondes ou ovales. Pupille ronde et les paupières sont bien développées et mobiles. La langue est longue, profondément bifurquée, très mobile. Les dents sont pleurodentes, coniques, légèrement courbées vers l'arrière et élargi à la base. L'activité est diurne. La famille comprend des espèces terrestres, arboricoles et semi-aquatiques.

Ce sont des prédateurs actifs peuplant des habitats très divers. La plupart des espèces récentes sont distribuées en Australie et en Nouvelle-Guinée. Ils sont également largement représentés dans le Sud et le Sud-Est de l'Asie et en Afrique. Selon une étude récente, la famille reste monotypique et comprend 57 espèces (ANANJEVA et *al.*, 2006).

Varanus griseus (Daudin, 1803)

❖ **Synonyme**

- *Varanus scincus* (MERREM, 1820) ;

- *Varanus terrestris* (SCHINZ, 1834) ;

Chapitre III : Résultats et discussions

- *Psammosaurus terrestris* (RABL-RÜCKHARD, 1881) ;

- *Varanus ornatus* (CARLLEYLE, 1869).

❖ Dimensions

Longueur museau-cloaque jusqu'à environ 60 cm, longueur totale jusqu'à environ 150 cm.

❖ Description

Tête et corps couverts d'écailles. Pupille ronde. Narine en forme de fente allongée, plus proche de l'oeil que du museau. Langue bifide et protractile. Écailles nuchales et dorsales de petite taille, leur diamètre environ un tiers de celui de l'oeil. Une centaine d'écailles sur la ligne vertébrale entre la base des membres antérieurs et postérieurs. De 134 à 169 rangées d'écailles autour du milieu du corps. Longueur de la queue environ 1,4 fois la distance museau- cloaque. La coloration est jaunâtre ou beige avec de petites taches vermiculées brun foncé et des bandes transversales sombres plus ou moins contrastées sur le dos et la queue. L'extrémité de la queue est souvent noirâtre. La face ventrale est blanchâtre (TRAPE et *al.*, 2012).

❖ Répartition et Habitat

De la Mauritanie et du Maroc à l'Inde et à l'Asie centrale. Présent dans tous les milieux du Sahara, y compris les plus arides. Son terrier, qui est creusé dans une butte de sable ou sous une roche, est peu profond, souvent moins d'un mètre. Il hiberne d'octobre à mars dans le nord du Sahara mais semble actif presque toute l'année dans les régions sahélo-sahariennes d'Afrique de l'Ouest (TRAPE et *al.*, 2012).

Figure 42 : *Varanus griseus* (Daudin, 1803)

الورن

Varan du désert

Desert Monitor-lizard



Photo BENELKADI. H

Chapitre III : Résultats et discussions

1.2.2.3 - Sous ordre des Ophidia (Serpents)

➤ Familles des Lamprophiidae

Les espèces de cette nouvelle famille étaient traditionnellement considérées comme des Colubridae. La classification suivie est celle de PYRON et *al.*, (2010).

Malpolon monspessulanus (Hermann ,1804)

❖ **Synonymes**

- *Natrix lacertina* (WAGLER 1824) ;
- *Coluber monspessulanus* (HERMANN 1804) ;
- *Coluber rupestris* (RISSO 1826) ;
- *Rhabdodon fuscus* (FLEISCHMANN 1831) ;
- *Coelopeltis lacertina* (EICHWALD 1841).

❖ **Dimensions**

Grands serpents avec une longueur de corps allant jusqu'à 180 cm avec une longue queue (ANANJEVA et *al.*, 2006).

❖ **Description**

La tête est allongée, d'une forme pointue, est clairement distincte du corps. Le sommet du museau est visiblement concave. La pupille est ronde. Il y a 17-19 rangées d'écailles autour du mi-corps. 155-190 écailles ventrales, 48-110 paires de sous-caudaux. L'os maxillaire à 10-17 petites dents d'égale taille et deux grandes dents avec une rainure externe, situé dans la partie postérieure de l'os. Ils sont séparés du reste par un intervalle sans dents (ANANJEVA et *al.*, 2006).

Coloration très variable, elle peut être du côté supérieure jaunâtre, coloré en crème, gris clair, gris brun, gris bleuâtre, gris rougeâtre, brun noirâtre, olive, brun olive, gris olive, verdâtre ou noirâtre (LE BERRE, 1989 ; SCHLEICH et *al.*, 1996 ; BAHA EL DINE, 2006 ; PLEGUEZUELOS, 2009 in TARGA, 2013).

❖ **Répartition et Habitat**

Il est distribué dans le nord de l'Afrique, dans le sud de la péninsule des Balkans, en Asie Mineure, en Europe du Sud, dans le Caucase, dans l'ouest de l'Iran, en Irak, en Syrie, au Liban, en Israël, et en ouest de l'Arabie. Les serpents de Montpellier vivent dans les steppes sèches et les régions sous-montagnardes. L'activité est crépusculaire (ANANJEVA et *al.*, 2006).

Chapitre III : Résultats et discussions

Cette espèce très adaptable peut se trouver dans différents milieux, y compris à proximité de zone humides (NAULLEAU, 1987).

Figure 43 : *Malpolon monspessulanus* (Hermann, 1804)

حنش أسود

Couleuvre de Montpellier
Montpellier Snake



Photo BENEKADI. H

***Psammophis schokari* (Forskål, 1775)**

❖ **Synonymes**

- *Coluber lacrymans* (REUSS, 1834) ;
- *Psammophis punctatus* (DUMÉRIL & BIBRON, 1854) ;
- *Psammophis moniliger* (DUMÉRIL & BIBRON, 1854) ;
- *Psammophis schokari* (SCHMIDT, 1939).

❖ **Dimensions**

La longueur maximale est 148 cm (ANDERSSON, 1898 *in* LOVERIDGE, 1940).

❖ **Description**

La tête est allongée et distincte du cou. L'oeil est plutôt petit avec une pupille ronde. Le corps est cylindrique. La queue est longue. Le rostral est saillant, plus large que haute et visible du dessus. La nasale est divisée. Les internasales sont deux à trois fois plus courtes que les préfrontales et un peu plus étroites que ces dernières. La loréale est rectangulaire, deux à trois fois plus longue que haute. Il y a généralement un pré-oculaire, exceptionnellement deux, la supérieure est plus grande que l'inférieure. Le pré-oculaire est généralement en contact avec la frontale. Le frontal est trois fois plus long que large. Le dos est brun clair avec deux bandes

Chapitre III : Résultats et discussions

latérales sombres bordées de noir et une bande vertébrale. Les plaques céphaliques sont brunes maculées de noir. Les côtés de la tête portent une bande noire. Le ventre a deux lignes blanches séparées par une bande brune maculée ou striée de noir (CHIPPAUX, 2006).

❖ Répartition et Habitat

Il est distribué depuis l'Afrique du Nord (vers le sud au Tchad, en Éthiopie et en Somalie), dans la péninsule arabique Moyen-Orient, le nord et le sud du Turkménistan, au Pakistan et le nord-ouest de l'Inde. On le trouve sur les pentes escarpées et rocheuses avec végétation épineuse, et sur les pentes des collines, sur les précipices et les pentes des ravins, sur les cimes rocheuses des vestiges de collines coniformes, et plus rarement sur les plateaux et le sable. On peut le trouver également dans les montagnes jusqu'à 1500 m d'altitude (ANANJEVA et *al.*, 2006).

Figure 44 : *Psammophis schokari* (Forskål, 1775)

زريق
Serpent des sables
Schokari Sand Racer



Photo BENELKADI. H

➤ Familles des Colubridae

C'est la famille des serpents avec la plus grande diversité d'espèces. Plus de 2000 espèces récentes et environ 300 genres de colubridés. Cette famille est divisée en 10-12 sous-familles. Certains d'entre eux sont considérés comme des familles distinctes (ANANJEVA et *al.*, 2006).

L'aspect général des Colubridae est celui que l'on retient des serpents. Le corps est long, fin. La queue est variable, mais généralement fine. La tête, distincte du corps chez la plupart des espèces, est arrondie. L'oeil est toujours visible, même lorsqu'il est petit. Les ventrales sont individualisées et leur largeur est égale à celle de la face ventrale du corps. La ceinture

pelvienne est totalement absente. Le maxillaire, le palatin, le ptérygoïde et le dentaire portent des dents. Le prémaxillaire en est toujours dépourvu. Le maxillaire est généralement assez long.

Chapitre III : Résultats et discussions

Il peut porter un ou plusieurs diastèmes. Lorsqu'il y a des crochets venimeux, ils sont toujours postérieurs (opisthoglyphes) (CHIPPAUX, 2006).

Originaires d'Asie, cette famille a connu son plein développement et son extension au cours du Miocène, il y a 20 à 30 millions d'années (RAGE, 1987).

Spalerosophis dolichospilus (Werner, 1923)

❖ **Synonymes**

- *Coluber diadema dolichospila* (WERNER, 1929) ;
- *Spaelosophis diadema dolichospila* (SCHMIDT, 1930) ;
- *Coluber Choumowitchi* (DOMERGUE, 1954) ;
- *Spaelosophis diadema dolichospilus* (LANZA, 1964).

❖ **Dimensions**

Les spécimens d'une longueur plus de 130 cm sont rares. Les femelles sont plus grosses que les mâles SCHLEICH et *al.* (1996).

❖ **Description**

D'après SCHLEICH et *al.* (1996), le Sillon Rostral dans la plupart des cas est presque autant que la planche aussi profonde ; préfrontal, loreal et temporel fractionné en un nombre variable d'échelles.

Nombre de préfrontal jusqu'à 7, inégaux et en plusieurs rangées. Œil entouré de 8 à 12 écailles. 5-9 loreals ; 10-13 supra-labiaux. Parties dorsales lisses, plus ou moins obtusément carénées sur les côtés du corps postérieur, en 31-33 rangs au milieu du corps. Ventral 227-247 ; sous-caudales 62-80 ; anal unique. Coloration : la couleur de fond peut être jaunâtre ou brunâtre au-dessus, habituellement avec une série médiane, de grandes taches noires brunâtres ovales ou arrondies (habituellement 38-52). Une ou deux séries de taches sur les flancs qui sont souvent allongées. La tête avec une bande transversale noire entre les yeux, qui peut être interrompue, et des taches sombres sur la région pariétale. Une bande sombre entre l'œil et l'angle de la bouche. Une bande latérale sombre de chaque côté du cou peut être continue dans les marques latérales. Ventre jaune pâle.

Chapitre III : Résultats et discussions

❖ Répartition et Habitat

C'est une espèce extraordinairement rare, on la trouve dans les régions sèches et pierreuses, déserts pierreux, pentes avec des rochers ou des débris dans les montagnes du désert ; elle évite les oueds, et les steppes. Elle a une Distribution verticale jusqu'à 1000 m ; normalement diurne, mais crépusculaire et nocturne durant les mois d'été. Son spectre alimentaire est composé principalement des lézards, des petits mammifères et parfois de jeunes oiseaux chanteurs. Elle fuit très rapidement et n'est pas agressive, mais mord souvent lorsqu'elle est prise (SCHLEICH et *al.* 1996).

Figure 45 : *Spalerosophis dolichospilus* (Werner, 1923)

بومريت
Couleuvre-diadème du Maghreb
Mograbin diadem snake



Photo *BENELKADI. H*

***Hemorrhoids hippocrepis* (Linné, 1758)**

❖ Synonymes

- *Coluber hippocrepis* (LINNAEUS, 1758) ;
- *Natrix hippocrepis* (LAURENTI, 1768) ;
- *Periops hippocrepis* (DUMÉRIL, BIBRON & DUMÉRIL 1854) ;
- *Zamenis hippocrepis* (BOETTGER, 1874) ;
- *Calopeltis hippocrepis* (EICHWALD ,1839).

Chapitre III : Résultats et discussions

❖ Dimensions

Sa taille est de 1800 mm (souvent moins) (CHAUMETON et *al.*, 2001 ; ARNOLD & OVENDEN, 2004 *in* MAMOU, 2011). Selon Pleguezuelos et Fahd (2004), la taille de ce serpent varie de 243 à 1371 mm dans la région du Rif (le nord marocain).

❖ Description

La tête est large et distincte du cou. Le museau est saillant. L'œil est petit avec une pupille ronde. Le corps est long, fin et cylindrique, recouvert d'écailles de petite taille. La queue est assez longue. Le maxillaire porte 14 à 19 dents pleines, avec un discret diastème.

Il est caractérisé par une robe jaunâtre largement marquée de taches noires doit son nom au dessin ornant le dessus de sa tête et qui rappelle un fer à cheval (CHAUMETON et *al.*, 2001 *in* MAMOU, 2011). Couleuvre assez svelte au motif caractéristique, qui a régulièrement une rangée complète de petites écailles sous l'œil, tête bien définie, yeux assez grands à pupilles rondes. Le fondu d'eau est olivâtre, grisâtre, jaunâtre, rougeâtre ou marron, la face ventrale est jaune, orange ou rouge, généralement avec des points foncés, surtout sur les cotés et vers la queue (ARNOLD & OVENDEN, 2004 *in* MAMOU, 2011). Les écailles dorsales sont lisses et les ventrales sont larges (ARNOLD & OVENDEN, 2004 *in* MAMOU, 2011).

Les dorsales sont disposées en 23 à 29 rangées à mi-corps et l'anale est divisée. Il y a 214 à 258 écailles ventrales et 72 à 109 sous caudales en deux rangées (SCHLEICH et *al.*, 1996 *in* MAMOU, 2011). Les juvéniles ressemblent dans l'ensemble aux adultes, mais avec des motifs plus contrastés (ARNOLD & OVENDEN, 2004 *in* MAMOU, 2011).

❖ Répartition et Habitat

Il est distribué dans tout le nord de la Tunisie et en Algérie, la plupart des régions du Maroc, la moitié Est et sud de la péninsule ibérique, et quelques îles méditerranéennes, telles que la Sardaigne, Pantelleria et Zembra (SCHLEICH et *al.*, 1996 ; PLEGUEZUELOS, 1997 *in* PLEGUEZUELOS ET FAHD, 2004). Serpent terricole, qui grimpe facilement dans les buissons bas et sur les terrains rocheux (GRUBER, 1992 *in* MAMOU, 2011). La Couleuvre fer-à-cheval présente une amplitude d'habitat élevée (FAHD, 1993 *in* MAMOU, 2011). Elle fréquente les garrigues, les collines pierreuses et les cimetières (SCHLEICH et *al.*, 1996 *in* MAMOU, 2011).

Figure 46 : *Hemorrhois hippocrepis* (Linné, 1758)

الحنش

Couleuvre fer à cheval
Horseshoe Snake



Photo *BENELKADI. H*

➤ Familles des Viperidae

Selon HERRMANN (1995) *in* CHIPPEAU (2006), les Viperidae se sont développés récemment, depuis l'Oligocène (35 à 40 millions d'années) ou le Miocène (25 millions d'années) selon RAGE (1987) *in* CHIPPEAU (2006).

Pour DESSAUER et *al.* (1986) *in* CHIPPEAU (2006), et sur la base des affinités immunologiques de l'albumine sérique, ils dérivent d'une souche commune avec les Colubroïdes, mais ont connu une évolution bien distincte de ces derniers. Toutes les espèces possèdent un venin riche en enzymes très diverses. Les Viperidae ont un corps massif, cylindrique ou aplati. La tête est toujours marquée, bien séparée du tronc par un cou fin. Elle est souvent franchement triangulaire. La queue est courte (CHIPPEAU, 2006).

Daboia mauritanica (Gray, 1849)

❖ **Synonymes**

- *Echidna mauritanica* (DUMÉRIL & BIBRON *in* GUICHENOT, 1854) ;
- *Vipera confluenta* (COPE, 1864) ;
- *Vipera lebetina deserti* (SCHWARZ, 1936) ;
- *Macrovipera mauretunica* (HERRMANN, JOGER & NILSON, 1992) ;
- *Daboia deserti* (LENK et *al.*, 2001).

❖ **Dimensions**

Une grande vipère à corps lourd qui peut atteindre une longueur de 6 pieds (SHUPE, 2013).

❖ **Description**

La tête est large et bien différenciée du corps. Le sommet de la tête est composé de nombreuses petites écailles carénées semblables aux écailles dorsales. Les yeux sont relativement grands avec une pupille verticale. Il a normalement une bande de couleur, plus foncée que la couleur de fond, allant du bout de la mâchoire aux narines passant dans la région temporale et les yeux

Chapitre III : Résultats et discussions

(ces derniers affichent typiquement deux tons, un plus clair dans la moitié supérieure et une couleur plus foncée, comme la couleur de la bande, dans la moitié inférieure, donnant la continuité du groupe). Il peut aussi avoir d'autres taches entre les yeux et sur les 3-5 supralabiens et entre les narines et les premiers supralabiens (SCHLEICH et *al.*, 1996). Le corps est allongé mais solide et composé de 27 rangées d'écaillés dorsales au centre du corps (SCHLEICH et *al.*, 1996). Couleur brun clair, avec une série de taches dorsales en chocolat foncé, légèrement arrondies qui fusionnent souvent pour créer une large bande dorsale ondulée (SHUPE, 2013).

❖ Répartition et Habitat

Il est endémique au Maghreb (Maroc - y compris certains sites du Sahara occidental -, Algérie et Tunisie), bien que les limites de sa distribution ne soient pas encore claires (JIMENEZ ROBLES & MARTINEZ DEL MARMOL, 2013).

Il est très commun dans les conditions bioclimatiques arides et semi-arides, alors que dans les sols humides, il est plus rare (BONS & GENIEZ, 1996). Cette espèce est très commune dans de nombreux habitats mais semble plus abondante dans les biotopes rocheux autour des rivières, où elle trouve beaucoup d'abris et de nourriture. Il s'abrite dans les murs habituellement avec des buissons épineux et a probablement été aidé par la plantation massive d'*Opuntia ficus-indica* dans une grande partie de son aire de répartition, qui sert d'abri dans les biotopes rocheux à faible couverture d'arbustes (PLEGUEZUELOS & FAHD, 2001).

Figure 47 : *Daboia mauritanica* (Gray, 1849)

لفعى فرطاسة

Vipere De Mauretanie

Moorish Viper



Photo BENELKADI. H

Chapitre III : Résultats et discussions

Cerastes cerastes (Linné, 1758)

❖ **Synonymes**

- *Coluber Cerastes* (SHAW & NODDER 1792) ;
- *Cerastes cornutus* (FORSKAL 1775) ;
- *Gonyechis cerastes* (FITZINGER in TREITSCHKE 1842) ;
- *Vipera cerastes* (BOETTGER 1880) ;
- *Aspis cerastes* (SCHMIDT 1939).

❖ **Dimensions**

La taille maximale est de 73 cm (LE BERRE, 1989). La longueur moyenne des adultes est de 35 cm.

❖ **Description**

La tête est triangulaire. Le cou est fortement marqué. L'oeil est petit avec une pupille verticale. Le corps est cylindrique. La queue est tronquée. L'écaillure céphalique est constituée de petites écailles carénées, imbriquées et similaires aux dorsales. L'oeil est entouré par 14 à 18 petites écailles. La supraoculaire est conique, érigée vers le haut en forme de corne. Toutefois, chez certains spécimens, cette écaille est absente.

Les écailles dorsales sont carénées et disposées sur 27 à 35 rangs droits. Le rang vertébral n'est pas distinct des autres. L'anal est entier. Les sous-caudales sont doubles et leur nombre varie entre 25 et 42. Le dos est jaune sable plus ou moins pâle. Une trentaine de taches transversales sombres barrent le dos transversalement. Ces taches s'estompent avec l'âge ou tendent à confluer, assombrissant la coloration foncière de l'individu. Le ventre est ivoire ou blanc nacré sans tache (CHIPPAUX, 2006).

❖ **Répartition et Habitat**

On la trouve au Sahara, de la Mauritanie à l'Égypte, jusqu'aux confins du sahel (CHIPPAUX, 2006). D'une homochromie très marquée avec son environnement, cette espèce désertique fréquente des milieux très différents ; regs, hamadas, les Dayas, les dunes non vives, etc. Nocturne et erratique l'été, sédentaire en hiver elle utilise les divers refuges (de surface comme de profondeur, terriers par exemple) pour s'abriter et régler sa température (LE BERRE, 1989 in FEKHAOUI, 1998). Elle passe la journée sous une couche de sable, yeux à l'extérieur (BONS, 1967 in FEKHAOUI, 1998). Elle se nourrit de petits vertébrés (lézards, souris, etc.) des insectes (Arthropodes, Coléoptères, orthoptères, ...).

Figure 48 : *Cerastes cerastes* (Linné, 1758)

لفعى مقرانى

Vipère à cornes

Horned viper



Photo BENELKADI. H

➤ Familles des Boidae

Originaires d'Afrique (RAGE, 1987 in CHIPPAUX, 2006), les Boidae constituent l'une des familles les plus anciennes vivant encore de nos jours.

Serpents de taille moyenne à grande, la longueur du corps est de 35 cm jusqu'à 10 m. Les plus grands serpents de la faune mondiale appartiennent à cette famille (ANANJEVA et *al.*, 2006). Les serpents de cette famille se caractérisent par un corps massif, généralement plus fin dans sa partie antérieure et une queue courte. Les Boidae forment une famille dont deux sous-familles sont représentées en Afrique occidentale et centrale : les Pythoninae et les Erycinae (CHIPPAUX, 2006).

Eryx jaculus (Linné, 1758)

❖ **Synonymes**

- *Anguis Jaculus* (LINNAEUS, 1758) ;
- *Eryx persicus* (NIKOLSKY, 1907) ;
- *Eryx johnii persicus* (STULL, 1935) ;
- *Eryx cerastes* (DAUDIN, 1803) ;
- *Boa turcica* (OLIVIER, 1801).

❖ **Dimensions**

C'est un gros serpent très discret et peu abondant d'une longueur totale d'environ 80 cm et d'un diamètre de 4 à 5 cm (FEKHAOUI, 1998).

❖ **Description**

Chapitre III : Résultats et discussions

Serpents de tailles moyennes avec la longueur du corps de 60 à 110 cm. La tête n'est pas clairement distincte du corps. La tête est couverte avec de nombreuses petites écailles, relativement de petites tailles et de forme irrégulière ; tandis que sa surface ventrale est

recouverte de petites écailles uniformes. L'échelle intermaxillaire est grande, se retrouve fortement sur la partie supérieure du museau. Les échelles sous-caudales (toutes ou la majorité) sont disposé dans une rangée longitudinale. Les dents antérieures des mâchoires supérieure et inférieure sont plus longues que les dents postérieures. Toutes les espèces du genre sont ovovivipares (ANANJEVA et *al.*, 2006). La coloration varie du gris-brunâtre, jaune-brunâtre au rougeâtre avec des tâches noirs ou brun foncé. Il est dépourvu de crochet. (FEKHAOUI, 1998)

❖ Répartition et Habitat

Le genre *Eryx* contient 10 espèces vivant dans le sud-est Europe, Asie occidentale et méridionale de la péninsule arabique en Inde et au Pakistan, en Afrique du Nord du Maroc jusqu'à l'Égypte (ANANJEVA et *al.*, 2006). Il affectionne les plaines et les collines. Il habite volontairement les lits des cours d'eaux à sec et les contrées arides à sol meuble ou sableux avec une végétation rare. Également sous les pierres, dans le creux des rochers ou dans les galeries des petits mammifères (GRUBER, 1992 *in* FEKHAOUI, 1998).

Figure 49
Eryx jaculus (Linné, 1758)

حية دفانة
Le Boa javelot
Javelin sand boa



1.3 - Discussion :

L'utilité de cette étude se justifie par le manque de données sur les Reptiles dans la région "El Hodna", en plus du fait que ses écosystèmes sont soumis à une pression anthropique intense qui aggrave constamment la situation. L'impact de la désertification a causé la disparition de

Chapitre III : Résultats et discussions

certaines espèces comme *Uromastix acanthinurus* et *Daboia mauritanica*, dont l'état de conservation est en passe de devenir presque menacé selon l'UICN (2004) in COX et *al.*, 2006.

Cet inventaire n'est pas exhaustif, mais il peut donner une vue d'ensemble de la faune reptilienne de la zone d'étude, en attendant des études comparables plus poussées impliquant d'autres habitats. Comparativement, dans le massif des Aurès (Est de l'Algérie), un nombre beaucoup plus élevé de 41 espèces de Reptiles a été enregistré (CHIRIO & BLANC 1997). Sur le littoral, dans le Parc National d'El Kala (Nord-Est de l'Algérie), ROUAG et BENYAKOUB (2006), ont recensé 17 espèces de Reptiles sur une superficie de 76438 ha. Dans le sud de la Kabylie (Centre de l'Algérie), MAMOU et *al.* (2014), ont enregistré 18 espèces de Reptiles. Dans la région de Tiaret et Chlef (Nord-Ouest algérien), FERRER et *al.* (2016), ont enregistré 22 espèces de Reptiles. Les résultats des recherches ci-dessus et la répartition des Reptiles, établie par ROUAG (2012), confirment que la région de la présente étude appartient à l'entité nord du pays. Cette entité, qui s'étend du littoral jusqu'aux limites méridionales de l'Atlas saharien, contiendrait entre 20 et 30 espèces de Reptiles. Par ailleurs, il apparaît que sur un total de 80 espèces de Reptiles recensées en Algérie (ROUAG, 2012), notre région d'étude abrite 27,5 % des espèces.

Les 22 espèces des Reptiles inventoriées dans notre zone d'étude (Mergueb, L'mhazemet Kaf Afoul) sont réparties en deux ordres : Chelonii (Tortues) et Squamata (Reptiles à écailles), en 04 sous-ordres (*Cryptodira*, *Amphisbaenia*, *Sauria* et *Serpentes*), en 13 familles et en 21 genres différents. Dans la classe des Reptiles que nous avons trouvés 90,91 % des espèces appartiennent à l'ordre des *Squamata* dans l'ensemble de l'inventaire. Ces dernières sont réparties en 11 familles (*Trogonophiidae*, *Chamaeleonidae*, *Scincidae*, *Lacertidae*, *Gekkonidae*, *Agamidae*, *Varanidae*, *Lamprophiidae*, *Colubridae*, *Viperidae* et *Boidae*) avec 20 espèces.

L'ordre des Chelonii est faiblement représenté avec seulement 9,09 % des espèces réparties en 02 familles (*Testudinidae* et *Geoemydidae*) avec 02 espèces seulement. L'ordre des Squamata présent à lui seul, presque la totalité des espèces inventoriées (20 espèces), en effet, c'est l'un des groupes les plus riches en espèces parmi les Reptiles.

La plupart des espèces de Reptiles méditerranéens sont les lézards (67 %) et les serpents (27 %) (CEPF 2017). ROUAG (2012), a rapporté des valeurs similaires pour l'Algérie concernant les lézards (63 %) et les serpents (31 %). Ceci corrobore nos résultats puisque les lézards sont les Reptiles les plus représentés dans la zone d'étude avec 59,11 % (13 des espèces), suivis des serpents avec 31,82 % (7 des espèces) et des tortues avec 9,09 % (2 des espèces) (Tableau 10 ; Figure 50).

Chapitre III : Résultats et discussions

1.4 - Conclusion :

Notre région d'étude abrite 22 espèces de Reptiles réparties en 02 ordres (Chelonii et Squamata), 13 familles et 21 genres différents. L'ordre des squamata domine avec un pourcentage de 90,91 % (20 espèces), tandis que l'ordre des chelonii ne représente que 9,09 % (02 espèces). Cet inventaire n'est pas exhaustif, néanmoins il donne une vue générale sur l'herpétofaune (sans les batraciens) de cette région dans l'attente d'autres études plus approfondies (variété d'habitats et étude plus longue).

Tableau 10 : Nombres et proportions des familles Reptiliennes inventoriées dans la région d'étude.

Classes	Ordres	Familles	Genres		Espèces		
			Nombre	%	Nombre	%	%
Reptilia	Chelonii	Testudinidae	1	4,76	1	4,55	9,09
		Geoemydidae	1	4,76	1	4,55	
	Squamata	Trogonophiidae	1	4,76	1	4,55	90,91
		Chamaeleonidae	1	4,76	1	4,55	
		Scincidae	1	4,76	2	9,09	
		Lacertidae	3	14,29	3	13,64	
		Gekkonidae	2	9,52	2	9,09	
		Agamidae	3	14,29	3	13,64	
		Varanidae	1	4,76	1	4,55	
		Lamprophiidae	2	9,52	2	9,09	
		Colubridae	2	9,52	2	9,09	
		Viperidae	2	9,52	2	9,09	
		Boidae	1	4,76	1	4,55	
Total		12	21	100	22	100	100,00

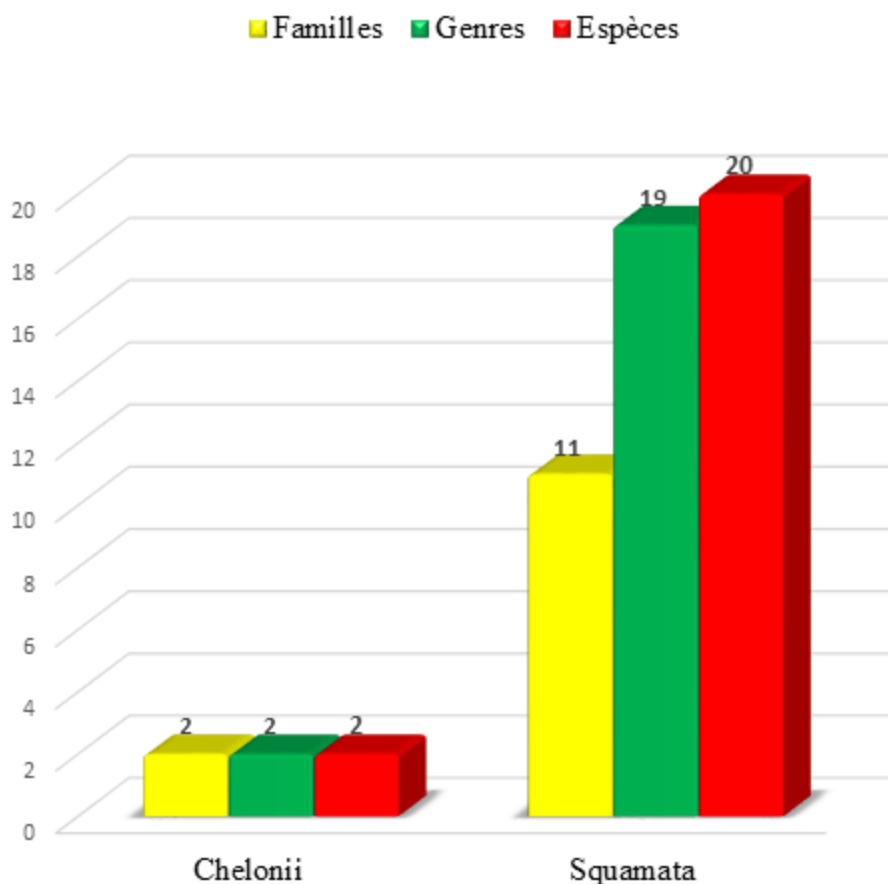


Figure 50 : Les différents groupes des Reptiles en fonction des familles, genres et espèces

2 - Statuts biogéographiques, trophiques et de protection :

2.1 - Résultats :

Dès 1983, le législateur algérien n'a pas négligé l'importance de la protection des espèces animales menacées, par la parution du Décret exécutif n° 83-509 du 20 août 1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées, suivi par Ordonnance présidentielle n° 06-05 du 15 juillet 2006 relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition.

L'établissement du statut biogéographique et trophique des espèces inventoriées sont définies selon SCHLEICH et *al.* (1996), DJIRAR (2007), FAHD & MEDIANI (2007) (Tableau 11). Nous avons abordé le statut de conservation des espèces inventoriées, d'après la liste rouge des Reptiles et des Amphibiens du bassin méditerranéen.

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 11 : Statut biogéographique, trophique et de protection des espèces Reptiliennes inventoriées dans la région d'étude.

Espèces	Statut biogéographiques	Catégorie trophique	Liste Rouge de l'UICN
<i>Testudo graeca whitei</i> *	Maghrébine	Herbivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Mauremys leprosa</i> *	Ibéro-Maghrébine	Carnivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Trogonophis wiegmanni</i>	Maghrébine	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Chamaeleo chamaeleon</i> *	Méditerranéenne	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Chalcides mertensi</i>	Nord-africaine	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Chalcides ocellatus</i>	Saharo-sindienne	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Mesalina olivieri</i>	Saharienne	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	Ibéro-Maghrébine	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Psammodromus algirus</i>	Ibéro-Maghrébine	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Tarentola mauritanica</i>	Méditerranéenne	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Stenodactylus sthenodactylus</i>	Saharienne	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Uromastix acanthinurus</i> *	Saharienne	herbivore	Quasi menacé (NT)
<i>Trapelus mutabilis</i> *	Saharienne	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Agama impalearis</i> *	Maghrébine	Insectivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Varanus griseus</i> *	Saharo-sindienne	Carnivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Malpolon monspessulanus</i>	Méditerranéenne	Carnivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Psammophis schokari</i>	Saharo-sindienne	Carnivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Spalerosophis dolichospilus</i>	Maghrébine	Carnivore	Données insuffisantes (DD)
<i>Hemmorhois hippocrepsis</i>	Ibéro-Maghrébine	Carnivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Daboia mauritanica</i>	Maghrébine	Carnivore	Quasi menacé (NT)
<i>Cerastes cerastes</i>	Saharienne	Carnivore	Préoccupation mineure (LC)
<i>Eryx jaculus</i>	Saharienne	Carnivore	Préoccupation mineure (LC)

(*) Espèce protégé par :

- Décret n° 83-509 du 20 août 1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées,

Chapitre III : Résultats et discussions

- Ordonnance présidentielle n° 06-05 du 15 juillet 2006 relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition.

Selon la liste rouge des Reptiles et des Amphibiens du bassin méditerranéen de l'UICN :

LC : Catégorie "Préoccupation mineure" ;

NT : Catégorie "Quasi menacé" ;

DD : Catégorie "Données insuffisantes" ;

Ibéro : ancien peuple de l'Europe occidentale.

2.2 - Discussion :

Selon ROUAG (2012), deux grandes entités biogéographiques peuvent être distinguées en Algérie : méditerranéenne (42 %) et saharienne (34 %).

Les 22 espèces de Reptiles inventoriées montrent une nette dominance des catégories biogéographiques Saharienne (27,27 % représentées par 06 espèces) et Maghrébine (22,73 % présents avec 05 espèces), puis les moyennement représentées qui sont les Méditerranéennes, Saharo-sindiennes et Ibéro-Maghrébines (13,64 % avec 03 espèces chacune), suivis par les catégories biogéographiques les moins représentées à savoir, les Nord-africaines (4,55 % avec 01 espèce) (Figure 51).

Il semble que la région d'étude soit une zone de transition entre la steppe (climat moyennement aride) et le Tell (région montagneuse à bioclimat semi-aride inférieur). Elle est gravement menacée par la désertification en raison d'une très forte pression anthropique (BEDDEK, 2017). La majorité des espèces de Reptiles répertoriées sont spécifiques à des territoires au climat aride, caractérisé par de fortes poussées de chaleur et des taux d'humidité plus faibles. C'est ce qui renforce notre constat sur la désertification de la région d'étude. Selon DREUX (1980), la température est un facteur majeur influençant la répartition géographique des espèces animales. De plus, les amphibiens et les Reptiles devraient être particulièrement sensibles au changement climatique en raison de leur ectothermie (BEDDEK, 2017).

Pour les catégories trophiques, nous avons regroupés les espèces Reptiliennes comme suit : les carnivores, les herbivores et les insectivores. La catégorie des insectivores vient en première position avec 11 espèces, soit 50 %. Parmi les Sauria (lézards) recensés, 10 espèces consomment des insectes et 2 sont herbivores. Selon SCHLEICH et *al.* (1996), la majorité des lézards se nourrissent d'insectes (Coléoptères, fourmis, termites, sauterelles, mouches...). La catégorie des carnivores se classe en deuxième position avec 09 espèces soit 40,91%, dont presque la totalité appartiennent au sous ordre des ophiidiens. Ces espèces se nourrissent principalement de lézards et de petits mammifères surtout les rongeurs (GRUBER, 1992).

Chapitre III : Résultats et discussions

Selon NIGEL & ROB (2001), il n'existe pas de serpents végétariens ; tous sont carnivores (Figure 52).

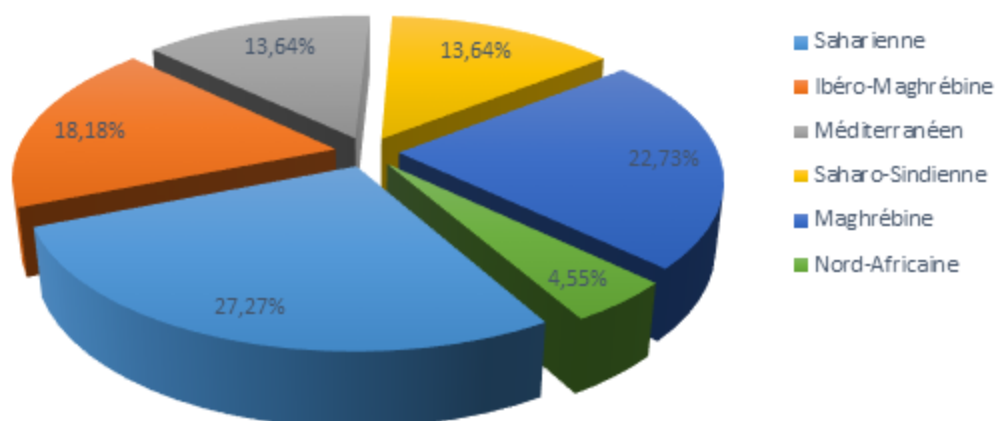


Figure 51 : Statuts biogéographiques des espèces reptiliennes Inventoriées dans la région d'étude

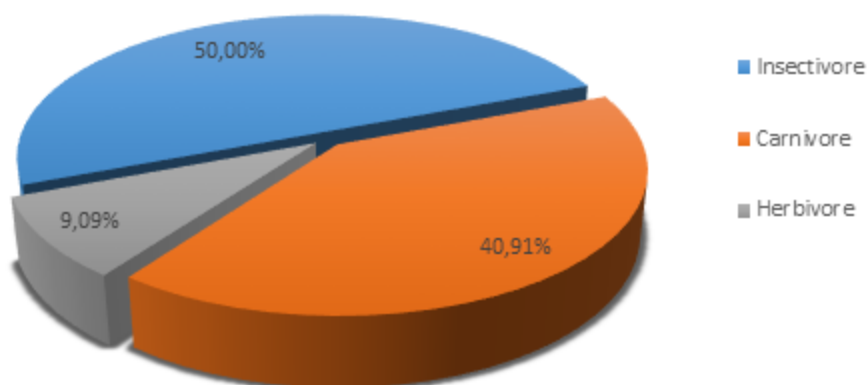


Figure 52 : Catégories trophiques des espèces reptiliennes Inventoriées dans la région d'étude

2.3 - Conclusion :

Les éléments biogéographiques des Re ptiles dominants dans notre région d'étude sont les éléments sahariens avec 27,27 %, suivis par les éléments Maghrébins avec 22,73 %. Les Reptiles consommateurs d'insectes dominent avec 50 % et les herbivores sont peu représentés avec seulement 09,09 %. Nous relevons la présence de 07 espèces protégées en Algérie, dont deux espèces quasi menacées selon l'UICN (2004) *in* COX *et al.* (2006).

Chapitre III : Résultats et discussions

3 - Répartition spatio-temporelle :

3.1 - **Résultats** : Afin de comprendre la structure et l'organisation des différents peuplements dans notre région d'étude, le tableau 12 ci dessous reporte les résultats obtenus pour un total de 193 individus inventoriés.

Tableau 12 : Répartition spatio-temporelle des espèces Reptiliennes inventoriées dans la région d'étude.

Espèce	Habitat					Saisons			
	Cime Montagne	Bas Montagne	Daya	Lit d'oued	Hmada	Hiver	Printemps	Eté	Automne
<i>Testudo graeca whitei</i>	1	5	63	4	2	2	53	10	10
<i>Mauremys leprosa</i>	0	0	0	3	0	0	0	3	0
<i>Eryx jaculus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Chamaeleo chamaeleon</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chalcides mertensi</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Chalcides ocellatus</i>	0	6	6	8	3	0	17	4	2
<i>Mesalina olivieri</i>	0	0	3	0	0	1	1	1	0
<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	0	0	3	0	0	1	0	2	0
<i>Psammodromus algirus</i>	40	0	0	0	0	6	20	14	0
<i>Tarentola mauritanica</i>	3	0	0	0	0	0	1	2	0
<i>Stenodactylus sthenodactylus</i>	0	0	2	0	2	0	1	3	0
<i>Uromastyx acanthinurus</i>	0	2	1	0	0	0	1	2	0
<i>Trapelus mutabilis</i>	0	2	4	0	7	0	5	5	3
<i>Agama impalearis</i>	0	0	0	0	2	0	0	2	0
<i>Varanus griseus</i>	0	0	4	0	0	0	0	4	0
<i>Malpolon monspessulanus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Psammophis schokari</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Spalerosophis dolichospilus</i>	0	0	0	2	0	0	1	1	0
<i>Hemmorhois hippocrepis</i>	0	2	0	2	0	0	0	3	1
<i>Daboia mauritanica</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0
<i>Cerastes cerastes</i>	0	0	3	0	0	0	1	2	0
<i>Trogonophis wiegmanni</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Total	46	18	92	21	16	10	104	60	19
	193					193			

Chapitre III : Résultats et discussions

3.2 - Discussion selon la répartition stationnaire :

Le milieu de Daya (zones dépressionnaires), regroupe le plus grand nombre d'espèces (12 espèces) et individus (92 individus) inventoriés avec un taux de 47,67% (Figure 53 ; 54). Les espèces dénombrées sont caractéristiques de ce biotope qui fournit une faune et une flore riches et diversifiées pour l'alimentation des Reptiles. *Testudo graeca* domine avec 63 individus, puis vient en deuxième position *Chalcides ocellatus* avec seulement 06 individus, suivi par *Trapelus mutabilis* et *Varanus griseus* avec seulement 04 individus pour chacun d'eux.

La dominance de *Testudo graeca* dans la Daya serait due à l'effet de la grande taille de cette espèce, permettant son observation facile et par conséquent une facilité de l'échantillonnage en comparaison à d'autres espèces Reptiliennes plus petites pouvant passer inaperçues surtout qu'à certaines heures de la journée la vue est rendue difficile par les substrats présents (problème de reflets et autres désagréments). Bien que la Daya soit un habitat extrêmement intéressant de par ses conditions édaphiques stationnelles (KAABACHE, 2003) pour les Reptiles et pour l'avifaune (MOULAY MELIANI, 2012), elle est caractérisée par des apports d'eaux complémentaires sous forme de ruissèlement, lesquels rendent cet habitat très attractif et vital pour la survie de l'ensemble des espèces.

Ceci fait que cet habitat constitue le parcours le plus riche et le plus recherché par les agros-éleveurs (MOREAU, 2005). Aussi, certains chercheurs pensent que l'état de conservation de certaines espèces selon l'UICN s'est détérioré, en particulier pour *Testudo graeca* (GRACIA et al., 2020), en raison de la perte et la fragmentation de leur habitat (Pratique culturales, défrichement et surpâturage) (KAABACHE, 2003), mais aussi l'appauvrissement des sols et disparition de la biodiversité (DENYS, 2012).

Le milieu de Cime de Montagne vient en deuxième position selon la richesse en individus avec un taux de 23,83% (46 individus) soit 05 espèces différentes. *Psammodromus algirus* domine avec 40 individus. On y trouve également, *Tarentola mauritanica* (03 individus). Cet habitat est principalement très recherché et favorable pour *Psammodromus algirus*, l'un des Lacertidés méditerranéens les plus communs (MEDIANI et al., 2015 ; BOUAM et al., 2016).

Chapitre III : Résultats et discussions

En Algérie, ce Reptile est signalé beaucoup plus dans les montagnes aux influences climatiques méditerranéennes et sahariennes (Djurdjura et Belezma), à plus de 1000 m du niveau de la mer, attiré par la présence de pierres, rochers mais aussi les touffes. C'est le Saurien le plus observé dans ce cadre géographique, peuplant une grande variété de biotopes (MAMOU, 2014 ; MAMOU & MARNICHE 2016 ; BOUAM et *al.*, 2016). Il est observé également en Algérie dans tout type de milieu littoral ou de l'intérieur, du niveau de la mer jusqu'à près de 2000 m comme exemple à Béjaïa (DAHMANA et *al.*, 2006), en hautes plaines (BARKAT, 2014), au parc national d'El Kala (ROUAG, 2006), dans les hautes plaines steppiques (DELLAOUI et *al.*, 2015), au sud de la Kabylie notamment dans les maquis (bas et moyen) à végétation herbacée, en milieux ouverts rocheux et en forêt de chêne liège (MAMOU, 2014). Il atteint 2500 m dans l'Atlas marocain et seulement 1500 m dans les Pyrénées.

On les voit rarement en terrain entièrement découvert, ils évitent les substrats sablonneux (MAMOU, 2011). On le trouve à des densités élevées là où il y a un couvert arbustif important (PLEQUEZUELOS et *al.*, 2002) et bas (TELLARIA et *al.*, 2011 in BARKAT, 2014). L'espèce évolue ainsi dans un milieu relativement humide et ensoleillé notamment dans les garrigues (Terrain acide et calcaire) (Le Garff, 1991 ; Castanet & Guyétant, 1989 in BARKAT, 2014), lequel lui garantit de riches disponibilités alimentaires essentiellement les arthropodes (MAMOU & MARNICHE, 2016 ; BOUAM et *al.*, 2016) mais aussi se révèle adéquat pour sa thermorégulation et son hibernation.

Les lits d'oueds constituent un biotope relativement sablonneux avec une humidité importante notamment en été, peuplé par une flore tel *Zizyphus lotus*, *Anabasis articulata* et *Atriplex halimus*, viennent en troisième position avec un taux de 10,88 % soit 07 espèces différentes avec 21 individus. Ce milieu est plus ou moins homogène, puisque on trouve des Chelonii et des Squamata. FRETEY (1986), signale que *M. leprosa* habite les oueds, les petits ruisseaux à eau limpide et fond rocheux, les étangs à fond vaseux et les torrents de montagne. C'est un habitat plus ou moins homogène fréquenté par diverses espèces de Reptiles, puisqu'on y trouve des tortues, des lézards et des serpents. Très recherché en été pour sa fraîcheur et l'ombre des végétaux tel le *Zizyphus* (Sedra) indispensable pour la thermorégulation. Les oueds, petits ruisseaux aux eaux claires et aux fonds rocheux, les étangs aux fonds vaseux et les torrents de montagne sont les habitats de prédilection de *Mauremys leprosa* (FRETEY, 1987).

Chapitre III : Résultats et discussions

La tortue palustre (Marais), ubiquiste et dulçaquicole, elle vit dans l'eau douce et saumâtre courante ou stagnante et hiverne dans la vase. Cette espèce est donc très liée à l'eau, mais à l'intérieur des terres elle semble se raréfier, existant en petites populations dans les oueds permanents (ROUAG, 2012). Elle estive dans la boue séchée, elle est tolérante à la pollution du milieu. Surtout carnivore, elle se nourrit d'invertébrés, de têtards et de petits poissons, mais consomme aussi des plantes et des déchets végétaux (TRAPE *et al.*, 2012).

Chalcides ocellatus préfère également cet habitat humide, similaire à notre zone d'étude, et peut être trouvé ailleurs en Algérie autour des lacs et dans les forêts humides comme la « subéraie et zeenaie » du massif d'El Ghorra (El Tarf) où l'épaisseur de la litière est importante (ROUAG, 2012). Cette espèce recherche le soleil, une chaleur modérée, l'humidité élevée et la lumière, mais elle s'accommode de tous les milieux de son aire de répartition et n'est pas strictement lié à un biotope donné. Elle préfère les sols meubles, où elle creuse ces terriers (ROUAG, 2006). Les besoins alimentaires définissent également la localisation de bon nombre d'espèces (ROUAG, 2006).

Lamprophiidae et Colubridae préfèrent également ce milieu, notamment *Malpolon monspessulanus* et *Hemmorhois hippocrepis*, deux serpents méditerranéens que l'on trouve en sympatrie, comme cela a déjà été signalé dans le massif des Aurès à l'est du pays (CHIRIO & BLANC, 1997). Les formations à *Zizyphus lotus* et *Tamarix africana* constituent un refuge favorable pour les petits rongeurs, oiseaux et lézards, indispensables à l'alimentation de ces grands serpents. La présence de *Spalerosophis dolichospilus* et de *Psammophis schokari* (espèces sahariennes et saharo-sindiennes) dans l'habitat du lit d'oued est une preuve supplémentaire d'une transition entre le climat aride moyen et le climat semi-aride inférieur.

Ils semblent liés au terrain sablonneux des oueds temporaires ou permanents (BONS, 1967). Ils préfèrent les Steppes sèches et pierreuses, garnies ou non d'arbres (GENIEZ, 2012). Ceci peut être expliqué par la vague de sécheresse qui sévit cette dernière décade.

Le milieu bas de Montagne occupe l'avant dernière classe, avec un taux de 09,33 % soit 18 individus représentatifs de 06 différentes espèces. Cet habitat est un endroit lumineux et ensoleillé avec des pentes rocheuses et caillouteuses, créant un environnement favorable pour

Chapitre III : Résultats et discussions

Uromastix acanthinura et *Daboia mauritanica*. En cas de danger ces espèces utilisent des crevasses dans les rochers comme cachettes d'où il est très difficile de les retirer.

Le Fouette queue est bien connu au Sahara, ce lézard se rencontre dans toutes les zones rocheuses et caillouteuses (Le BERRE, 1989), semblable à une autre espèce du même genre : *Uromastix ocellata*, signalé en Egypte dans les montagnes et au pied de collines, où il habite gorges et rochers et qui pourrait être attribué au type écologique pétrodophile terrestre (MILTO et al., 2019). Diurne, il préfère dans notre région d'étude, les pieds des montagnes avec des végétations ou moins permanentes à sol salé. Cette espèce semble davantage associée aux falaises et éboulis rocheux de cette région qu'aux restes des zones caillouteuses planes ou plus au moins planes. Son régime alimentaire est mal connu, mais probablement essentiellement à base de plantes.

La vipère du Maghreb occupe la majeure partie du territoire du Maroc, du nord de l'Algérie, de la Tunisie et du nord-ouest de la Libye, avec une présence spécifique au nord du Sahara occidental (BARNESTEIN et al., 2014). En Algérie, elle est répartie entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien. Elle a été signalée dans l'Oranie, Reghaïa et Naâma (ROUAG, 2012). MAMOU (2011), l'avait observé au sud de la kabylie dans un Milieu ouvert rocheux, Maquis bas et dans un Maquis moyen. Elle semble être l'espèce la plus généraliste en termes de sélection d'habitat, car ce serpent se trouve à la fois dans l'environnement côtier, où il partage l'habitat avec *Bitis arietans*, et dans les environnements intérieurs plus arides, où il peut coexister avec *Cerastes cerastes* et éventuellement *Echis leucogaster* (DEMARMOL et al., 2019). Nocturne, elle fréquente les rochers (GENIEZ et al., 2000), les collines broussailleuses, les vieux murs, les éboulis à végétation très ensoleillés, les forêts (chênaies vertes) à substrat rocheux et dans les endroits clairs bien exposés au Soleil.

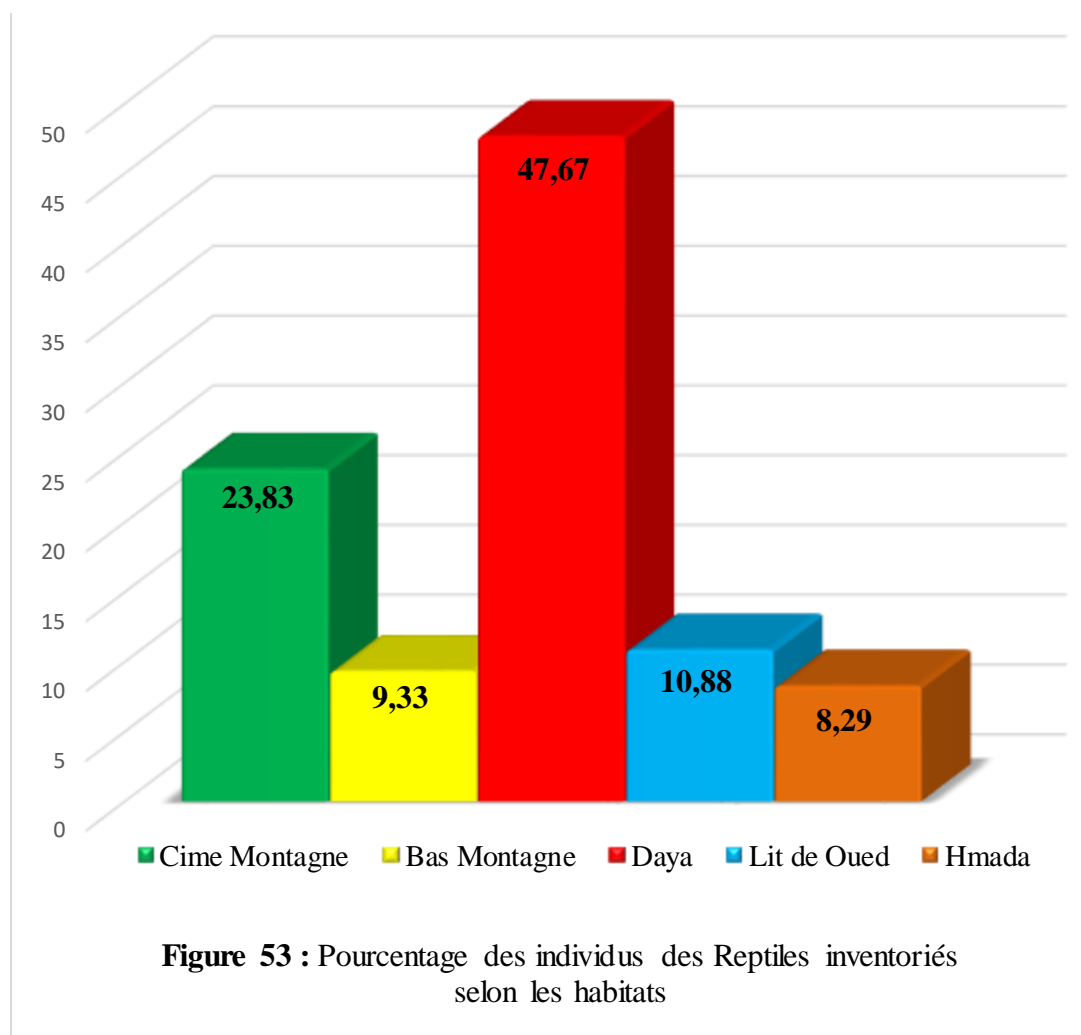
Le milieu dégradé et ouvert de Hmada, est le plus pauvre d'un point de vue d'espèces rencontrées. Seulement 05 espèces furent inventoriées, soit un taux de 08,29 % avec 11 individus. *Trapelus mutabilis* est l'espèce la plus dominante avec 07 individus. Cet habitat permet un bon camouflage pour les Agamidae grâce à ses galets et pierres. En Algérie, la

présence de *Trapelus mutabilis* couvre pratiquement tout le Sahara (ROUAG, 2012). Fréquent dans la basse région aride, sur des sols aussi bien rocheux qu'argileux, indurés ou sableux (CHIRIO & BLANC 1997). A côté de cette dernière, les substrats rocheux, terre nue

Chapitre III : Résultats et discussions

avec des affleurements rocheux et des sols pierreux sont également des habitats favorable pour *Agama impalearis* (ZNARI & ELMOUDEN, 1997 ; GENIEZ et al., 2000).

Chalcides ocellatus et *Stenodactylus sthenodactylus* peuvent également être trouvés dans cet habitat cachés sous des pierres ou d'autres débris, lui garantissant une certaine humidité et idéal pour creuser des terriers.



Chapitre III : Résultats et discussions

Figure 54 : Répartition spatiale des espèces Reptiliennes inventoriées.

Montagne	Daya	Lit d'oued	Hmada
<i>Testudo graeca whitei</i>			
	<i>T. wiegmanni</i>	<i>Mauremys leprosa</i>	
	<i>C. chamaeleon</i>		
	<i>Chalcides mertensi</i>		
	<i>Chalcides ocellatus</i>		
	<i>Acanthodactylus erythrurus</i>		
<i>P. algirus</i>			
<i>T. mauritanica</i>			
	<i>S. sthenodactylus</i>		
			<i>U. acanthinurus</i>
			<i>Trapelus mutabilis</i>
			<i>Agama impalearis</i>
	<i>Varanus griseus</i>		
		<i>M. monspessulanus</i>	
		<i>P. schokari</i>	
		<i>S. dolichospilus</i>	
		<i>H. hippocrepis</i>	
<i>H. hippocrepis</i>			
<i>Daboia mauritanica</i>			
	<i>Cerastes cerastes</i>		
	<i>Eryx jaculus</i>		

Chapitre III : Résultats et discussions

3.3 - Discussions selon la répartition saisonnière :

Le nombre le plus élevé des Reptiles avec 104 individus (53,89 %) est inventorié au Printemps. Nous avons capturé 60 individus soit 31,09 % en Eté. L'hiver occupe la dernière position avec un taux de 5,18% (Tableau 12 et Figure 55). Ceci est dû à l'augmentation de la chaleur et de l'humidité durant le printemps et l'été, offrant ainsi les conditions les plus adéquates pour relancer l'activité biologique des Reptiles après la longue période d'hibernation.

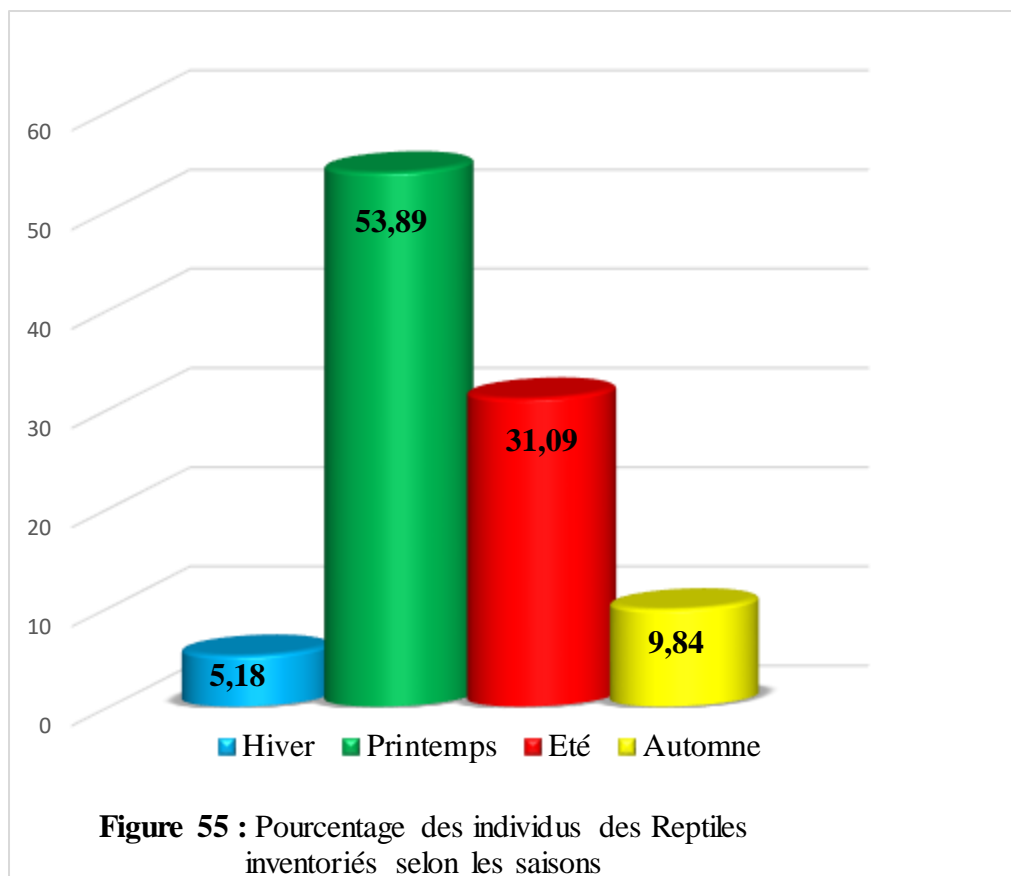
La saison sèche chaude qui dure de 4 à 5 mois (Mai à Septembre) est la saison la plus éprouvante de l'année. Les températures mensuelles diurnes dépassent les 43 °C à l'ombre à M'sila et les 38 °C à Ain Bessam (Juillet). C'est la période de dessèchement de la strate herbacée en dehors des vivaces et un besoin important en eau pour la faune sauvage.

A l'inverse, durant l'hiver les températures chutent jusqu'à 0 et - 1, et le rythme biologique des Reptiles diminue sensiblement. C'est également le cas avec le début de l'hibernation. La saison froide et sèche dure d'octobre à février soit environ cinq (5) mois. Les températures nocturnes puis diurnes baissent (-2,14 °C à M'sila et 3,95 °C Ain Bessam). Ainsi les chances de croiser des individus diminuent considérablement.

L'activité biologique de ces Reptiles ne reprend qu'au début du mois de Février avec l'augmentation des T° moyennes.

Selon DREUX (1980), la température demeure le facteur climatique le plus important. En exerçant une action écologique sur les êtres vivants en particulier sur les vertébrés "poïlkothermes" (la capacité d'un organisme à supporter des variations de températures importantes, par opposition aux organismes homéothermes qui maintiennent une température constante.), pendant la période hivernale.

Ce phénomène d'hibernation s'accompagne d'une baisse de la température corporelle qui s'effectue, soit de façon rapide lorsque les températures externes décroissent brutalement, soit par une série progressive de chutes thermiques séparées par des paliers ou même de légères remontées quotidiennes qui conditionnent l'organisme au froid.



3.4 Conclusion :

Parmi les 04 habitats décrits dans la zone d'étude, nous remarquons que le milieu de Daya renferme le nombre le plus élevé d'individus capturés, alors que le milieu de Montagne vient en deuxième position. Par ailleurs, la répartition des individus inventoriés en fonction des saisons, montre que le printemps et l'été représentent les saisons de pleines activités pour ces espèces Reptiliennes.

4 - Structure et organisation des peuplements :

4.1 - Variation temporelle et spatiale de la fréquence d'abondance et d'occurrence des différentes familles recensées :

Le calcul des fréquences d'abondance et des fréquences d'occurrence en pourcentages pour les diverses familles recensées selon les saisons climatiques (Tableau 13) et selon les habitats (Tableau 14), nous donne un aperçu sur l'importance numérique des différentes espèces inventoriées.

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 13 : Fréquences d'abondance (%), fréquences d'occurrence (%) et échelle de constance des différentes familles des Reptiles recensées en fonction des saisons climatiques.

Famille	Hiver			Printemps			Eté			Automne		
	Frq Ab %	Frq Occ %	Ech	Frq Ab %	Frq Occ %	Ech	Frq Ab %	Frq Occ %	Ech	Frq Ab %	Frq Occ %	Ech
Testudinidae	20,00	16,67	Acc	51,46	75,00	C	16,67	25,00	Acc	52,63	33,33	Acc
Geoemydidae	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	5,00	8,33	T Acc	0,00	0,00	-
Boidae	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	5,26	8,33	T Acc
Chamaeleonidae	0,00	0,00	-	0,97	8,33	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-
Scincidae	0,00	0,00	-	16,50	41,67	Acc	6,67	25,00	Acc	15,79	16,66	Acc
Lacertidae	80,00	41,66	Acc	20,39	33,33	Acc	28,33	41,60	Acc	0,00	0,00	-
Gekkonidae	0,00	0,00	-	1,94	1,66	T Acc	8,33	25,00	Acc	0,00	0,00	-
Agamidae	0,00	0,00	-	5,82	25,00	Acc	14,99	58,34	C	15,79	16,67	Acc
Varanidae	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	6,67	16,67	Acc	0,00	0,00	-
Lamprophiidae	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	1,67	8,33	T Acc	5,26	8,33	T Acc
Colubridae	0,00	0,00	-	0,97	8,33	T Acc	6,67	33,33	Acc	5,26	8,33	T Acc
Viperidae	0,00	0,00	-	1,94	16,66	Acc	5,00	16,66	Acc	0,00	0,00	-
Trogonophiidae	0,00	0,00	-	0,96	8,33	T Acc	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-

(-) : Absence ; Ab. : Fréquence d'abondance ; Occu. : Fréquence d'occurrence ; Ech. : Echelle de constance ; C : Constant ; Acc : Accessoire ;
 Acc : Accidentel ; T Acc : Très accidentel.

Chapitre III : Résultats et discussions

4.2 - Discussion de l'abondance et de l'occurrence en fonction des saisons

climatiques :

En Hiver, les familles les plus abondantes sont les Lacertidae (80,00 %) et les Testudinidae (20,00 %). Les espèces de Lacertidae représentées en majorité par *Psammmodromus algirus* se retrouvent cachées entre les racines des touffes en haut de la montagne (exemple : *Astragalus armatus*) en état d'hibernation. D'après LE BERRE (1989), les Lacertidae entrent en diapause d'octobre à mars, généralement entre les racines d'un buisson.

Au Printemps, presque toutes les familles sont échantillonnées avec des abondances différentes, on trouve entre autre, la famille des Testudinidae plus abondante avec un taux de 51,46 %. Ce taux est presque le même en automne, puis s'affaiblit en hiver et en été. Cette famille hiberne pendant la saison froide en se cachant sous les touffes d'alfa, ce qui explique son absence en cette saison.

La famille des *Lacertidae* est plus abondante en été avec un taux de 28,33 % et la famille des *Scincidae* s'active en Automne et Printemps avec un pourcentage de 15,79 %.

Les degrés d'occurrence les plus élevés sont enregistrés au Printemps, car les Reptiles commencent à se réveiller au début de cette saison. Ces familles sont : Testudinidae (75,00 %), Scincidae (41,67 %), Lacertidae (33,33 %), Agamidae (25,00 %) et les Viperidae (16,66 %). La famille des Agamidae est un taxon constant pendant la saison estivale où une forte activité est observée.

L'été et le printemps offrent les conditions les plus adéquates, notamment par la température et l'humidité utiles pour l'activité biologique de la majorité des espèces capturées. Ces conditions deviennent défavorables en hiver, où nous assistons à une diminution générale des effectifs (MOUANE, 2010 ; MEBARKI, 2012). Ces conditions deviennent défavorables en hiver, où nous assistons à une diminution générale des effectifs.

Le printemps est la période idéale pour se reproduire et se nourrir, d'ailleurs durant cette période les lézards expriment une activité journalière mono-modale, essentiellement entre 10 h et 15 h, ce qui leur donne largement du temps pour la recherche des proies et de partenaire sexuel. Durant cette période, les Reptiles maintiennent une température corporelle élevée et constante, suivi d'une thermorégulation active, ce qui leur permet d'accomplir leurs différentes fonctions de façon optimale (MAMOU, 2017).

Chapitre III : Résultats et discussions

4.3 - Discussion de l'abondance et de l'occurrence en fonction des habitats :

L'échelle d'abondance révèle que seule la famille des Testudinidae, et plus particulièrement l'espèce *Testudo graeca whitei*, est présente dans tous les types d'habitats de la zone d'étude (échelle de constance : Constant à très accidentelle). Cette espèce est limitée aux habitats naturels et semi-naturels principalement caractérisés par une végétation méditerranéenne et un paysage agricole caractérisé par très peu de gestion (GRACIA et al. 2020). Elle occupe tous les principaux bioclimats méditerranéens de Saharien à Humide (ANADON et al., 2012). Dans notre région d'étude, cette tortue trouve largement ces besoins trophiques, thermiques et de refuge dans les *Zizyphus lotus*, essentiellement dans les Dayas.

D'autres familles de Reptiles sont spécifiques à l'habitat bien distingué des Daya dans la zone d'étude, mais avec une échelle de constance très accidentelle. On les trouve facilement dans des sols meubles ou sablonneux, avec une faune et une flore plus diversifiées ; il s'agit du Boidae *Eryx jaculus*, qui préfère les habitats secs (collines rocheuses ou sablonneuses), les zones côtières semi-désertiques, les dunes, les forêts méditerranéennes, les maquis et prairies basses, les champs cultivés et les oliveraies (CHRISTOPOULOS et al., 2019).

Il y a aussi le Trogonophiidae *Trogonophis wiegmanni* qui est un amphisbène vivant toute sa vie enfoui dans le sol, mais que l'on trouve fréquemment sous les roches (RECIO et al., 2019). Vis-à-vis des Dayas, ce Boidae et ce Trogonophiidae semblent préférer les sols meubles sous les pierres. Le Varanidae *Varanus griseus* qui est considéré par certains auteurs comme préférant l'habitat des Daya (ALOUFI et al., 2019) est vraisemblablement lié à ce type d'habitat dans notre étude, lui offrant une facilité pour creuser ces terriers (Sols meubles) où il passe une partie de sa vie enfoui.

Les Cimes des montagnes de notre zone d'étude sont également des habitats spécifiques pour les Lacertidae, *Psammodromus algirus* (échelle d'abondance : constante) et une seule espèce des Chamaeleonidae (échelle de constance: très accidentelle). *Psammodromus algirus* est associée à un faible couvert arbustif (TELLARIA et al., 2011), ce qui justifie l'omniprésence de ce lézard dans les hautes altitudes des montagnes de notre zone d'étude, aux pieds des végétaux, sur les dalles rocheuses en pente et les prairies ouvertes à l'écart des zones dégradées.

La qualité thermique, une composante indépendante de la densité de la qualité de l'habitat, est souvent le facteur le plus important pour la sélection de l'habitat dans les

ectothermes. Mais il semble que les lézards préfèrent l'habitat avec plus de nourriture et une meilleure qualité thermique (PATERSON & BLOUIN-DEMERS, 2019).

Chapitre III : Résultats et discussions

C'est le Saurien le plus commun et le plus abondant en Algérie (YOUCEFI, 2012) et largement distribué dans son aire de répartition en Espagne (PLEGUEZUELOS et *al.*, 2002). Peut-être le lézard méditerranéen le plus abondant et le plus omniprésent, il peut coexister avec n'importe quel autre Lézard méditerranéen (PLEGUEZUELOS et *al.*, 2002). Les Lamprophiidae (*Malpolon monspessulanus* et *Psammophis schokari*) ne sont associés qu'à l'habitat Lit d'oued dans la zone d'étude, avec une échelle de constance: accidentelle.

Il ressort que l'habitat de Daya est le plus riche en espèces (12 espèces/30 sorties) par rapport aux autres habitats de notre zone d'étude, mais selon le nombre de sorties sur le terrain, la richesse moyenne place l'habitat Lit d'oued en première position (7 espèce/9 sorties), ce qui expliquerait le nombre d'espèces recensées en quelques sorties.

4.4 - Conclusion :

L'abondance relative des familles varie selon les saisons climatiques ainsi que selon les différents habitats.

L'ectothermie est avantageuse en termes de coût métabolique, mais entraîne les restrictions d'activité dans l'espace et dans le temps et l'exposition à la perte d'eau, aux parasites et aux prédateurs (CARRETERO, 2019).

De nombreux Reptiles régulent activement leur température corporelle, en particulier pendant la thermorégulation, ils subissent une perte d'eau par évaporation. L'intensité de la perte d'eau dépend de plusieurs facteurs, dont la température du corps de l'individu, son état de déshydratation, l'exposition à la chaleur radiative, l'humidité de l'air et la vitesse du vent.

Nous concluons que dans notre région d'étude, la répartition des populations des Reptiles dans les cinq types d'habitats étudiés est tributaire des activités bio-écologiques des espèces qui changent suivant le changement du climat.

Elle dépend également de leurs besoins de nidification et d'hibernation, se traduisant par la recherche de microhabitats avec pentes ensoleillées et bien drainées.

La perte d'habitat causée par les activités humaines est désignée comme le principal moteur de la réduction de la biodiversité dans le monde (ALVES MATOS et *al.*, 2019). Nous pouvons dire que leurs influences sont également susceptible de modifier la sélection de l'habitat de certains Reptiles (FREITAS et *al.*, 2019).

Les Reptiles n'élèvent pas leurs températures corporelles par des processus métaboliques, mais s'appuient plutôt sur l'environnement extérieur, qu'ils peuvent utiliser pour maintenir des

Chapitre III : Résultats et discussions

températures relativement élevées lorsqu'ils sont actifs. Ainsi, la présence spatiale des lézards à travers les paysages sont largement contrôlés par les gradients d'humidité et de température, à l'échelle mondiale et locale (BAUER & JACKMAN, 2008 ; FARIA et *al.*, 2019 in VILLAMARIN et *al.*, 2022). En effet, les espèces ont des exigences très variables concernant les températures d'activité optimales et la résistance à la déshydratation (DIELE-VIEGAS et *al.*, 2018 ; LEAL et *al.*, 2002 in VILLAMARIN et *al.*, 2022).

5 - Diversité, équirépartition et similitude des peuplements recensés :

5.1 - Résultats :

Pour caractériser la diversité spécifique des peuplements des Reptiles inventoriés par type d'habitats, nous avons calculé les paramètres écologiques suivants : la richesse totale (S), la richesse moyenne (Sm), l'indice de diversité de Shannon (H'), l'équirépartition (E) (Tableau 15 ; Figure 56) et L'indice de SORENSEN (Tableau 16).

La valeur la plus élevée de la richesse totale a été relevée dans la Daya avec 12 espèces. Le Lit d'oued est représenté par 7 espèces, tandis que la valeur de richesse totale la plus faible a été observée dans les habitats de Hmada et Cime de Montagne avec 5 espèces chacun.

La valeur la plus élevée de la richesse moyenne a été notée dans l'environnement Lit d'oued avec 0,78 espèces, suivi de l'habitat de Daya avec 0,40 espèce, et la valeur la plus basse dans l'habitat Hmada avec 0,24 espèce. Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon varient entre 0,79 et 2,45 pour tous les habitats, et tous les milieux sont plus ou moins diversifiés sauf pour le milieu Cime de Montagne où la valeur la plus basse de 0,79 a été enregistrée.

Les valeurs de l'indice d'équitabilité (équi-répartition) selon les habitats tend vers 1 (cime de montagne ; lit d'oued et Hmada) ce qui montre que les espèces présentes dans le peuplement ont des abondances identiques alors que les deux autres habitats présentent des valeurs proches de zéro ce qui indique un certain déséquilibre entre les populations (cime de montagne et Daya).

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 15 : Richesse spécifique totale (S), richesse spécifique moyenne (Sm), indice de diversité de Shannon (H') et équirépartition (E) par Habitats.

	Cime de Montagne	Bas de Montagne	Daya	Lit d'oued	Hmada
S	5	6	12	7	5
Sm	0,28	0,38	0,40	0,78	0,24
H'	0,79	2,33	1,84	2,45	2,10
E	0,34	0,90	0,53	0,87	0,90

L'indice de SORENSEN est une mesure très simple de la similarité spatiale des populations, allant de 0, lorsqu'il n'y a pas d'espèces communes entre les deux communautés étudiées, à 01 lorsque la même espèce existe dans les deux communautés. Les valeurs obtenues entre les deux habitats sont présentées dans le tableau 16.

La similitude entre les habitats varie entre 05,88 % et 27,27 %. Les habitats (Bas de montagne et Hmada) montre la plus forte similitude soit 27,27 %, suivi de l'habitat Daya avec lit d'oued avec une valeur de 23,53 %, puis de Bas de montagne et lit d'oued avec 23,08 %. La valeur notée pour les habitats (bas de montagne et Daya) est de 22,22 %.

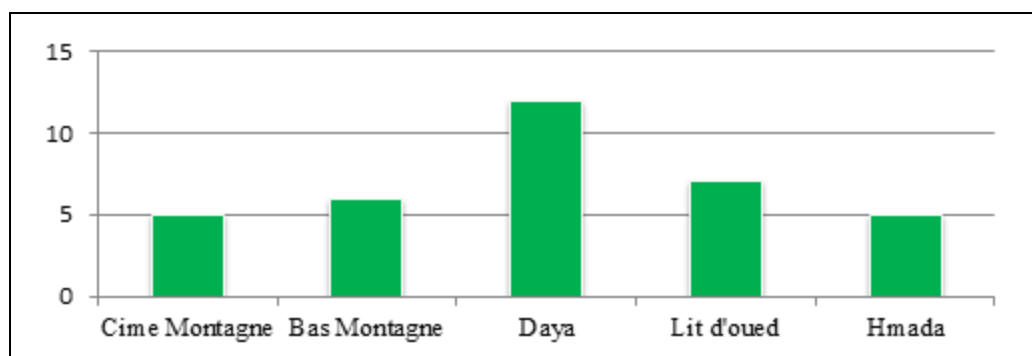
Les habitats (cime de montagne et bas de montagne), (Daya et lit d'oued) et (lit d'oued et hmada) ont des valeurs de similitude moyennes respectives de 18,18 %, 10,53 % et 16,67 %.

La Daya et la Cime de Montagne enregistrent une valeur de similitude la moins élevée où, seules 05,88 % des espèces sont communes entre ces deux habitats.

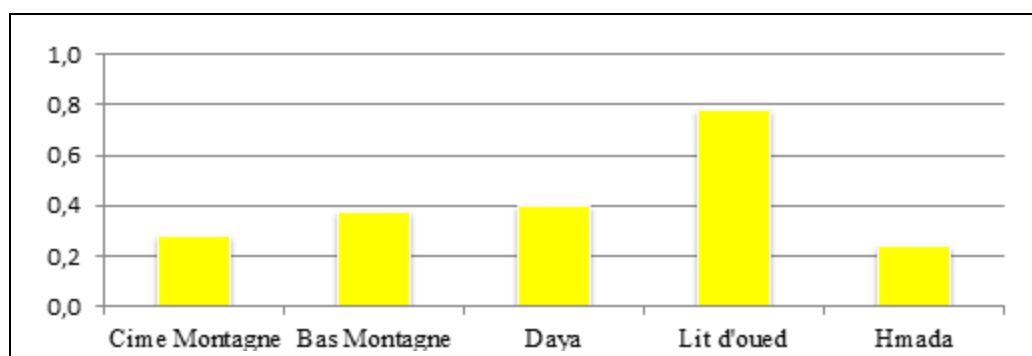
Tableau 16 : Indice de similarité de Sorenson (%) entre les habitats de la zone d'étude.

	Cime de Montagne	Bas de Montagne	Daya	Lit d'oued	Hmada
Hmada	10,00	27,27	23,53	16,67	100 %
Lit d'oued	08,33	23,08	10,53	100 %	
Daya	05,88	22,22	100 %		
Bas de Montagne	18,18	100 %			
Cime de Montagne	100 %				

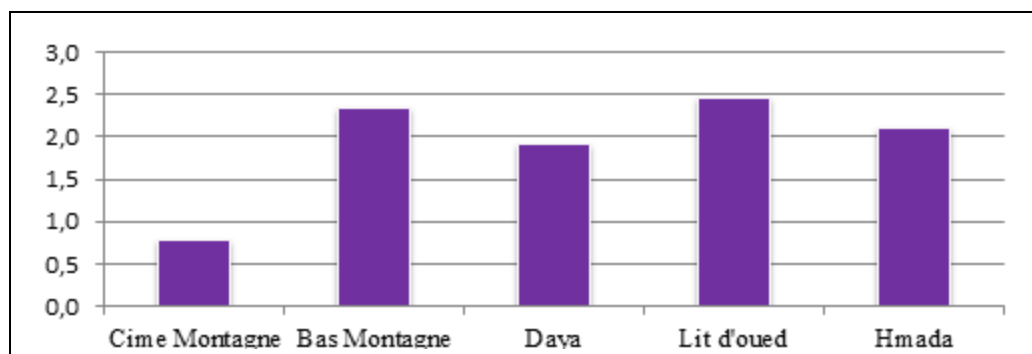
Chapitre III : Résultats et discussions



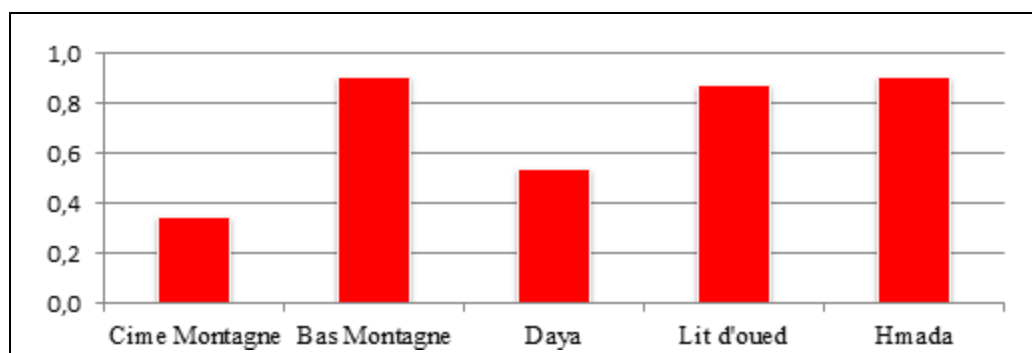
Richesse spécifique totale



Richesse moyenne



Indice de diversité de Shannon



Indice d'équirépartition

Figure 56 : Richesse, diversité, Indice de diversité de Shannon et équirépartition des peuplements des Reptiles inventoriés par habitats dans la région d'étude

Chapitre III : Résultats et discussions

5.2 - Discussions :

L'indice de Shannon montre clairement que les habitats de Daya et Cime de Montagne sont les moins diversifiés par rapport aux autres habitats, ce qui serait dû à la forte abondance relative de *Testudo graeca whitei* dans la Daya et de *Psammmodromus algirus* dans la Cime de Montagne. En d'autres termes, à l'exception de ces deux espèces, on peut dire que tous les habitats ont la même diversité. Ceci est confirmé par l'indice d'équitabilité indiquant que les habitats (Cime de Montagne et Daya) présentent une abondance centrée sur deux espèces alors que les autres habitats ont des populations plus hétérogènes.

La similitude entre les habitats n'est pas tangible dans la zone d'étude, cela serait dû à l'hétérogénéité du sol, du couvert végétal et de l'altitude. Cette hétérogénéité est l'un des principaux facteurs de diversité herpétologique au Maroc (AVELLA et al., 2019).

La grande sensibilité des Reptiles aux changements de configuration et d'état du paysage (Keinath et al., 2017 ; Doherty et al., 2020 in BALOUCH et al., 2022) peut être liée à leur plus faible capacité à se déplacer entre les parcelles restantes ou à s'échapper d'habitats dégradés, par rapport à des taxons plus mobiles, tels que les oiseaux et les grands mammifères (HORNER & JONES, 2009 ; QIAN, 2009 ; GARLAND & ALBUQUERQUE, 2017 in BALOUCH et al., 2022).

Les Reptiles sont relativement sédentaires et beaucoup sont des spécialistes de l'habitat qui peuvent être négativement affectés par des petits changements dans l'utilisation des terres ou la qualité de l'habitat. De nombreuses espèces ont des distributions restreintes et beaucoup existent dans des populations à faible densité dans lesquelles la mort d'un petit nombre d'individus peut entraîner des déclin au niveau de la population (MASTERSON, 2014).

L'indice de surface foliaire (Leaf Area Index : LAI), détermine l'abondance des feuilles sur le site de mesure donné, ce qui influence la quantité de rayonnement solaire qui l'atteint et peut ainsi influencer la présence de diverses espèces de Reptiles. La présence des Reptiles était fortement associée à l'énergie disponible dans l'environnement, qui pouvait être mesurée par l'évapotranspiration potentielle. Ces études ont également trouvé une relation entre le LAI et la biodiversité des Reptiles et l'abondance des individus (BEREZOWSKI et al., 2015).

5.3 - Conclusion :

Les peuplements des Reptiles des milieux de Daya et des Cimes des Montagnes sont les moins diversifiés. Ces peuplements ont une composition hétérogène dans les différents habitats.

L'hypothèse d'hétérogénéité de l'habitat, l'un des concepts fondamentaux de l'écologie des communautés, suggère que les habitats structurellement complexes fournissent plus de niches et de ressources écologiques pour une grande variété d'espèces à exploiter, soutenant ainsi des assemblages d'espèces plus diversifiés (BATEMAN & MERRITT, 2020).

En raison de leur besoin de chaleur, les Reptiles préfèrent les pentes exposées au sud, avec une topographie variée, généralement sur des sols bien drainés. Ils ont aussi besoin d'une structure de végétation diversifiée, créant des couvertures à proximité, pour fournir une protection contre les prédateurs (EDGAR & FOSTER, 2010).

6 - Analyse factorielle des correspondances pour les différents habitats :

6.1 - Résultats :

Pour l'analyse AFC, les valeurs propres de l'axe 1 (0,958) et de l'axe 2 (0,502) indiquent qu'il existe une dépendance significative entre les lignes et les colonnes (Tableau 17). Ainsi, il existe une différence significative entre les habitats et la répartition des Reptiles. La figure 23 montre la répartition des espèces et des habitats selon les stations. L'inertie est exprimée sur l'axe 1 (47,5 %) et l'axe 2 (24,9 %) ; les informations sur les deux axes principaux montrent l'effet spatial sur la répartition des Reptiles. L'axe 1 n'apparaît dans l'habitat MR (Cime de montagne) qu'en position positive, tandis que l'axe 2 apparaît en position positive pour l'habitat DY (Daya) puis en position négative pour les habitats HM (Hmada), MB (Bas de montagne) et WB (Lit d'Oued). Ainsi, il existe quatre groupes selon la composition en Reptiles des milieux étudiés (Tableau 17 ; Figure 57).

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 17 : Valeurs des axes résultant de l'analyse AFC.

Dimension	Inertie	Proportion d'inertie (%)	
		Expliqué	Cumulé
1	0,958	47,5	47,5
2	0,502	24,9	72,4
3	0,396	19,7	92,1
4	0,160	7,1	100

➤ **Le groupe 1:** Correspond à l'habitat "Cime de montagne" dont les espèces caractéristiques sont *Psammodromus algirus*, *Tarentola mauritanica* et *Chamaeleo chamaeleon* ;

➤ **Le groupe 2:** Représente l'habitat le plus riche en espèces, la "Daya" est l'habitat favorable pour *Testudo graeca*, *Mesalina olivieri*, *Acanthodactylus erythrurus*, *Stenodactylus sthenodactylus*, *Varanus griseus*, *Eryx jaculus*, *Chalcides mertensi*, *Trogonophis wiegmanni* et *Cerastes cerastes*.

➤ **Le groupe 3:** Est presque entièrement constitué de deux habitats similaires, à savoir "Hmada" et "Bas de montagne", qui sont les moins riches en espèces, avec seulement 3 espèces : *Trapelus mutabilis*, *Agama impalearis* et *Uromastix acanthinurus*.

➤ **Le groupe 4:** Représente l'habitat du "Lit d'oued" hébergeant les espèces suivantes: *Hemmorhois hippocrepsis*, *Spalerosophis dolichospilus*, *Psammophis schokari*, *Mauremys leprosa* et *Malpolon monspessulanus*.

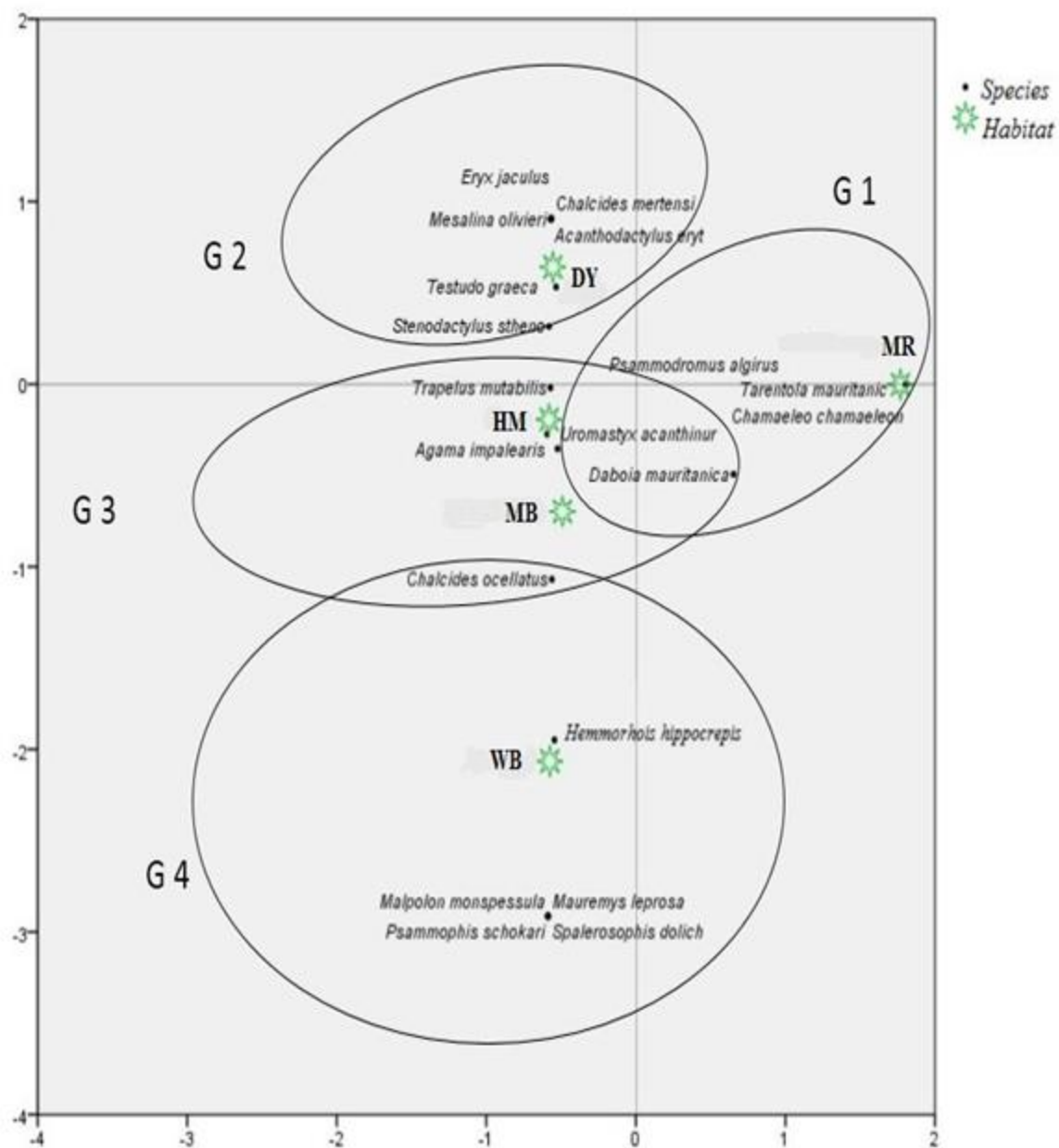


Figure 57 : Analyse factorielle des correspondances par habitats dans la région d'étude.

MR : Cime de montagne ; MB : Bas de montagne ; HM : Hmada ; DY : Daya ; WB : Lit d'oued.

Chapitre III : Résultats et discussions

6.2 - Discussion :

L'AFC a mis en exergue les principaux facteurs régissant la distribution des Reptiles dans la zone d'étude. Elle a fait ressortir 04 groupes selon la composition en Reptiles des habitats étudiés qui se distinguent par leur diversité floristique, édaphique, par leur état de dégradation (Figure 23). Le premier groupe (**G1**) est corrélé au milieu de "cime de Montagne" plus ou moins humide, dont l'espèce caractéristique est *Psammodromus algirus*.

Le deuxième groupe (**G2**) est corrélé à la "Daya" représentant les milieux plus ou moins subhumides avec une flore plus diversifiée, dense et un sol moins dégradé, fréquentés par des espèces caractéristiques, constituent un facteur essentiel pour leur développement, tel que : *Testudo graeca whitei*. Le milieu de "Hmada" et "bas de Montagne"(milieux ouverts rocheux et caillouteux), constituent le troisième groupe (**G3**), le moins riche en espèces, on n'y trouve essentiellement 03 espèces dont le principal est *Trapelus mutabilis*. Le Lit d'oued (groupe **G4**), est vraisemblablement l'habitat des Colubridae et des Lamprophiidae à côté de *Mauremys leprosa*, où la disponibilité de l'eau, source de vie, leur donne le choix de prédation sur les oiseaux, batraciens, petits mammifères et autres. Nous obtenons les mêmes résultats au sud de la Kabylie, où les Lits d'oued avec ripisylves sont fréquentés par *M. Leprosa*, *N. natrix* et *N. maura* (MAMOU, 2011).

Une liaison existe entre les groupes par l'intermédiaire d'espèces qui n'appartiennent pas strictement à un groupe, comme entre (**G1** et **G3**) avec *Uromastix acanthinurus*, *Daboia mauritanica*, puis entre (**G4** avec **G3**), avec *Chalcides ocellatus*.

Ce qui ressort de cette distribution des Reptiles dans les 05 habitats, c'est à la fois la disponibilité d'une végétation dense, des abris assurant un bon camouflage et de l'humidité.

6.3 - Conclusion :

L'analyse factorielle des correspondances montre que le type d'habitat a une influence directe sur la répartition des espèces Reptiliennes dans notre zone d'étude. Elle nous a permis d'identifier quatre groupes selon le milieu et leurs espèces caractéristiques. Selon LACOSTE & SALANON (2001), le microclimat est représentatif des conditions climatiques qui prévalent au

Chapitre III : Résultats et discussions

sein d'une station écologique résultant d'une modification plus ou moins prononcée du climat local sous l'influence de divers autres facteurs (topographie, sol), ainsi que les constituants biologiques (plus précisément la végétation) propres à cette station.

Ce qui ressort de cette distribution est la disponibilité d'une végétation dense, d'abris et d'humidité. Cependant, la présence de certaines espèces de Reptiles est directement liée à la présence ou à l'absence d'habitats spécifiques pour des activités vitales telles que la nidification, l'hibernation, l'estivation, la recherche de nourriture, la résidence des adultes et la dispersion terrestre (ALI et *al.*, 2018).

MEBARKI (2012), a révélé que les activités agricoles et l'humidité du sol jouent un rôle dans la répartition de l'herpétofaune, alors que les variables géomorphologiques et l'action de l'homme sont les paramètres qui influent directement sur la distribution des espèces dans l'espace (MOUANE, 2010).

Article 1

**Biogeography, inventory and new data on
reptiles of M'sila region, Algeria**

BIOGEOGRAPHY, INVENTORY AND NEW DATA ON REPTILES OF M'SILA REGION, ALGERIA

Hadj Aissa Benelkadi^a, Adel Mammeri^{b*} and Mansour Amroun^a

^aDepartment of Agronomic Sciences, Faculty of Biological Sciences and Agronomic Sciences, University of Tizi Ouzou, PB 15017, Tizi Ouzou 015000, Algeria

^bDepartment of Agronomic Sciences, Faculty of Sciences, University of M'sila, PB 166, M'sila 028000, Algeria

*Corresponding author. Email: adel.mammeri@univ-msila.dz

Article history

Received: 2 August 2021;
accepted: 17 September 2021

Keywords:

Reptile inventory; M'sila;
habitat loss; threatened
species

Abstract. This study is the first contribution to the evaluation of reptile diversity in different habitats of M'sila region, Algeria. We carried out 94 trips between 2016 and 2018 across three sites: Mergueb (six stations), L'mhazem (three stations) and Kaf Afoul (two stations), on average, accompanied by prospectors. Our aims were to make an inventory of reptilian species in this region, as well as to study their diversity, distribution, ecology and abundance. Altogether, we recorded 193 specimens belonging to 22 species: two turtles, one amphisbaenian, twelve lizards and seven snakes. Two species classified as Near Threatened by the IUCN were recorded: *Uromastix acanthinurus* (Bell, 1825) and *Daboia mauritanica* (Duméril & Bibron, 1848). Statistical analysis revealed that the type of habitat directly influences the distribution of reptiles in the study area. Although this small area is rich in reptilian species, their abundance remains low and worrying.

INTRODUCTION

Herpetofaunal species are among the most threatened vertebrates in the world (Stuart et al. 2004) suffering massive declines due to habitat loss and degradation, pollution and climate change (Musah et al. 2019). In 2017, there were 10,450 recorded reptile species (Uetz et al. 2017), of which 398 are distributed throughout the Mediterranean basin, most of which are endemic (Çiçek and Cumhuriyet 2017).

According to a study by Bush et al. (2014), international trade in exotic animals is a significant and growing factor in biodiversity loss, and often undermines the required standards of animal welfare and level of threat and legal protection of traded species. Furthermore, Fofopoulou et al. (2011) suggest that recent climate change has resulted in a poleward shift in the distribution of many reptile species. More recently, in the same context, Carter et al. (2021) report that reptiles, whose sex determination is temperature-dependent, are particularly vulnerable to even small-scale variation in incubation conditions and are a model system for studying the impacts of temperature changes on physiological traits. In a large-scale survey, Böhm et al. (2016) found that 80.5% of reptile species were highly sensitive to climate change, mainly due to habitat specialisation, while 48% had low adaptive capacity, and 58% high exposure. According to the same authors, 22% of the species assessed were highly vulnerable to climate change. Nevertheless, some recent studies report that 70% of all tortoise species are on the verge of extinction due to human influence (Stanford et al. 2020; Graciá et al. 2020).

Reptiles are the only group without a complete analysis of biogeography in The Afro-Arabian region, and the Maghreb region comprises one of the most important biogeographic zones linking the continents (Soultan et al. 2020). Despite this, few studies have focused on understanding its endemic fauna (Soultan et al. 2020).

Algeria's particular geographical position at the biogeographical crossroads between the Mediterranean, Saharan-Sindian and Ethiopian regions, its large surface area of 2,381,741 km², the ambitions of this country to protect its natural heritage, the various biodiversity hotspots that this country contains and all the gaps in knowledge of biodiversity make this country a very interesting case study for the herpetofauna. Especially that it is one of the least studied Maghreb countries in terms of reptile ecology (Bons and Geniez 1996; Schleich et al. 1996; Beddek 2017). According to Cox et al. (2006) and Bouazza et al. (2021), Algeria, Egypt and Morocco contain the highest herpetological diversity in the Mediterranean basin.

The first elements concerning knowledge of the herpetological fauna of Algeria appeared during the late 18th century, with the first notes by Shaw (1738), Poiret (1789), Rozet (1833), Gervais (1835, 1836, 1844), Guichenot (1850), Tristram (1859), Strauch (1862) and Boulenger (1891). At the beginning of the 20th century, Doumergue (1901) published a very important work entitled "Essay on the herpetological fauna of Orania", which remains a reference on the subject for many species, and in which several notes overall of Algeria are included.

At the end of the 20th century, Le Berre (1989) dedicated a section to the herpetofauna of Algeria, followed by

an important book on the herpetofauna of North Africa entitled “Amphibians and Reptiles of North Africa” (Schleich et al. 1996). Nevertheless, this remains insufficient compared to the large area of the country, as well as to the richness and diversity of ecosystems in Algeria. To this day, few studies are published in this context: Rouag and Benyakoub 2006; Mamou 2011; Rouag 2012; Mamou et al. 2014; Dellaoui et al. 2015; Mamou and Marniche 2016; and Ferrer et al. 2016. However, when mapping the distribution of the sampling effort in Algeria, it turned out that most of the herpetofauna in the country is not at all or very little explored (Beddek 2017).

Apart from the still widespread practice of killing anything remotely resembling a snake, the factors contributing to the depletion of Algeria's herpetofauna are far more serious and numerous (Rouag 2012). The lack of information about these threats, coupled with the predicted rising of human population density in Africa, would increase the risk of extinction of African reptile species (Jordaan 2019). According to Soultan et al. (2020) many previous works (Rodrigues et al. 2015; Brito et al. 2016) confirm that analyses at smaller spatial scales allow a better identification of important conservation areas that might not be identified at large scales. Therefore, the main objective of this study is to know the biogeographical diversity of reptiles in the Mergueb nature reserve and its surroundings located in the territory of the M'sila region, which is almost totally unknown.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The region of M'sila is located in the northeast of Algeria (Figure 1), in the middle arid bioclimatic zone with a cold

winter according to Emberger's rainfall quotient ($Q_2 = 15.62$). Its wettest month is September with an average rainfall of 25.6 mm, while July is the least rainy month with an average rainfall of 3.75 mm. January is the coldest month, with an average minimum temperature of 8.41°C; however, July is the hottest month, with an average maximum temperature of 31.11°C (Adjabi et al. 2019).

Sampling sites

Three study sites were chosen, located 150 km south of Algiers on National Road N°8, in the northern limit of the wilaya of M'sila and at the limits of the wilayas of Médéa and Bouira (Figure 1).

From these 3 sites, 11 stations were selected, based on differences in exposure, altitude, soil type and vegetation. The 3 sites show the following characteristics (Figure 2):

Mergueb (6 stations): it is a nature reserve located in the high steppe plains region, with a northern latitude of 35°36' and an eastern longitude of 03°56', in the west of the wilaya of M'sila, at an average altitude of 620 m, and with a surface area of 16481 ha.

L'mhazem (3 stations): it represents a mountain which owes its name to its top which resembles a belt, located in the west of the wilaya of M'sila, in the southern administrative limit of the wilaya of Bouira, at an average altitude of 941.5 m, with a northern latitude of 35°54' and an eastern longitude of 04°00'. This Mountain constitutes the northern limits of the steppe rangelands, beyond which begins the Atlas Tellien massif.

Kaf Afoul (2 stations): it is another mountain located in the limit of the wilaya of Médéa at 120 km west of the wilaya of M'sila, it has an average altitude of 769.2 m,

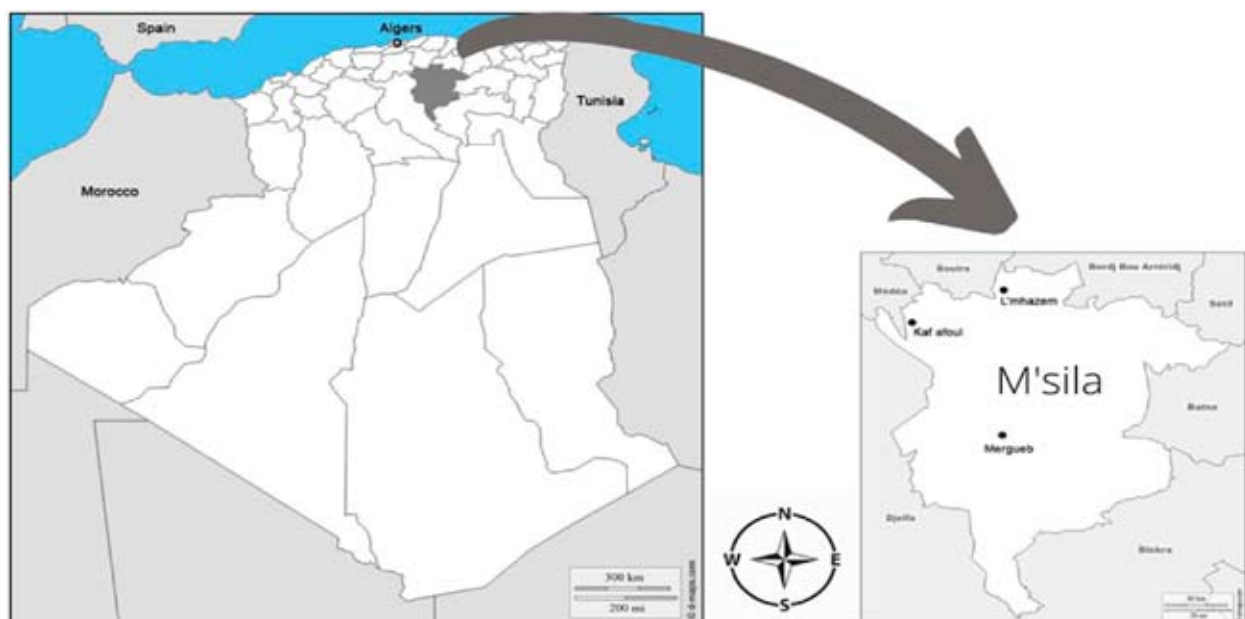


Figure 1. Geographical location of the wilaya of M'sila and distribution of study sites.



Figure 2. Study sites: Mergueb (A), L'mhazem (B), and Kaf Afoul (C).

a northern latitude of 35°54' and an eastern longitude of 03°34'. This mountain also constitutes the northern limits of the steppe areas, beyond which the massif of the Atlas Tellien begins.

It was found that the selected sites consisted mainly of 5 different habitats that could be suitable shelters for reptile life. Thus, the dominant plant species were recorded and their coverage was visually assessed as a percentage of the ground surface (Incorvaia 2005):

Mountain ridge (MR): more or less flat and fragmented rocky slabs, with vegetation cover reaching up to 40% and composed mainly of clumps of *Pituranthos scoparius*, *Alyssum montanum*, *Sedum caeruleum* and *Astragalus armatus*.

Mountain bottom (MB): less covered than the MR, the soil is very uneven and rocky; the different species of the genus *Stipa* are found here.

Hamada (HM): this term refers to a horizontal rocky plateau surrounded by well-marked cliffs, which give them the appearance of gigantic tables. The HMs are characterised by an abundance of bare, wind-worn and polished rock, with very sparse vegetation cover.

Daya (DY): DYs are closed basins of limited extent found in flat land. They are visible to any observer because they form patches of vegetation on the bare surface of the HMs. They vary greatly in diameter; from a few metres to exceptionally a few kilometres. The bottom of the DYs is clogged with clay, silt and gravel, and the pools that form after rainfall are quite long-lasting. Water infiltrates slowly, so the soil remains wet for a long time. This environment is often used for cereal cultivation and grazing, and the average vegetation cover is sometimes as high as 50%. The DY is mainly made up of xerophytic and halophytic plants, especially: *Artemisia herba-alba*, *Salsola vermiculata*, *Zizyphus lotus*, *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus* and *Stipa tenacissima*.

Wadi bed (WB): this term refers to a watercourse with intermittent flow. It is a humid environment and well covered by plants, notably *Zizyphus lotus*, *Anabasis articulata* and *Atriplex halimus*.

Survey methods

Sampling reptiles does not require a lot of equipment, as subtlety, speed, attention and courage are more effective. So for our study, perhaps the simplest AR (Rapid assessments of reptile diversity) technique for reptiles is the 'visual survey by encounter' (VES), (Crump and Scott 1994; Guyer and Donnelly 2012; see Das 2016). However, most of the time we only used our hands, with the exception of a few sticks or a small shovel to dig a burrow. This technique is therefore preliminary and does not make it possible to claim an exhaustive investigation (Delzons et al. 2015).

We carried out the study during two years, between March 2016 and February 2018. On average, 2 trips were made per month, always accompanied by 2 to 3 prospectors. Thus, a total number of 94 outings were made, with a duration ranging from 2 to 4 h per trip: 18 outings for the MR, 16 for the MB, 30 for the DY, 9 for the WB, and 21 for the HM.

The best time for the different trips was in the morning. An identification document was filled in after capture or observation of each specimen, whether dead or alive or skin remains. Specimens were identified using determination keys of Schleich et al. (1996), Venchi and Sindaco (2006), Trape et al. (2012) and Geniez (2012).

Exploitation indices of the collected data

The results were analysed using the following indices:

Ecological indices of structure

Abundance frequency (FrqAb): $FrqAb = (ni/N) \times 100$

- ni: number of individuals of a given species in each habitat.
- N: number of individuals of all species in each habitat.
- Occurrence frequency (FrqOcc):** $FrqOcc = (pi/P) \times 100$
- pi: number of outings including a given species in each habitat.
- P: total number of outings in each habitat.

Ecological indices of population diversity

Total specific richness (S): defined as the total number of species recorded during all outings (P) for each habitat.

Mean specific richness (Sm): this is the ratio of (S) to all outings (P) towards each habitat: $Sm = S/P$.

Shannon diversity index (H'): best expresses the diversity of a population. It coordinates both abundance and species richness (Gray and Kennedy 1994): $H' = - \sum (ni/N) \log_2(ni/N)$.

Equitability index (E): obtained by relating the observed diversity to the maximum theoretical diversity ($H'_{max} = \log_2 S$): $E = H' / H'_{max}$.

Sorensen's Index (SI): in order to be able to state the similarity that exists in the composition of reptile populations in space: $SI = C / (S1 + S2)$;

S1: number of species found in habitat 1;

S2: number of species found in habitat 2;

C: number of species found simultaneously in both habitats (1 and 2).

Statistical analysis: In order to know if the type of habitat influences the distribution of reptilian species in the study region, we used the Factorial Correspondence Analysis (FCA) method. The objective of using FCA is to analyze the link existing between the types of habitat with the reptilian species in our study. This method was applied using SPSS version 20 software.

RESULTS

Out of a total of 193 specimens, we were able to identify 22 species of reptiles divided into two orders (Chelonii and Squamata), 4 suborders (Chelonia, Amphisbaenia, Sauria and Ophidia), 13 families and 21 different genera, distributed on an approximate area of 70,000 ha.

Twenty of the identified species (90.48%) belong to the order Squamata. These are divided into 11 families (Trogonophiidae, Chamaeleonidae, Scincidae, Lacertidae, Gekkonidae, Agamidae, Varanidae, Lamprophiidae, Colubridae, Viperidae and Boidae). The order Chelonii was poorly represented with only two species (9.09%) in two families (Testudinidae and Geoemydidae) (Table 1).

Biogeographical status, protection and trophic categories

The biogeographical and trophic status of the species recorded is defined according to Schleich et al. (1996) (Table 2).

Table 1. Taxonomic classification of inventoried reptile species in the study area.

Class	Order	Sub-order	Family	Species
Reptilia	Chelonii	Chelonia	Testudinidae	<i>Testudo graeca</i>
			Geoemydidae	<i>Mauremys leprosa</i>
	Squamata	Amphisbaenia	Trogonophiidae	<i>Trogonophis wiegmanni</i>
			Chamaeleonidae	<i>Chamaeleo chamaeleon</i>
		Sauria	Scincidae	<i>Chalcides mertensi</i> <i>Chalcides ocellatus</i>
			Lacertidae	<i>Mesalina olivieri</i> <i>Acanthodactylus erythrurus</i> <i>Psammodromus algirus</i>
			Gekkonidae	<i>Tarentola mauritanica</i> <i>Stenodactylus sthenodactylus</i>
			Agamidae	<i>Agama impalearis</i> <i>Uromastix acanthinurus</i> <i>Trapelus mutabilis</i>
			Varanidae	<i>Varanus griseus</i>
			Ophidia	Lamprophiidae
		Colubridae		<i>Hemmorhois hippocrepis</i> <i>Spalerosophis dolichospilus</i>
		Viperidae		<i>Daboia mauritanica</i> <i>Cerastes cerastes</i>
	Boidae	<i>Eryx jaculus</i>		

Table 2. Biogeographical, protection status and trophic categories of reptile species recorded in the study area.

Species	Biogeographical status	Trophic category	IUCN Red List classification
<i>Testudo graeca</i> *	Maghrebin	H	LC
<i>Mauremys leprosa</i> *	Ibero-Maghrebin	C	LC
<i>Trogonophis wiegmanni</i>	Maghrebin	I	LC
<i>Chamaeleo chamaeleon</i> *	Mediterranean	I	LC
<i>Chalcides mertensi</i>	North-African	I	LC
<i>Chalcides ocellatus</i>	Saharo-Sindian	I	LC
<i>Mesalina olivieri</i>	Saharan	I	LC
<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	Ibero-Maghrebin	I	LC
<i>Psammodromus algirus</i>	Ibero-Maghrebin	I	LC
<i>Tarentola mauritanica</i>	Mediterranean	I	LC
<i>Stenodactylus sthenodactylus</i>	Saharan	I	LC
<i>Uromastix acanthinurus</i> *	Saharan	H	NT
<i>Trapelus mutabilis</i> *	Saharan	I	LC
<i>Agama impalearis</i> *	Maghrebin	I	LC
<i>Varanus griseus</i> *	Saharo-Sindian	C	LC
<i>Malpolonmon spessulanus</i>	Mediterranean	C	LC
<i>Psammophis schokari</i>	Saharo-Sindian	C	LC
<i>Spalerosophis dolichospilus</i>	Maghrebin	C	DD
<i>Hemmorhois hippocrepis</i>	Ibero-Maghrebin	C	LC
<i>Daboia mauritanica</i>	Maghrebin	C	NT
<i>Cerastes cerastes</i>	Saharan	C	LC
<i>Eryx jaculus</i>	Saharan	C	LC

* Species protected by Algerian legislation:
 – Decree No 83–509 of 20 August 1983 relating to protected non-domestic animal species,
 – Presidential Order No 06–05 of 15 July 2006 relating to the protection and preservation of certain animal species threatened with extinction.
 LC: Least Concern; NT: Near Threatened; DD: Data Deficient; I: Insectivore; C: Carnivore; H: Herbivore.
 Ibero: Ancient people of Western Europe.
 IUCN: International Union for Conservation of Nature.

The 22 species of reptiles sampled show a clear dominance of the biogeographical categories: Saharan (27.27% with 6 species) and Maghrebian (22.73% with 5 species), followed by the moderately represented Ibero-Maghrebian (18.17% with 4 species), Mediterranean and Saharo-Sindian (13.64% with 3 species each), followed by the North African (4.55% with one species). The species were grouped into the following trophic categories (Table 2): insectivores (50%; 11 species), carnivores (40.91%; 9 species), and herbivores (9.09%; 2 species).

Table 3. Distribution by habitat of inventoried reptile species in the study area.

Species	Habitats				
	MR	MB	DY	WB	HM
<i>Testudo graeca</i>	1	5	63	4	2
<i>Mauremys leprosa</i>	0	0	0	3	0
<i>Eryx jaculus</i>	0	0	1	0	0
<i>Chamaeleo chamaeleon</i>	1	0	0	0	0
<i>Chalcides mertensi</i>	0	0	1	0	0
<i>Chalcides ocellatus</i>	0	6	6	8	3
<i>Mesalina olivieri</i>	0	0	3	0	0
<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	0	0	3	0	0
<i>Psammodromus algirus</i>	40	0	0	0	0
<i>Tarentola mauritanica</i>	3	0	0	0	0
<i>Stenodactylus sthenodactylus</i>	0	0	2	0	2
<i>Uromastix acanthinurus</i>	0	2	1	0	0
<i>Trapelus mutabilis</i>	0	2	4	0	7
<i>Agama impalearis</i>	0	0	0	0	2
<i>Varanus griseus</i>	0	0	4	0	0
<i>Malpolon monspessulanus</i>	0	0	0	1	0
<i>Psammophis schokari</i>	0	0	0	1	0
<i>Spalerosophis dolichospilus</i>	0	0	0	2	0
<i>Hemmorhois hippocrepis</i>	0	2	0	2	0
<i>Daboia mauritanica</i>	1	1	0	0	0
<i>Cerastes cerastes</i>	0	0	3	0	0
<i>Trogonophis wiegmanni</i>	0	0	1	0	0
Total	46	18	92	21	16
	193				

MR: Mountain ridge; MB: Mountain bottom; HM: Hamada; DY: Daya; WB: Wadi bed.

Spatial distribution

Table 3 reports the distribution across habitats of the 193 reptilian individuals recorded.

The *DY* had the highest number of counted individuals with a rate of 47.67% and 12 different species. The species counted were characteristic of this biotope and they were dominated by *Testudo graeca*.

The *MR* came second according to the richness of reptile specimens with a rate of 23.83% and 5 different species. *Psammodromus algirus* was dominant. *Tarentola mauritanica* was also found there.

The *WB*, which is a wetland, came third, showing a rate of 10.88% with 7 different species.

MB occupied the penultimate position with a rate of 9.33% and 6 different species.

The *HM* was the poorest habitat with only 5 recorded species, with a rate of 8.29%. *Trapelus mutabilis* was the dominant species with 7 specimens.

Community structure

The calculation of abundance and occurrence frequencies in percentages for the various families recorded ac-

Table 4. Abundance frequencies (%), occurrence frequencies (%) and constancy scale (Sca) of the different recorded reptile families according to habitat types.

Family	MR			MB			DY			WB			HM		
	Frq Ab %	Frq Occ %	Sca	Frq Ab %	Frq Occ %	Sca	Frq Ab %	Frq Occ %	Sca	Frq Ab %	Frq Occ %	Sca	Frq Ab %	Frq Occ %	Sca
Testudinidae	2.17	5.56	V Acd	27.78	12.5	Acd	68.48	53.33	C	19.05	33.33	Acc	12.5	9.52	V Acd
Geomyiidae	0	0	-	0	0	-	0	0	-	14.29	11.11	Acd	0	0	-
Boidae	0	0	-	0	0	-	1.09	3.33	V Acd	0	0	-	0	0	-
Chamaeleonidae	2.17	5.56	V Acd	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Scincidae	0	0	-	33.33	25	Acc	7.61	16.66	Acd	38.10	33.33	Acc	18.75	14.29	Acd
Lacertidae	86.96	55.56	C	0	0	-	6.52	16.67	Acd	0	0	-	0	0	-
Gekkonidae	6.52	11.11	Acd	0	0	-	2.17	3.33	V Acd	0	0	-	12.5	9.52	V Acd
Agamidae	0	0	-	22.22	25	Acc	5.44	16.67	Acd	0	0	-	56.25	28.57	Acc
Varanidae	0	0	-	0	0	-	4.35	6.67	V Acd	0	0	-	0	0	-
Lamprophiidae	0	0	-	0	0	-	0	00	-	9.52	22.22	Acd	0	0	-
Colubridae	0	0	-	11.11	12.5	Acd	0	0	-	19.04	44.44	Acc	0	0	-
Viperidae	2.17	5.56	V Acd	5.56	6.25	V Acd	3.26	6.67	V Acd	0	0	-	0	0	-
Trogonophiidae	0	0	-	0	0	-	1.09	3.33	V Acd	0	0	-	0	0	-

MR: Mountain ridge; MB: Mountain bottom; HM: Hamada; DY: Daya; WB: Wadi bed
 (-): Absence; Ab: Abundance Frequency; Occu: Occurrence Frequency; Sca: Constancy scale; C: Constant; Acc: Accessory; Acd: Accidental; V Ac: Very accidental.

ording to habitats gives us an overview of the numerical importance of the various species recorded (Table 4).

In the MR, the most abundant family was found to be Lacertidae with a rate of 86.96%; thus, individuals of *Psammodromus algirus* were easily detectable under clumps of plants. The families with low abundances were: Gekkonidae (6.52% of *Tarentola mauritanica*) and even less abundant Testudinidae, Chamaeleonidae and Viperidae (*Daboia mauritanica*), all with a rate of 2.17% (Table 4).

In the DY, considered the richest habitat for reptiles, Testudinidae was the most abundant family with a rate of 68.48%; it was also easy to encounter the Greek tortois *Testudo graeca* there. The families Scincidae, Lacertidae and Agamidae (respectively 7.61%, 6.52% and 5.44%) were accidentally abundant, while other families such as Boidae, Gekkonidae, Varanidae, Viperidae and Trogonophiidae were present but very accidentally.

The WB, considered a humid habitat, was thus favourable for 5 families with occurrence frequencies alternating between accessory for Scincidae (38.10%), Testudinidae (19.05%) and Colubridae (19.04%), and accidental for Geoemydidae (14.29%) and Lamprophiidae (9.52%).

The environments that were poor in reptile species were the habitats of MB and HM; apart from their stony and rocky nature, they were dry and sparsely covered with vegetation. The Agamidae (22.22% and 56.25%, respectively) were the most abundant, followed by the Scincidae (33.33% and 18.75%, respectively), and to a lesser degree the Testudinidae (27.78% and 12.5%, respectively).

Richness, diversity and equi-repartition of the inventoried populations

To characterise the specific diversity of the reptile populations sampled by habitat, we calculated the following ecological parameters (Table 5).

The highest value of total richness was noted in the DY with 12 species. The WB was represented by 7 species, while the lowest total richness value was observed in the HM and MR environments with 5 species each. The highest value of average richness was noted in the

Table 5. Total species richness (S), mean specific richness (Sm), Shannon diversity index (H') and equi-repartition (E) according to habitats types.

	MR	MB	DY	WB	HM
S	5	6	12	7	5
Sm	0.28	0.38	0.40	0.78	0.24
H'	0.79	2.33	1.84	2.45	2.10
E	0.34	0.90	0.53	0.87	0.90

MR: Mountain ridge; MB: Mountain bottom; HM: Hamada; DY: Daya; WB: Wadi bed.

WB environment with 0.78 species followed by the DY environment with 0.40 species, and the lowest value was in the HM environment with 0.24 species. The values of the Shannon diversity index varied between 0.79 and 2.45 for all habitats, and all environments were more or less diverse except for the MR environment where the lowest value of 0.79 was recorded. The values of the equitability index (equi-repartition) according to the habitats tended towards 1 and varied between 0.34 and 0.90, which indicates a certain balance between the populations except for the MR (Table 5).

Spatial similarity of the studied populations

Sorensen's index is a very simple measure of the similarity of populations, ranging from 0, when there are no common species between the two communities studied, to 1, when the same species exist in both communities. The values obtained between each two habitats are shown in Table 6.

Table 6. Sorenson's similarity index (%) among the habitats of the study area.

	MR	MB	DY	WB	HM
HM	10.00	27.27	23.53	16.67	100%
WB	08.33	23.08	10.53	100%	
DY	05.88	22.22	100%		
MB	18.18	100%			
MR	100%				

MR: Mountain ridge; MB: Mountain bottom; HM: Hamada; DY: Daya; WB: Wadi bed.

Distribution of reptilian species according to habitats

For the FCA analysis, the eigenvalues of axis 1 (0.958) and axis 2 (0.502) indicate that there is a significant dependence between rows and columns (Table 7). Thus, there is a significant difference between the habitats and the reptile distribution. Figure 3 shows the distribution of species and habitats according to stations. The inertia is expressed on axis 1 (47.5%) and axis 2 (24.9%); the information on the two main axes shows the spatial effect on the distribution of reptiles. Axis 1 only appears in the MR habitat in a positive position, while axis 2 appears in a positive position for the DY habitat and then

Table 7. Values of axes resulting from the FCA analysis.

Dimension	Inertia	Proportion of inertia (%)	
		Explained	Cumulated
1	0.958	47.5	47.5
2	0.502	24.9	72.4
3	0.396	19.7	92.1
4	0.160	7.9	100

in a negative position for the HM, MB and WB habitats. Thus, there are four groups according to the reptile composition of the studied environments (Table 7).

Group 1 corresponds to the MR habitat, whose characteristic species are *Psammodromus algirus*, *Tarentola mauritanica* and *Chamaeleo chamaeleon*.

Group 2 represents the most species-rich habitat that is DY, where the presence of humidity and dense and varied vegetation is an essential factor for the development of *Testudo graeca*, *Mesalina olivieri*, *Acanthodactylus erythrurus*, *Stenodactylus sthenodactylus*, *Varanus griseus*, *Eryx jaculus*, *Chalcides mertensi*, *Trogonophis wiegmanni* and *Cerastes cerastes*.

Group 3 consists almost entirely of two similar habitats, namely HM and MB (rocky and stony environments), which are the least rich in species, with only 3 species: *Trapelus mutabilis*, *Agama impalearis* and *Uromastyx acanthinurus*.

Group 4 represents the WB habitat hosting the following species: *Hemmorhois hippocrepis*, *Spalerosophis dolichospilus*, *Psammophis schokari*, *Mauremys leprosa* and *Malpolon monspessulanus*.

There is a linkage through some species that do not strictly belong to any group, in this case the MB habitat of *Group 3* and *Group 1* (*Daboia mauritanica*) and the MB habitat of *Group 3* and *Group 4* (*Chalcides ocellatus*).

DISCUSSION

The usefulness of this study is justified by the lack of data on reptiles in M'sila region, in addition to the fact that its ecosystems are under intense anthropic pressure which is constantly aggravating the situation. The impact of desertification caused the disappearance of certain species such as *Uromastyx acanthinurus* and *Daboia mauritanica*, whose conservation status is becoming almost threatened according to the IUCN.

This inventory is not exhaustive, but it can give a general view of the reptile fauna in the study area, while awaiting comparable, more extensive studies involving other habitats. Comparatively, in the Aurès massif (eastern Algeria), a much higher number of 41 species of reptiles were recorded (Chirio and Blanc 1997). On the coast, in the El Kala National Park (north-east Algeria), Rouag and Benyakoub (2006) recorded 17 species of reptiles over an area of 76438 ha. In the south of Kabylie (north-central Algeria), Mamou et al. (2014) recorded 18 species of reptiles. In the region of Tiaret and Chlef (north-west Algeria), Ferrer et al. (2016) recorded 22 species of reptiles. According to Rouag (2012), two major biogeographical entities can be distinguished in Algeria: Mediterranean (42%) and Saharan (34%). However, the dominant biogeographical elements in M'sila region are the Saharan entities followed by the Maghrebian ones, then the least

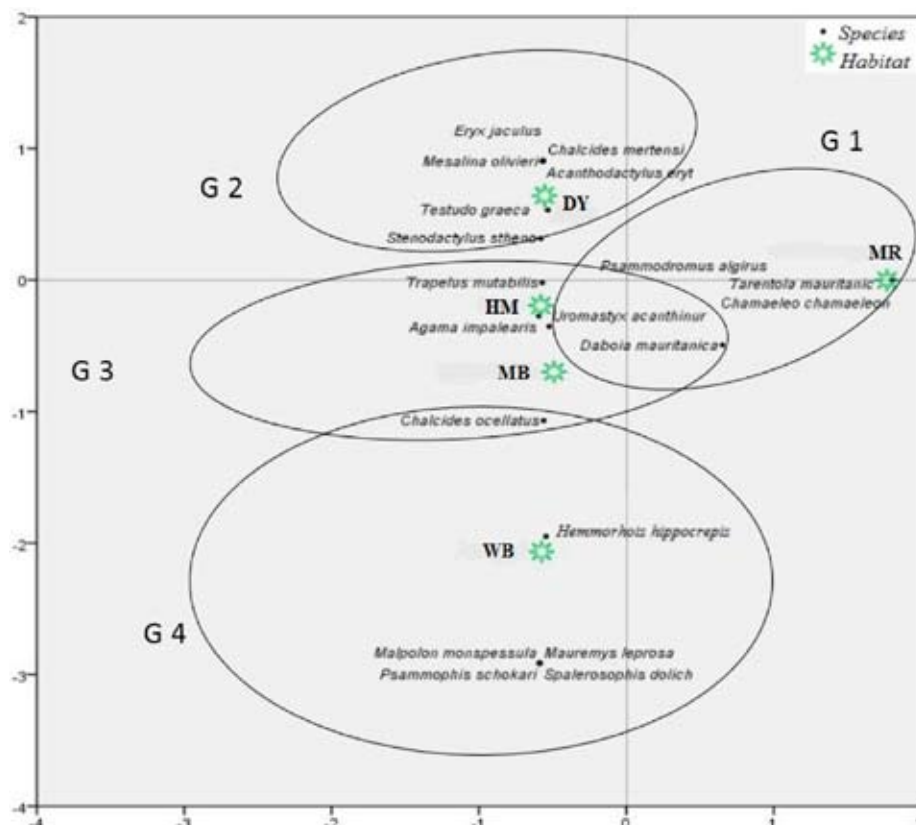


Figure 3. Factorial correspondence analysis by habitats of the study area. MR: Mountain ridge; MB: Mountain bottom; HM: Hamada; DY: Daya; WB: Wadi bed.

present are the Mediterranean and the North African entities which tend to retreat towards the northern, more humid biotopes. The results of the above research and the distribution of reptiles, established by Rouag (2012), confirm that the region of the present study belongs to the northern entity of the country. This entity, which extends from the coast to the southern limits of the Saharan Atlas, is thought to contain between 20 and 30 species of reptiles. Furthermore, it appears that out of a total of 80 reptile species recorded in Algeria (Rouag 2012), our study region shelters 27.5% of species.

Most Mediterranean reptile species are lizards (67%) and snakes (27%) (CEPF 2017). Rouag (2012) reported similar values for Algeria concerning lizards (63%) and snakes (31%). This corroborates with our results, since lizards are the most represented reptiles in the study area with 54.5% (12) of species, followed by snakes with 31.8% (7) of species and turtles with 9% (2) of species.

It seems that the region of the present study is a transition zone between the steppe (medium arid climate) and the Tell (mountainous region with a lower semi-arid bioclimate). It is seriously threatened by desertification due to a very high anthropic pressure (Beddek 2017). The majority of reptile species listed are specific to territories with an arid climate, which is characterized by strong heat surges and lower humidity levels. This is what reinforces our finding about the desertification of the study region. According to Dreux (1980), temperature is a major factor influencing the geographical distribution of animal species. In addition, amphibians and reptiles are expected to be particularly sensitive to climate change due to their ectothermy (Beddek 2017).

In terms of trophic categories, insect-eating reptiles dominate and herbivores are poorly represented, as most lizards feed on insects (Schleich et al. 1996). The category of carnivores is in second place with 9 species, almost all of which are snakes, and which feed mainly on lizards and small mammals, especially rodents (Gruber 1992). It is interesting to note the presence of 7 protected species in Algeria, including two species that are Near Threatened according to the IUCN.

It is noted that the DY habitat contains the highest number of species and individuals captured (lizards and tortoises), with a clear dominance of *Testudo graeca*. It is suggested that the dominance of *Testudo graeca* in the DYs is due to the effect of the large size of this species and the poor ground cover, allowing its easy tracking compared to other reptilian species. Although DYs as habitats would provide a rich and diverse fauna and flora for reptile feeding, some researchers believe that their conservation status according to IUCN has worsened, especially for *Testudo graeca*, due to habitat loss and fragmentation (Graciá et al. 2020).

The MR habitat is mainly a favourable habitat for *Psam-*

modromus algirus, one of the most common Mediterranean Lacertids (Bouam et al. 2016). In Algeria, this reptile is reported much more in the mountains with Mediterranean and Saharan climatic influences (Djurdjura and Belezma), at more than 1000 m from sea level (Mamou and Marniche 2016; Bouam et al. 2016). It reaches 2500 m in the Moroccan Atlas and only 1500 m in the Pyrenees. It is found at high densities where there is a significant shrub cover (Pleguezuelos et al. 2002).

The MB is a bright, sunny place with rocky and stony slopes, creating a favourable environment for *Uromastyx acanthinura* and *Daboia mauritanica*. The “La Fouette queue” is well known in the Sahara, this lizard occurs in all rocky and stony areas (Le Berre 1989), similar to another species of the same genus: *Uromastyx ocellata*, reported in Egypt in the mountains and at the foot of hills, where it inhabits gorges and rocks and which could be attributed to the terrestrial petrodophilic ecological type (Milto et al. 2019).

The Maghreb viper occupies most of the territory of Morocco, northern Algeria, Tunisia and north-western Libya, with a specific presence in northern Western Sahara (Barnestein et al. 2014). It appears to be the most generalist species in terms of habitat selection, as this snake is found both in the coastal environment, where it shares habitat with *Bitis arietans*, and in the more arid inland environments, where it can coexist with *Cerastes cerastes* and possibly *Echis leucogaster* (Del Marmol et al. 2019).

The WB is a more or less homogeneous habitat regarding the presence of the different types of reptiles, since turtles, lizards and snakes are found in it. Wadis, small streams with clear water and rocky bottoms, ponds with muddy bottoms and mountain torrents are the favourite habitats of *Mauremys leprosa* (Fretey 1987). This species is therefore very water-linked, but inland it seems to be becoming rarer, existing in small populations in permanent Wadis (Rouag 2012). *Chalcides ocellatus* also prefers this humid habitat, similar to our study area, and can be found elsewhere in Algeria around lakes and in humid forests such as the “subéraie et zenaie” of the El Ghorra massif where the thickness of the litter is important (Rouag 2012).

Lamprophiidae and Colubridae also prefer this environment (WB), notably *Malpolon monspessulanus* and *Hemmorhois hippocrepis*, two Mediterranean snakes that are found in sympatry, as has already been reported in the Aurès massif in the east of the country (Chirio and Blanc 1997). The *Zizyphus lotus* and *Tamarix africana* formations in the WB constitute a favourable refuge for small rodents, birds and lizards, which are essential for the feeding of these large snakes.

The presence of *Spalerosophis dolichospilus* and *Psammophis schokari* (both Saharan and Saharo-Sindian species) in the WB habitat is further evidence of a tran-

sition between the middle arid and the lower semi-arid climate. They seem to be related to the sandy terrain of temporary or permanent Wadis (Bons 1967).

The degraded and open HM habitat allows a good camouflage for Agamidae thanks to its pebbles and stones. In Algeria, the presence of *Trapelus mutabilis* covers practically the whole Sahara (Rouag 2012). Frequent in the lower arid region, on rocky as well as clayey, indurated or sandy soils (Chirio and Blanc 1997). *Chalcides ocellatus* and *Stenodactylus sthenodactylus* can also be found in this habitat hidden under stones or other debris. The abundance scale reveals that only the Testudinidae family, and more specifically the species *Testudo graeca*, can be found in all types of habitats in the study area (constancy scale: accidental to very accidental). This species is restricted to natural and semi-natural habitats mainly characterised by Mediterranean vegetation and agricultural landscape characterised by very little management (Graciá et al. 2020).

Other families of reptiles are specific to the well distinguished habitat of DYs in the study area, but with a very accidental scale of constancy. They can be easily found in loose or sandy soil, with a more diverse fauna and flora; these are the Boidae *Eryx jaculus*, which prefers dry habitats (rocky or sandy hills), semi-desert coastal areas, dunes, Mediterranean forests, low-growing shrublands and meadows, cultivated fields and olive groves (Christopoulos et al. 2019).

There is also the Trogonophiidae *Trogonophis wiegmanni* which is an amphisbaenian living all its life buried in the ground, but is frequently found under rock (Recio et al. 2019), then, the Varanidae *Varanus griseus* which is considered by some authors as a sand-dwelling species (Aloufi et al. 2019), thus preferring the DY habitat.

The MRs in our study area are also a specific habitat for Chamaeleonidae (abundance scale: very accidental) and a single species of Lacertidae, *Psammodromus algirus* (abundance scale: constant). This species is associated with low shrub cover (Telleria et al. 2011), which justifies the omnipresence of this lizard in the higher elevations of the mountains in our study area, at the feet of plants on sloping rocky slabs and open grasslands away from degraded steppes. The Lamprophiidae (*Malpolon monspes sulanus* and *Psammophis schokari*) are only associated with the WB habitat in the study area, with a scale of consistency: accidental.

It appears that the DY habitat is the most species-rich (12 species/30 trips) compared to the other habitats in our study area, but according to the number of field trips, the average richness puts the WB habitat in first position (7 species/9 trips), which would explain the number of species recorded in few trips.

The Shannon index clearly shows that the DYs and MRs habitats are the least diverse compared to the other

habitats, which would be due to the high relative abundance of *Testudo graeca* in the DY and *Psammodromus algirus* in the MR. In other words, with the exception of these two species, all habitats could be said to have the same diversity. This is confirmed by the equitability index which indicates that in MR and DY the abundance of reptiles is concentrated in two species and that the other habitats (MB, HM, and WB) have more balanced populations of species.

The similarity between habitats is not tangible in the study area, this would be due to the heterogeneity of soil, vegetation cover and altitude. Such heterogeneity is one of the main factors supporting herpetological diversity in Morocco (Avella et al. 2019).

The factorial correspondence analysis shows that the type of habitat has a direct influence on the distribution of reptilian species in our study area (Figure 3). It allowed us to identify four groups according to the environment and their characteristic species. According to Lacoste and Salanon (2001), the microclimate is representative of the climatic conditions that prevail within an ecological station resulting from a more or less pronounced modification of the local climate under the influence of various other factors (topography, soil) as well as the biological constituents (more specifically vegetation) specific to this station.

What stands out in this distribution is the availability of dense vegetation, shelter and moisture. However, the occurrence of some reptilian species is directly related to the presence or absence of specific habitats for vital activities such as nesting, hibernation, aestivation, foraging, adult residence and terrestrial dispersal (Ali et al. 2018).

CONCLUSION

The study area located at the northern edge of the Algerian steppe in M'sila harbours 22 species of reptiles representing about 27.5% of all reptile species recorded in Algeria. In addition to the richness of reptiles in this narrow area, two species classified by IUCN as Near Threatened (*Uromastix acanthinurus* and *Daboia mauritanica*) and one species with insufficient data (*Spalerosophis dolichospilus*) have been recorded.

The relative abundance of reptilian individuals was also noted to be quite low, even worrying, except for *Psammodromus algirus*, which prefers the higher habitats of the mountains, away from anthropological pressures. The alarming destruction of habitats by excessive ploughing of the DYs and overgrazing of the steppe rangelands would be the main causes.

These findings lead us to propose a review of the protection status of certain reptile species in Algerian regula-

tions, notably for: *Eryx jaculus* which appears to be in decline (Cox et al. 2006) and *Trogonophis wiegmanni* which can be used as an indicator species to assess the success of conservation management in Mediterranean bioregions (Soultan et al. 2020). Specialised studies should be conducted to know and quantify the types of illegal commercial acts carried out towards reptiles in Algeria. On the other hand, it becomes essential to regulate the acquisition of exotic animals by citizens as pets or for exhibition purposes. Even more, the competent authorities should give more attention to wild fauna by further strengthening laws in order to preserve natural ecosystems.

It is also recommended to reinforce regional cooperation, exchange of expertise and the amplification of applied research programmes, and as a matter of urgency, the identification and delimitation of bio-regions with a high diversity of reptiles, which would be crucial for the implementation and conduct of conservation plans in a more efficient and easy way. The results obtained from the prospected research would later form a valuable platform for future studies on the continuing impact of climate change on herpetofauna.

ACKNOWLEDGMENTS

Authors acknowledge all the prospectors for their precious help during different sampling campaigns, especially Mr Benhenia Youcef. No funds were obtained to perform the present study.

Dr Mammeri Adel ORCID: 0000-0001-8798-322X

REFERENCES

- Adjabi, A., H. Sidi, R. Bounar, and H. H. R. Naseri. 2019. Floristic distribution according to the edaphic parameters of a Steppe Zone, case of study: The Nature Reserve “El-Mergueb” M’sila, Algeria. *Ekológia (Bratislava)* 38 (4): 336–352. Doi: 10.2478/eko-2019-0025
- Ali, W., A. Javid, A. Hussain, and S. M. Bukhari. 2018. Diversity and habitat preferences of amphibians and reptiles in Pakistan: a review. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 11: 173–187. Doi: 10.1016/j.japb.2018.01.009
- Aloufi, A. A., Z. S. Amr, M. A. Abu Baker, and N. Hamidan. 2019. Diversity and conservation of terrestrial, freshwater, and marine reptiles and amphibians in Saudi Arabia. *Amphibian & Reptile Conservation* 13 (2) [General Section]: 181–202 (e204).
- Avella, I., N. Lucchini, U. Enriquez-Urzelai, F. Corga, and F. Martínez-Freiría. 2019. New records for the reptile fauna of the Tichka plateau (Western High Atlas, Morocco). *Boletín Asoc. Herpetol. Esp.* 30 (2).
- Barnestein, J. A. M., J. P. González De La Vega, and F. Jiménezcazalla. 2014. New appointment for the distribution of *Daboia mauritanica* in the Rif, Morocco. *Bull. Soc. Catalana Herpetologia* 21. Available on <http://soccatherp.org/publicacions/>
- Beddek, M. 2017. Lack of knowledge of biodiversity and conservation biology: the case of herpetofauna of Algeria. *Biodiversity and Ecology*. Montpellier University, 149 pp. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01815962>.
- Böhm, M., D. Cook, H. Ma, A. D. Davidson, A. García, B. Tapley, P. Pearce-Kelly, and J. Carr. 2016. Hot and bothered: Using trait-based approaches to assess climate change vulnerability in reptiles. *Biological Conservation*. Part A. 204: 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.06.002>.
- Bons, J. 1967. Research On the biogeography and biology of Amphibians and Reptiles of Morocco. Doctoral thesis Sciences Nature. Montpellier, CNRS AO 2345, 321 pp.
- Bons, J., and A. Geniez. 1996. *Amphibians and reptiles of Morocco (Western Sahara included): biogeographic atlas*. Spanish Herpetological Association, 320 pp.
- Bouam, I., A. Necer, M. Saoudi, L. Tahar-Chaouch, and F. Khelfaoui. 2016. Diet and daily activity patterns of the lacertid lizard *Psammotromus algirus* (Sauria: Lacertidae) in a semi-arid Mediterranean region. *Zoology and Ecology* 26 (3): 244–252. <http://dx.doi.org/10.1080/21658005.2016.1196989>.
- Boulenger, G. A. 1891. Catalogue of the Reptiles and Batrachians of Barbary (Morocco, Algeria, Tunisia), based chiefly upon the Notes and Collections made in 1880–1884 by M. Fernand Lataste. *Trans. zool. Soc.*, London: 8: 93–164.
- Bouazza, A., and A. Rihane. 2021. Checklist of amphibians and reptiles of Morocco: taxonomic update and standard Arab names. *Herpetology Notes* 14: 1–14.
- Brito, J. C., P. Tarroso, C. G. Vale, F. Martínez-Freiría, Z. Boratynski, J. C. Campos, S. Ferreira, R. Godinho, D. V. Gonçalves, J. V. Leite, V. O. Lima, P. Pereira, X. Santos, M. J. Ferreira da Silva, T. L. Silva, G. Velantón, J. Veríssimo, P-A. Crochet, J. M. Pleguezuelos, and S. B. Carvalho. 2016. Conservation Biogeography of the Sahara-Sahel: additional protected areas are needed to secure unique biodiversity. *Diversity and Distributions* 22 (4): 371–384. Doi: 10.1111/ddi.12416.
- Bush, E. R., S. E. Baker, and D. W. Macdonald. 2014. Global trade in exotic pets 2006–2012. *Conservation Biology* 28 (3): 663–676. <https://doi.org/10.1111/cobi.12240>
- Carter, A. L., and F. J. Janzen. 2021. Predicting the effects of climate change on incubation in reptiles: methodological advances and new directions. *Journal of Experimental Biology* 224. (Suppl. 1.) jeb236018. doi: 10.1242/jeb.236018.

- CEPF. 2017. Mediterranean Basin Biodiversity Hotspot. *The Critical Ecosystem Partnership Fund*.
- Chirio, L., and C. H. Blanc. 1997. Status and distribution of Reptiles in the Aures massif (Algeria). *Journal of African Zoology* 111 (3): 216–233. www.researchgate.net/publication/281936105
- Christopoulos, A., A.-G. Verikokakis, V. Detsis, I. Nikolaidis, L. Tsiokos, P. Pafilis, and G. Kapsalas. 2019. First records of *Eryx jaculus* (Linnaeus, 1758) from Euboea Island, Greece (Squamata: Boidae). *Herpetology Notes* 12: 663–666.
- Çiçek, K., and O. Cumhuriyet. 2017. Amphibians and Reptiles of the Mediterranean Basin. *Intech Open. Mediterranean Identities, Environment, Society, Culture*: 204–237. DOI: 10.5772/intechopen.70357.
- Cox, N., J. Chanson, and S. Stuart. 2006. *The Status and Distribution of Reptiles and Amphibians of the Mediterranean Basin*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 50 pp.
- Crump, M. A., and N. J. Scott. 1994. Visual encounter surveys. In W.R. Heyer, M. A. Donnelly, R.W. Mc Diarmid, et al. (eds) *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 84–91 pp.
- Das, I. 2016. *Rapid assessments of reptile diversity. Reptile Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*, 241–253 pp.
- Dellaoui, B., M. Beddek, O. Peyre, P. Geniez, B. Allegrini, F. Koudache, and P.-A. Crochet. 2015. Rediscovery of *Acanthodactylus spinicauda* Doumergue, 1901 in Algeria. *Herpetology Notes* 8: 511–515.
- Del Marmol, G. M., B. R. Fernandez, S. Clerc, T. Håkonsen, S. Acierno, and M. Sassoè-Pognetto. 2019. New cases of sympatry between Vipers in southwestern Morocco. *Herpetology Notes* 12: 337–342.
- Delzons, O., Y. Adam, C. Béranger, B. Frochot, J. Gourvil, P. Lecomte, and M. Parisot-Laprun. 2015. *Guide to ecological diagnostic methods for natural environments*. Application aux sites de carrière UNPG, 3 rue Alfred Roll 75849. Paris Cedex p. 17.390 environnement@unicem.fr.
- Doumergue, F. 1901. Essay on the Herpetological fauna of Orania with analytical tables and concepts for the determination of all reptiles and amphibians of Morocco, Algeria and Tunisia. *Bulletin of the Archaeological Geography Society of Oran* XIX à XXI.
- Dreux, P. 1980. *Precise ecology*. Ed. Presses Univ. France (P. U. F.), Paris, 231 pp.
- Ferrer, J., W. Dahmani, M. Ait Hammou, A. S. Camarasa, M. Maatoug, and D. Sanuy. 2016. Contribution to the connection of the herpetofauna of the North Algeria (regions of Tiaret and Chlef). *Butlletí de la Societat Catalana Herpetologia* 23: 44–63.
- Foufopoulos, J., A. Marm Kilpatrick, and A. R. Ives. 2011. Climate Change and Elevated Extinction Rates of Reptiles from Mediterranean Islands. *The American Naturalist* 177 (1): 119–129. DOI: <https://doi.org/10.1086/657624>.
- Fretey, J. 1987. *The reptiles of metropolitan France and satellite islands: Tortoises and Lizards, Snakes, Venomous function France*: Edition Hatier 1: 254.
- Geniez, P. 2012. *Amphibians and Reptiles of France: Key to determination. Ecole Pratique des Hautes Etudes*. Montpellier: Center for Functional and Evolutive Ecology, 16 pp.
- Gervais, P. 1835. Oral communication on the enumeration of some Reptiles sent from Barbary. *Bull. Soc. Sci. Nat. France* 1: 112–114.
- Gervais, P. 1836. Enumeration of some species of reptiles from Barbary. *Annals of natural sciences of Paris* 2 (6): 308–313.
- Gervais, P. 1844. On the vertebrate animals of Algeria. *Annals of Natural Sciences of Paris* 10: 202–208.
- Graciá, E., R. Rodríguez-Caro, M. Ferrández, A. Martínez Silvestre, I. Pérez-Ibarra, R. Amahjour, C. Aranda, H. A. Benelkadi, A. Bertolero, F. Esperón, M. A. Esteve-Selma, S. Fahd, R. Pascual-Rico, A. Perera, B. Pfau, S. Pinya Fernández, X. Santos, A. Segura, M. J. Semaha, and A. Jover. 2020. From troubles to solutions: conservation of Mediterranean tortoises under global change. *Basic and Applied Herpetology* 34: 5–16. DOI: 10.11160/bah.196.
- Gray, R.-D., and M. Kennedy. 1994. Perceptual constraints on optimal foraging; a reason for departures from the ideal free distribution? *Animal Behaviour* 47: 469–471.
- Gruber, U. 1992. *Guide to the Snakes of Europe, North Africa and the Middle East*. Neuchâtel: Ed. Delachaux Et Niestle, 248 pp.
- Guichenot, A. 1850. *Natural History of Reptiles and Fishes. Scientific exploration of Algeria during the 1840s, 1841, 1842*. Zoology. Paris, 144 pp.
- Guyer, C., and M. A. Donnelly. 2012. Visual encounter survey. In R.W. McDiarmid, M. S. Foster, C. Guyer, et al. (eds) *Reptile Biodiversity. Standard Methods for Inventory and Monitoring*. Berkeley, CA: University of California Press, 218–20 pp.
- Incorvaia, G. 2005. Study of potentially limiting factors in the distribution of Fennecs, *Fennecus Zerda*, in South Tunisia. Doctoral thesis in Veterinary Medicine. Claude-Bernard University – Lyon 1. France, 151 pp.
- Jordaan, A. 2019. Geographic distribution and habitat selection in the Berg Adder, *Bitis Atropos* (Serpentes, Viperidae) on the Mpumalanga Escarpment, and the consequences for conservation. Magister dissertation. University of the Free State Bloemfontein, South Africa, 94 pp.
- Lacoste, A., and R. Salanon. 2001. *Elements of biogeography and ecology*. Paris 2: 161–318.
- Le Berre, M. 1989. *Sahara fauna I, Fishes, Amphibians,*

- Reptiles*. Ed. Raymond Chabaud /Le chevalier. Paris. Coll (Terre Africaine), 328 pp.
- Mamou, R. 2011. Contribution to the knowledge of amphibians and reptiles of southern Kabylia (Wilaya of Bouira and Bordj Bou Arreridj). Magister dissertation. University of Tlemcen, Algeria, 138 pp.
- Mamou, R., and F. Marniche. 2016. Diet of *Psammotromus algirus* Linnaeus, 1758 (Reptilia: Lacertidae) in Djurdjura, northern Algeria. *Bulletin of the Herpetological Society of France* 159: 33–46.
- Mamou, R., A. Boissinot, M. Bensidehoum, M. Amroun, and F. Marniche. 2014. Inventory of herpetofauna in southern Kabylia (Bouira and Bordj Bou Arreridj) Algeria. *Ivorian Journal of Science and Technology* 23: 259–273.
- Milto, K. D., S. A. Saber, A. M. Nagy, R. A. Nazarov, D. A. Melnikov, and N. B. Ananjeva. 2019. First report on the Reptile diversity of Wadi El Gemal National Park, Eastern Desert, Egypt. *Russian Journal of Herpetology* 26 (3): 175–184. Doi: 10.30906/1026-2296-2019-26-3-175-184.
- Musah, Y., B. Y. Ofori, and D. K. Attuquayefio. 2019. Herpetofauna community diversity and composition of a changing coastal wetland in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology* 27 (1): 52–65.
- Pleguezuelos, J. M., R. Márquez, and M. Lizana. 2002. *Atlas and Red Book of Amphibians and Reptiles of Spain*. Directorate General for the Conservation of Nature-Spanish Herpetological Association (2nd impression). Madrid, 587 pp.
- Poiret, J. L. M. 1789. *Letters written from ancient Numidia during the years 1785 & 1786, on religion, customs & the walls of the Moors & Arab-Bedouin; with an essay on the natural history of this country*. Paris, Chez J. B. F. Born in La Rochelle. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/69067>.
- Recio, P., G. Rodriguez-Ruiz, J. Ortega, and J. Martin. 2019. PIT-Tags as a technique for marking fossorial reptiles: insights from a long-term field study of the amphibian *Trogonophis wiegmanni*. *Acta Herpetologica* 14 (2): 101–107. DOI: 10.13128/a_h-7747.
- Rodrigues, P., R. Figueira, P. Vaz Pinto, M. B. Araújo, and P. Beja. 2015. A biogeographical regionalization of Angolan mammals. *Mammal Review* 45 (2): 103–116. <https://doi.org/10.1111/mam.12036>.
- Rouag, R. 2012. Biodiversity of Algerian herpetofauna. *Technical report*: 104 pp.
- Rouag, R., and S. Benyacoub. 2006. Inventory and ecology of Reptiles in El Kala National Park. *Bulletin of the Herpetological Society of France* 117: 25–40.
- Rozet, C. A. M. 1833. *Travel to the Regency of Algiers or description of the country occupied by the French army in Africa*. Vol 3. Paris: Arthus Bertrand Librairie, 95 pp.
- Schleich, H. H., W. Kästle, and K. Kabisch. 1996. *Amphibians and Reptiles of North Africa*. Koenigstein: Koeltz Scientific Books, 630 pp.
- Shaw, T. 1738. *Travels, or observations relating to several parts of Barbary and the Levant*. Oxford University Press: Printed at the Theatre.
- Soultan, A., M. Wikelski, and K. Safi. 2020. Classifying biogeographic realms of the endemic fauna in the Afro-Arabian region. *Ecology and Evolution* 10: 8669–8680. DOI: 10.1002/ece3.6562.
- Stanford, C. B., J. B. Iverson, A. G. J. Rhodin, P. P. Van Dijk, R. A. Mittermeier, G. Kuchling, K. H. Berry, A. Bertolero, K. A. Bjorndal, T. E. G. Blanck, K. A. Buhlmann, R. L. Burke, J. D. Congdon, T. Diagne, T. Edwards, C. C. Eisemberg, J. R. Ennen, G. Forero-Medina, M. Frankel, U. Fritz, N. Gallego-García, A. Georges, J. W. Gibbons, S. Gong, E. V. Goode, H. T. Shi, H. Hoang, M. D. Hofmeyr, B. D. Horne, R. Hudson, J. O. Juvik, R. A. Kiestler, P. Koval, M. Le, P. V. Lindeman, J. E. Lovich, L. Luiselli, T. E. M. McCormack, G. A. Meyer, V. P. Páez, K. Platt, S. G. Platt, P. C. H. Pritchard, H. R. Quinn, W. M. Roosenburg, J. A. Seminoff, H. B. Shaffer, R. Spencer, J. U. Van Dyke, R. C. Ö. Vogt, and A. D. Walde. 2020. Turtles and tortoises are in trouble. *Current Biology* 30: 721–735. Available from: <http://reptile-database.org> [Accessed: March 27, 2017].
- Strauch, A. 1862. *An essay on a herpetology from Algeria*. Papers from the Imperial Academy of Sciences *St. Petersburg*, 86 pp.
- Stuart, S. N., J. S. Chanson, N. A. Cox, B. E. Young, A. S. Rodrigues, D. L. Fischman, and R. W. Waller. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science (New York, N. Y.)* 306: 1783–1786. Doi:10.1126/science.1103538.
- Telleria, J. L., J. A. Diaz, J. Perez-Tris, E. De Juana, I. De La Hera, P. Iraeta, A. Salavador, and T. Santos. 2011. Barrier effects on vertebrate distribution caused by motorway crossing through fragmented forest landscape. *Animal Biodiversity and Conservation* 34 (2): 331–340. Available on: <https://www.raco.cat/index.php/ABC/article/view/248925> [Consulta: 16-04-2021].
- Tristram, H. B. 1859. On the Ornithology of Northern Africa. *Ibis* 1 (4): 430.
- Trape, J. F., S. Trape, and L. Chirio. 2012. Lizards, crocodiles and turtles from West Africa and the Sahara. *IRD éditions*, 505 pp.
- Uetz, P., P. Freed, and J. Hošek. 2017. *The Reptile Database*. [Internet]. [Updated: 2017]. Available on: <https://reptile-database.reptarium.cz/>
- Venchi, A., and R. Sindaco. 2006. Annotated checklist of the reptiles of the Mediterranean countries, with keys to specific identification. Part 2 – Snakes (Reptilia, Serpentes). *Annali del Museo Civico di Storia Naturale G. Doria, Genova*, 98: 259–364.

Partie II : Morphométrie de la tortue à éperons
***Testudo graeca whitei* dans la réserve naturelle de**
Mergueb

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

1 - Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei* :

1.1 - Zone d'étude :

Dans notre étude, nous avons effectués une analyse de la morphométrie de la tortue à éperon *Testudo graeca*, dans la réserve naturelle de Mergueb localisée dans la région centrale de M'sila (Nord de l'Algérie).

De toutes les sous-espèces reconnues, l'une des plus distribuées et la plus intéressante pour les études phénotypiques est *T. g. whitei*. La nomenclature de cette sous-espèce a été récemment revisitée, étant *T. g. whitei* attribué à la sous-espèce présente dans le nord de l'Algérie, le nord-est du Maroc et l'Espagne (anciennement *T. g. graeca* ; Turtle Taxonomy Working Group, 2021).

1.2 Méthode utilisée :

Afin d'atteindre Nos objectifs, nous avons fait environ deux sorties par mois avec deux ou trois prospecteurs pendant 2 ans dans des transects différents éloignés les uns des autres. Au total, 70 individus adultes ont été capturés (25 mâles, 45 femelles) et identifiés individuellement par des enregistrements photographiques (chaque animal n'a été mesuré qu'une seule fois).

34 mesures morphométriques ont été réalisées sur les parties dorsales et ventrales, selon des études antérieures (PERÄLÄ, 2001 ; CARRETERO et *al.*, 2005 ; TICHÝ & KINTROVA, 2010 ; TURKOZAN et *al.*, 2018) (Figure 58 ; Tableau 18).

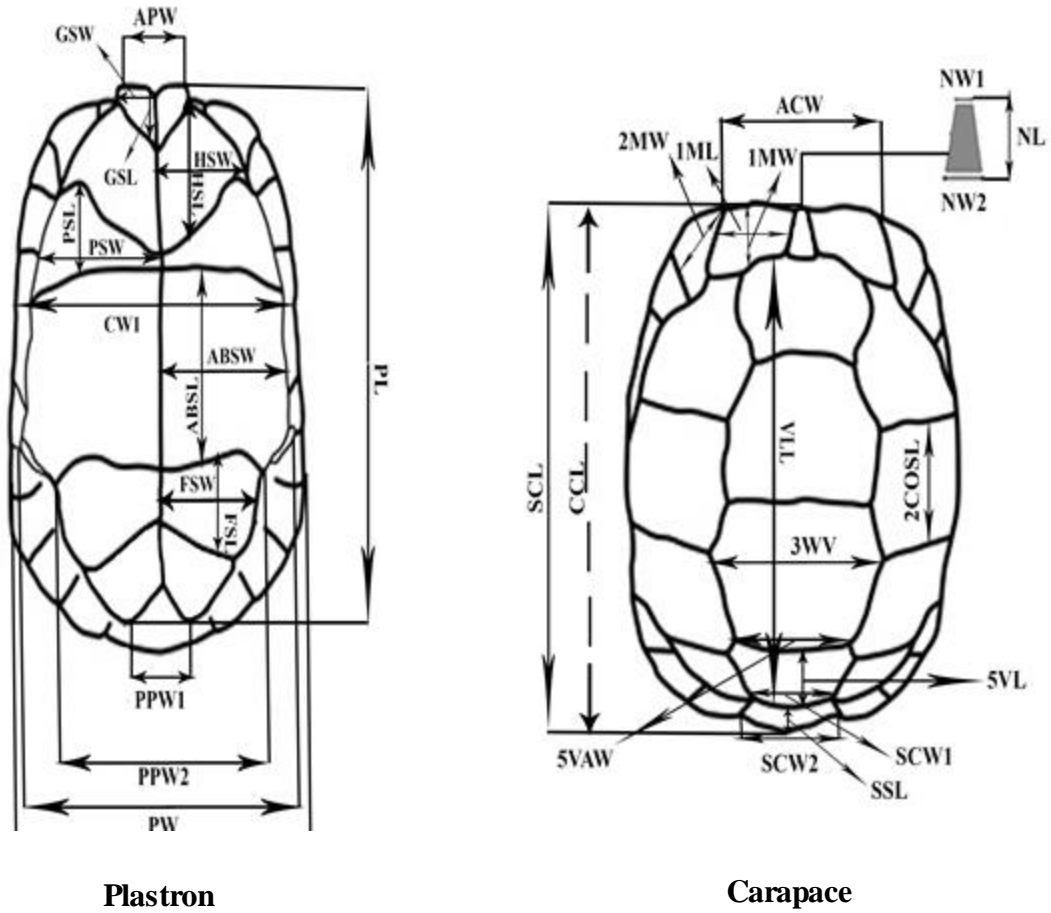


Figure 58 : Représentation graphique des 34 mesures morphométriques évaluées pour *T. g. whitei*

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

Tableau 18 : Abréviations et descriptions des 34 mesures morphométriques évaluées pour *T. g. whitei*

Carapace		Plastron	
Abréviation	Description	Abréviation	Description
SCL	Longueur de la limite externe de la plaque nucale à la limite externe de la supracaudale	APW	La plus grande largeur du lobe plastral antérieur
CCL	Longueur curviligne de la carapace	GSL	La plus grande longueur de l'écaille gulaire
NL	La plus grande longueur de l'écaille nucale	GSW	La plus grande largeur de l'écaille gulaire
NW1	La plus étroite largeur de l'écaille nucale	HSL	La plus grande longueur de l'écaille humérale
NW2	La plus grande largeur de l'écaille nucale	HSW	La plus grande largeur de l'écaille humérale
ACW	Largeur antérieure de la carapace (entre les fentes droite et gauche, entre les première et deuxième écailles marginales)	PSL	La plus grande longueur de l'écaille pectorale
ML1	Longueur de la première écaille marginale	PSW	La plus grande largeur de l'écaille pectorale
MW1	Largeur de la première écaille marginale	ABSL	La plus grande longueur de l'écaille abdominale
MW2	Largeur de la deuxième écaille marginale	ABSW	La plus grande largeur de l'écaille abdominale
COSL2	Longueur de la deuxième écaille costale	FSL	La plus grande longueur de l'écaille fémorale
VW3	Largeur de la troisième écaille vertébrale	FSW	La plus grande largeur de l'écaille fémorale
VAW5	Largeur antérieure de la cinquième écaille vertébrale	PW	La plus grande largeur du plastron (entre les fentes des écailles abdominales)
VL5	Longueur de la cinquième écaille vertébrale	PPW1	Largeur postérieur du plastron entre les pointes des écailles anales
SCW1	La plus étroite largeur de l'écaille supracaudale	PPW2	La plus grande largeur du lobe plastral postérieur
SCW2	La plus grande largeur de l'écaille supracaudale	CW1	Largeur médiale de la carapace
SSL	La longueur médiale de l'écaille supracaudale	CW2	La plus grande largeur de la carapace
VLL	Longueur vertébrale curviligne (la ligne médiane traversant les cinq plaques vertébrales)	PL	La plus grande longueur du plastron (de l'extrémité de l'écaille gulaire à celle de l'écaille anale)

Tous les individus immatures et juvéniles avec une longueur de carapace droite (SCL) inférieure à 90 mm ont été exclus de cette étude (ROUAG et *al.*, 2007). Après avoir pris les mesures utiles à notre travail, tous les spécimens ont finalement été remis dans leurs habitats.

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

2 - Analyse statistique :

2.1 - Analyses descriptives :

Afin de décrire la morphométrie générale des mâles et des femelles des tortues à éperon (*Testudo graeca whitei*), nous avons calculé les statistiques descriptives par sexe (moyenne, étendue, écart-type) pour toutes les mesures prises sur la carapace et le plastron. De plus, le pourcentage de dimorphisme sexuel entre les sexes a été calculé selon CARRETERO et al. (2005) :

$$100 * \left(\frac{(\text{Femelle} - \text{Males})}{\text{Males}} \right)$$

2.2 - Analyses univariées :

Le dimorphisme sexuel de taille (SSD) chez la tortue à éperon (*Testudo graeca whitei*) a été estimé par une ANOVA pour identifier les différences significatives de taille entre les mâles et les femelles, tandis que le dimorphisme sexuel de la forme (SShD) a été calculé par ANCOVA. Pour ce faire, nous avons respectivement utilisé (SCL) ou longueur de plastron (PL) comme covariable pour les mesures de la carapace et le plastron. Dans le souci d'obtenir des résultats fiables, concernant la distribution normale des mesures et l'homoscédasticité (Deux populations remplissant les conditions de normalité et d'égalité des variances), nous avons supprimé les valeurs aberrantes, puis toutes les mesures ont été transformées en log pour des analyses ultérieures. Des interactions significatives entre les covariables et le sexe ont été explorées pour éliminer l'allométrie non partagée entre les mesures, ce qui aurait un impact sur les interprétations de l'ANCOVA (MCCOY et al., 2006).

2.3 - Analyses multivariées :

Une analyse en composante principale (ACP) ensuite a également été menée pour les 34 mesures chez la tortue à éperon (*Testudo graeca whitei*), afin d'identifier les modèles de dimorphisme sexuel à travers les tortues. Pour ce faire, les axes avec > 5 % de déviance expliquée ont été retenus. Ensuite, la relation entre les principaux axes PC avec le sexe a été analysée par ANOVA.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées par les logiciels SPSS version 20 et R project version 4.2.0.

3 - Les mesures de la carapace qui décrivent le mieux le dimorphisme sexuel chez la tortue à éperons *Testudo graeca whitei* :

La plasticité phénotypique rend les chéloniens particulièrement enclins aux études morphologiques qui explorent les interactions de la sélection, des traits d'histoire de vie et des conditions locales (FRITZ *et al.*, 2007 ; CEBALLOS-FONSECA, 2010). Sur les tortues du genre *Testudo* (avec une large distribution sud-ouest paléarctique), des études morphométriques ont évaluées la divergence morphologique entre et au sein des sous-espèces (CARRETERO *et al.*, 2005). Elles ont exploré les règles de Bergmann ou de Rensch (SACCHI *et al.*, 2007 ; WERNER *et al.*, 2016), et comparer le dimorphisme sexuel de taille et de forme (SSD et SShD, respectivement ; ex : DJORDJEVIC *et al.*, 2011). En outre, elles ont évalué l'impact sexuel de perturbations telles que l'exportation commerciale et la surexploitation ou les incendies (ex : KADDOUR *et al.*, 2006 ; LJUBISAVLJEVIC *et al.*, 2011 ; RODRIGUEZ-CARO *et al.*, 2013). Dans ce genre, les pressions sélectives biaisées par le sexe font que les SSD biaisés par les femelles sont plus grandes que les mâles (e.g. LAGARDE *et al.*, 2001; WILLEMSSEN & HAILEY, 2003 ; KADDOUR *et al.*, 2008 ; DJORDJEVIC *et al.*, 2011 ; MACALE *et al.*, 2011).

Les femelles plus grandes ont tendance à pondre de plus grosses couvées (RODRIGUEZ-CARO *et al.*, 2021), tandis que la nécessité de locomotion des mâles, est favorisée par des tailles plus petites (WERNER *et al.*, 2016). La majorité des études morphologiques sur les chéloniens portent sur leur dimorphisme sexuel, et les différences de SSD (Sexual Size Dimorphism) et/ou de SShD (Sexual Shape Dimorphism) dépendant du choix des mesures de coquille utilisées pour les analyses (par exemple CARRETERO *et al.*, 2005). Cependant, aucun consensus n'a été atteint sur lesquelles mais aussi combien de mesures doivent être utilisées (les études vont de 7 à 40 mesures ; par exemple CARRETERO *et al.*, 2005 ; LABUS *et al.*, 2016). Dans cette étude, nous explorons les mesures de la coquille qui décrivent le mieux la SSD et la SShD chez une espèce de tortue largement répandue, la tortue à éperons (*Testudo graeca* Linnaeus, 1758) dans la réserve naturelle de Mergueb en Algérie.

Son aire de répartition dans le Paléarctique occidental comprend l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient, l'Asie Mineure, l'Europe du Sud-Est et quelques petites populations isolées d'Europe occidentale d'origine Nord-Africaine (IVERSON, 1992 ; BUSKIRK *et al.*, 2001 ; GRACIA *et al.*, 2017a ; JAVANBAKHT *et al.*, 2017). En raison de la grande variété d'habitats et de la plasticité phénotypique, des études taxonomiques basées sur la morphologie suggèrent

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

que le complexe *T. graeca* n'est pas monophylétique et qu'il existe jusqu'à 20 taxons distincts (HIGHFIELD & MARTIN, 1989a,b ; HIGHFIELD, 1990 ; PIEH, 2000 ; PERÄLÄ, 2002a ; PERÄLÄ, 2002b ; PIEH & PERÄLÄ, 2002, 2004). Seuls 10 de ces taxons morphologiquement définis ont ensuite été confirmés par des moyens moléculaires, et la monophylie et la conspécificité du complexe *T. graeca* ont été définitivement décrites (FRITZ et al., 2007 ; 2009 ; GRACIA et al., 2017a).

L'ancienne divergence des tortues à éperons de l'Est et de l'Ouest remonte à 7,95–3,48 Mya (GRACIA et al., 2017a) ; et il a été rapporté que les modèles morphologiques, tels que les règles de Bergmann et de Rensch, diffèrent entre les lignées, probablement en raison de pressions sélectives différentielles (WERNER et al., 2016).

Au sein des cinq lignées du clade occidental, l'une des plus répandues et adéquates pour les études phénotypiques est *T. g. blanci*. La Nomenclature de cette sous-espèce a été récemment revisitée, étant *T. g. whitei* attribuée à la sous-espèce présente dans le Nord de l'Algérie, le Nord-est du Maroc et l'Espagne (précédemment Nommée *T. g. graeca* ; Turtle Taxonomy Working Group, 2021). Deux faits rendent cette sous-espèce particulièrement adaptée aux études phénotypiques. Premièrement, cette sous-espèce habite une grande variété d'habitats allant des climats arides aux climats humides au Maroc et en Algérie (ANADON et al., 2015) ; mais contrairement aux populations Nord-Africaines qui sont anciennes, les populations européennes de cette sous-espèce sont récentes sur le plan phylogéographique (préhistoriques dans le cas de l'Espagne et introduites à l'époque historique à Doñana et Majorque ; GRACIA et al., 2017a).

Au meilleur de notre connaissance, aucune étude approfondie n'a abordé les différences dans la morphologie de ce taxon. A noter, par exemple, CARRETERO et al., (2005), et KADDOUR et al., (2008), ont étudié la lignée attribuée aujourd'hui à *T. g. graeca* dans le sud du Maroc (anciennement *T. g. soussensis* ; Groupe de travail sur la taxonomie des tortues, 2021). La présente étude fournit des informations de base pour de telles études ultérieures. Il caractérise notamment la morphologie d'une population bien conservée de *T. graeca* en Algérie, et évalue 34 des mesures de carapace et de plastron déjà utilisées par plusieurs auteurs (PERÄLÄ, 2001 ; CARRETERO et al., 2005 ; TICHÝ & KINTROVA, 2010 ; TURKOZAN et al., 2018) pour trouver ceux qui décrivent le mieux SSD et SShD.

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

Les individus juvéniles ont été exclus de cette étude. Au final, tous les individus retenus avaient des caractères sexuels adultes et avaient une longueur de carapace droite (SCL) supérieure à 100 mm (67 individus 24 mâles et 43 femelles) (comme dans le travail de ROUAG et *al.*, 2007).

3.1 – Résultats :

3.1.1 - Dimorphisme sexuel de taille :

La morphologie de la coquille de cette population présente de nettes différences de taille entre les mâles et les femelles. Vingt-deux des 34 mesures analysées ont montré des différences significatives entre les sexes dans le test ANONVA. Huit d'entre eux (SCL, CCL, ML1, MW2, COSL2, VW3, SCW1 et VLL) sont des mesures de la carapace, tandis que les Quatorze autres (GSL, HSW, PSL, PSW, ABSL, ABSW, FSL, FSW, PW, PPW1, PPW2, CW1, CW2 et PL) sont des mesures prises au niveau du plastron.

La plupart des mesures sont plus grandes pour les femelles que pour les mâles, et la seule exception est pour PPW1. De plus, 94 % des marges de mesure étaient plus larges chez les femelles que chez les mâles et environ 91 % de leurs écarts-types étaient également plus élevés (Tableau 19).

3.1.2 - Dimorphisme de la forme sexuelle :

Lors de l'analyse du dimorphisme de forme sexuelle avec les ANCOVA, neuf mesures ont montré une allométrie non partagée avec les mesures utilisées comme covariables pour la correction par la taille (taille : terme de sexe dans le tableau 19). Étant donné que cette violation est une condition préalable à l'ANCOVA, nous n'avons pas interprété leurs résultats.

Pendant ce temps, 17 des 23 mesures restantes (10 en carapace, 7 en plastron) se sont révélées sexuellement dimorphes. Les seules exceptions étaient NW1, NW2, ACW, SSL, GSW et PW (Tableau 19). Une seule mesure significative est plus grande chez les mâles que chez les femelles après correction de la taille (APW), (Annexe 2).

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

L'ACP menée a évalué l'interaction multiple entre les mesures en relation avec le dimorphisme sexuel. Les résultats décrivent bien la morphologie de l'espèce avec deux axes (Figure 59).

Les significations des axes PC retenus sont :

✓ PC1 (72,44 % de déviance) a révélé la taille générale de la tortue avec des mesures plus grandes (comme CW2, SCL ou PPW2) étant associées à des valeurs négatives plus élevées de cet axe ;

✓ PC2 (5,46 % de déviance) représente le compromis entre le développement de plus grandes écailles centrales ou de plus grandes écailles à la partie antérieure ou postérieure. Cet axe est positivement lié à des variables comme NW2, COSL2, ABSL ou VW3 et corrélé négativement avec d'autres comme PPW1, APW ou SSL.

PC1 et PC2 ont montré une relation significative avec le sexe des individus ($p = 0,02$; $p = <0,001$ dans les tests ANOVA, respectivement). Les Mâles sont plus liés à des valeurs plus élevées de PC1 (correspondant à leur plus petite taille) et à des valeurs plus faibles de PC2 (associées à des écailles antérieures ou postérieures plus grandes).

Au contraire, les femelles sont largement réparties sur PC1 et davantage liées à des valeurs positives de PC2 (associées à des écailles centrales plus grandes). Les chargements PC et les scores individuels sont fournis en Annexe 3 et 4.

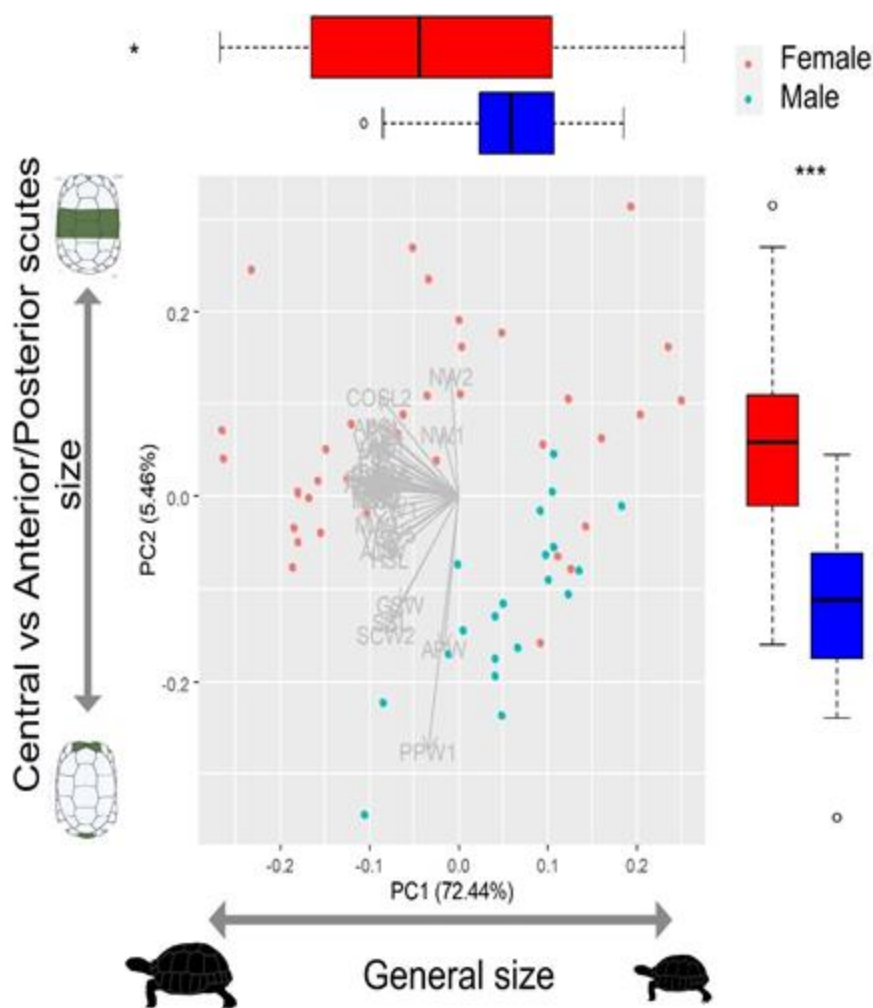


Figure 59 : La morphologie de *Testudo graeca* expliquée par deux principaux axes de variation : (1) la taille générale des individus ; (2) développement de plus grandes écailles nucales et caudales, ou de plus grandes écailles centrales.

L'Analyse en composantes principales (ACP) pour les deux premiers axes (PC1 = 72,44 et PC2 = 5,46 pourcentage de variance absorbée) pour 34 mesures morphométriques de 60 individus (avec l'ensemble de données complet). Les individus, représentés par chaque point dans l'espace 2D, sont codés par couleur en fonction de leur sexe. Les longueurs des flèches indiquent la charge de chaque trait d'histoire de vie sur un axe de composante principale donné. PC1 ($p = 0,02$) et PC2 ($p < 0,001$) se sont révélés significativement liés au sexe dans les tests ANOVA, tandis que PC1 est lié à la taille générale et PC2 décrit que les mâles développent des parties de coquille antérieures et postérieures plus élevées et que les femelles développent des parties centrales plus grandes.

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

Le dimorphisme de taille sexuelle (SSD) a été estimé comme le pourcentage de variation entre les femelles et les mâles (les valeurs positives sont liées aux femelles plus grosses et les valeurs négatives sont liées aux mâles plus gros) et les valeurs p ont été estimées par des analyses ANOVA après transformation logarithmique. Le dimorphisme de forme sexuelle (SShD) a été estimé par ANCOVA en utilisant comme covariables SCL et PL pour les mesures de la carapace ou du plastron, respectivement.

Tableau 19 : Mesures de coquille de *T. g. whitei* dans la réserve naturelle de Mergueb.

Nombre d'individus étudiés, moyenne, intervalle et écart type par mesure.

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

	Mesures	Mâles				Femelles				SSD		SShD (ANCOVA)		
		N	Moyenne (mm)	Intervalle	SD	N	Moyenne (mm)	Intervalle	SD	%	ANOVA p	Covariable	p	Taille : sexe p
Carapace	SCL	24	140.14	116.15 - 166.00	12.50	43	158.18	113.20 - 215.00	24.98	12.87	<0.001	NA	NA	
	CCL	24	176.79	147.00 - 214.00	16.69	43	201.07	142.00 - 266.00	32.15	13.73	<0.001	SCL	<0.001	0.917
	NL	24	11.14	8.50 - 13.80	1.48	43	11.98	9.25 - 16.50	1.89	7.54	0.067	SCL	0.018	0.174
	NW1	23	3.38	2.00 - 5.45	0.99	41	3.19	2.00 - 4.80	0.75	-5.62	0.504	SCL	0.507	0.661
	NW2	24	5.55	2.00 - 8.30	1.68	43	6.11	3.80 - 10.00	1.54	10.09	0.108	SCL	0.113	0.622
	ACW	24	41.03	30.50 - 52.15	4.92	43	41.88	21.20 - 56.35	6.83	2.07	0.726	SCL	0.652	0.316
	ML1	23	19.80	16.70 - 23.7	1.67	41	22.22	16.75 - 29.6	3.40	12.22	0.001	SCL	<0.001	0.695
	MW1	24	22.87	18.85 - 27.85	2.49	43	24.50	17.55 - 30.55	3.46	7.13	0.066	SCL	<0.001	0.199
	MW2	24	21.16	17.70 - 27.70	2.37	42	23.76	16.65 - 30.70	3.79	12.29	0.002	SCL	<0.001	0.787
	COSL2	24	25.55	21.80 - 31.25	2.02	41	32.67	21.05 - 45.80	6.77	27.87	<0.001	SCL	<0.001	0.001
	VW3	24	39.89	32.65 - 47.00	3.75	41	47.23	32.75 - 67.70	9.01	18.40	<0.001	SCL	<0.001	0.098
	VAW5	24	20.83	14.45 - 28.95	3.87	43	22.57	14.35 - 33.15	4.84	8.35	0.164	SCL	0.020	0.114
	VL5	24	32.17	25.00 - 43.45	4.56	43	34.86	22.75 - 50.30	6.13	8.36	0.083	SCL	<0.001	0.051
	SCW1	24	21.37	15.55 - 28.20	3.23	43	23.80	16.60 - 32.00	3.92	11.37	0.014	SCL	<0.001	0.062
	SCW2	24	41.75	33.15 - 51.00	5.02	43	42.16	28.65 - 51.25	6.39	0.98	0.897	SCL	0.770	0.007
	SSL	24	23.82	18.70 - 30.75	2.85	43	23.70	17.05 - 29.50	3.55	-0.50	0.788	SCL	0.608	0.097
VLL	24	137.85	112.00 - 166.00	13.27	43	164.49	113.00 - 219.00	27.46	19.33	<0.001	SCL	<0.001	0.995	
Plastron	APW	22	21.31	16.45 - 25.25	2.25	41	20.04	13.85 - 24.70	2.52	-5.96	0.056	PL	0.035	0.396
	GSL	24	17.95	14.35 - 23.00	2.27	43	20.17	8.40 - 29.70	4.10	12.37	0.020	PL	<0.001	0.634
	GSW	24	13.01	10.35 - 15.40	1.33	41	13.12	8.55 - 16.70	1.83	0.85	0.917	PL	0.884	0.822
	HSL	24	30.88	24.60 - 37.75	3.22	43	32.86	22.80 - 43.30	5.50	6.41	0.118	PL	0.036	0.201
	HSW	24	32.93	26.90 - 39.00	2.85	43	36.30	24.00 - 45.25	5.09	10.23	0.002	PL	<0.001	0.010
	PSL	24	25.87	22.20 - 30.30	2.51	42	31.73	21.60 - 45.00	5.65	22.65	<0.001	PL	<0.001	0.232
	PSW	24	47.65	38.60 - 56.55	4.40	43	53.88	37.20 - 69.45	8.39	13.07	<0.001	PL	<0.001	0.006
	ABSL	24	40.60	31.80 - 50.00	4.13	41	50.40	34.30 - 70.85	9.47	24.14	<0.001	PL	<0.001	0.330
	ABSW	24	48.52	39.25 - 55.95	4.31	43	55.13	38.90 - 74.20	8.92	13.62	<0.001	PL	<0.001	0.041
	FSL	24	30.70	24.00 - 38.10	3.25	43	36.18	23.60 - 47.75	6.80	17.85	<0.001	PL	<0.001	0.257
	FSW	24	33.80	26.50 - 39.20	3.07	43	37.96	27.00 - 48.00	5.77	12.31	0.001	PL	<0.001	0.039
	PW	24	90.17	71.00 - 105.55	8.47	43	99.62	36.15 - 136.85	18.89	10.48	0.042	PL	0.051	0.440
	PPW1	24	37.67	28.20 - 47.45	5.22	43	32.82	21.20 - 42.25	5.16	-12.87	0.001	PL	<0.001	0.007
	PPW2	24	66.96	52.90 - 76.30	5.72	43	75.61	53.25 - 96.75	11.62	12.92	<0.001	PL	<0.001	0.058
	CW1	24	98.84	81.25 - 116.95	9.06	43	111.75	80.90 - 150.00	16.66	13.06	<0.001	PL	<0.001	0.006
	CW2	24	105.05	84.15 - 123.25	9.86	43	117.36	81.30 - 153.75	18.28	11.72	0.002	PL	<0.001	0.001
PL	24	123.79	101.75 - 145.35	9.79	41	145.31	100.15 - 199.00	25.21	17.38	<0.001	NA	NA	NA	

3.2 - Discussion :

Cette étude contribue à faire une mise à jour des connaissances sur la tortue à éperon (*T. g. whitei*) en Afrique du Nord, notamment en Algérie. A notre connaissance, les tortues étudiées dans la steppe de M'sila constituent les premiers relevés biométriques de la sous-espèce *T. g. whitei* en Afrique du Nord. Ces tortues d'Algérie sont de taille relativement petite par rapport aux autres populations de *T. graeca* de la Méditerranée occidentale (Tableau 20), probablement en raison de conditions très arides. En ce qui concerne le dimorphisme de taille, et comme attendu de la littérature antérieure (e.g. CARRETERO et al., 2005; ROUAG et al., 2007; KADDOUR et al., 2008; ARAKELYAN et al., 2018), les femelles sont environ 13% plus grandes en longueur de carapace droite (SCL) que les mâles. Cette estimation correspond à l'attente en fonction de la latitude de la population de M'Sila et du modèle de règle de Rensch légèrement significatif trouvé chez *T. g. whitei* (voir WERNER et al., 2016, tout en notant que la lignée s'appelait alors *T. g. graeca*).

La morphologie de la carapace des tortues *Testudo* résulte d'un équilibre entre la sélection naturelle et sexuelle. Alors que la sélection naturelle favorise les grandes femelles et par conséquent augmente la fécondité, la sélection sexuelle favorise les petits mâles mobiles pour la recherche de partenaires (CARRETERO et al., 2005).

Nos résultats reflètent également une taille plus variable à la maturité des femelles (tel que rapporté dans le nord-est de l'Algérie par ROUAG et al., 2007), qui résulte probablement d'une période de croissance plus longue avant et après la maturité (RODRIGUEZ-CARO et al., 2013).

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

Tableau 20 : Mesure SCL de *Testudo graeca* dans toute sa distribution en Méditerranée occidentale prise par Werner et *al.*, (2016). Voir Gracia et *al.*, (2017a, 2017b) et la taxonomie des tortues Groupe, 2021 pour l'attribution des lignées.

Localisation	Sous espèces	Femelles SCL (mm)		Mâles SCL (mm)		Références
		N	Moyenne	N	Moyenne	
Souss Valley, Maroc	<i>T. g. graeca</i>	/	184.9	/	145	Bayley & Highfield (1996)
Admine, Maroc	<i>T. g. graeca</i>	26	182.7	44	151	Carretero et <i>al.</i> , (2005)
Jbilet, Maroc	<i>T. g. graeca</i>	42	152.2	40	125	Carretero et <i>al.</i> , (2005)
Essaouira, Maroc	<i>T. g. graeca</i>	47	169.7	44	144	Carretero et <i>al.</i> , (2005)
Tetuan, Maroc	<i>T. g. marokkensis</i>	10	170.6	14	174	Pieh & Perala (2004)
Tarmilete, Maroc	<i>T. g. marokkensis</i>	21	138.5	17	130.4	Pieh & Perala (2004)
M'Sila, Algérie	<i>T. g. whitei</i>	45	152.6	25	143.6	Cette étude
Tunisie	<i>T. g. nabeulensis</i>	58	129.9	34	121	Pieh & Perala (2002)
El Kala, Algérie	<i>T. g. nabeulensis</i>	33	150.7	35	138.4	Rouag et <i>al.</i> , (2007)
Cyrenaica, Libye	<i>T. g. cyrenaica</i>	14	172.4	18	149.4	Pieh & Perala (2002)
Doñana, Espagne	<i>T. g. whitei</i> et <i>T. g. whitei</i> x <i>T. g. marokkensis</i>	58	166.1	133	139	Buskirk et <i>al.</i> , (2001)
Doñana, Espagne	<i>T. g. whitei</i> et <i>T. g. whitei</i> x <i>T. g. marokkensis</i>	15	175	/	/	Diaz, Keller & Andreu (1996)

Dans ce sens, les différences de taille des femelles adultes ont récemment été liées à des différences dans leurs caractéristiques de reproduction : les femelles plus grosses ont plus de progéniture et les nouveau-nés affichant des taux de survie plus élevés (SEGURA et *al.*, 2021). Il semblerait donc avantageux pour les femelles d'investir dans la croissance même après avoir atteint la maturité.

Notre étude identifie également les principales mesures de coquille pour étudier les SSD et SShD. Sur les 34 mesures enregistrées, nous avons trouvé un SSD significatif dans 22 mesures et un SShD significatif dans 17 mesures.

Les principales différences entre les mâles et les femelles de *T. graeca* ont été trouvées dans différentes parties de la coquille. Les mâles avaient des tailles antérieures (plaques gulaires) et postérieures (plaques caudale) plus grandes, tandis que les femelles avaient de plus grandes parties centrales de la coquille. Encore une fois, la structure de la coquille des mâles de *T. graeca* est une conséquence de la sélection sexuelle (e.g. CARRETERO et *al.*, 2005 ; KADDOUR et *al.*, 2008 ; ZNARI & HICHAMI, 2018 ; MAKRIDOU et *al.*, 2019). La structure de la carapace des mâles permet généralement des mouvements plus larges pour leurs jambes

Morphométrie de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei*

afin d'améliorer les capacités de mouvement et la capacité de redressement pour éviter les conséquences fatales des combats intrasexuels (BONNET et *al.*, 2001). Dans le genre *Testudo*, le SShD a même été lié aux caractéristiques particulières de la parade nuptiale, qui implique que le mâle heurte la carapace de la femelle avec la zone gulaire épaissie du plastron (WILLEMSEN & HAILEY, 2003). Des plaques abdominales, vertébrales et plastrales de plus grande taille chez les femelles indiquent clairement une relation directe entre un volume plus important et une taille de couvée accrue (SEGURA et *al.*, 2021).

3.3 – Conclusion :

Dans l'ensemble, nos analyses suggèrent le potentiel intéressant de mesures particulières lors de la réalisation d'études de dimorphisme sexuel chez *T. graeca*. Dans le même temps, nous avons détecté 9 mesures non conformes aux prérequis de l'ANCOVA en montrant une allométrie non partagée entre les sexes. Bien que la correction de la taille ne soit pas recommandée dans de tels cas (McCOY et *al.*, 2006), l'interaction "taille: sexe" a rarement été testée dans la littérature sur les tortues (par exemple CARRETERO et *al.*, 2005 ; DJORDJEVIC et *al.*, 2011 ; voir DJURAKIC & MILANKOV, 2019). Nous recommandons donc de normaliser les protocoles d'enregistrement morphométrique et les procédures analytiques pour générer des données et des résultats comparables entre les groupes de recherche.

Article 2

**The shell measurements that best describe
sexual dimorphism in the spur-thighed
tortoise *Testudo graeca* from Algeria**

The shell measurements that best describe sexual dimorphism in the spur-thighed tortoise *Testudo graeca* from Algeria

Benelkadi Hadj Aissa^{1*}, Roberto C. Rodríguez-Caro^{2,3,4,5}, Mansour Amroun¹, Eva Graciá^{2,3}

¹ Faculty of Biological and Agricultural Sciences, University of Tizi-Ouzou 15000, Algeria.

² Departamento de Biología Aplicada, Universidad Miguel Hernández, Elche, Spain. Avda. de la Universidad s/n. 03202. Elche (Alicante), Spain

³ Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH), Univ. Miguel Hernández, Spain.

⁴ Department of Zoology, Oxford University, 11a Mansfield Road, OX1 3SZ, Oxford, England, UK.

⁵ Departamento de Ecología. Universidad de Alicante. Carretera de San Vicente del Raspeig s/n. 03690 San Vicente del Raspeig. Alicante (Spain).

*Correspondence: E-mail: b_aissa1976@yahoo.fr.

Received: 16 March 2021; returned for review: 03 May 2021; accepted 17 May 2022.

Due to phenotypic plasticity and sex-biased selective pressures, intraspecific variation in tortoise morphology is usually assessed by studying sexual dimorphism. However, inferences may differ based on the choice of shell size measurements for analyses. In this work, we identified linear measurements that best describe sexual dimorphism for the spur-thighed tortoise *Testudo graeca whitei*. We assessed 34 carapace and plastron measurements in 67 individuals (24 males, 43 females) in a population at the natural Mergueb site located on the central limit of the Algerian steppe. Twenty-two out of 34 measurements significantly showed sexual size dimorphism in ANOVA tests. When analyzing sexual shape dimorphism with ANCOVAs, nine measurements showed no shared allometry with the measurements used as covariates to correct by size. Meanwhile, 17 out of the remaining 23 measurements showed significant differences in shape. PCA analyses similarly described *T. graeca's* sexual dimorphism. In general, females tend to be bigger than males, especially in central scutes what is probably linked with clutch sizes commitments. On the other hand, males are larger-sized in anterior and posterior scutes, probably as a result of courtship, male fighting and copulation. Some of the analyzed measurements are revealed as being especially adequate for further studying the geographical variation of sexual dimorphism in *Testudo graeca*.

Key words: Biometry, morphological divergence, morphometry, M'Sila, phenotypic plasticity, sexual shape dimorphism, sexual size dimorphism.

Debido a la plasticidad fenotípica y presiones selectivas sesgadas por sexo, la variación intraespecífica de la morfología de las tortugas se evalúa habitualmente mediante el estudio del dimorfismo sexual. Sin embargo, los resultados obtenidos pueden diferir según el conjunto de medidas seleccionado para el análisis. En este trabajo identificamos medidas lineales biométricas que mejor describen el dimorfismo sexual en la tortuga mora *Testudo graeca whitei*. Evaluamos 34 medidas en el caparazón y plastrón de 67 individuos (24 machos, 43 hembras) en su hábitat natural de Mergueb, localizado en el límite central de la estepa argelina. Veintidós de 34 medidas mostraron significativamente dimorfismo sexual en cuanto a tamaño utilizando análisis de

ANOVA. Al analizar el dimorfismo en forma mediante ANCOVAs, nueve medidas fueron descartadas por no presentar alometría compartida con las medidas utilizadas como covariables para corregir por tamaño. Por su parte, 17 de las 23 medidas restantes mostraron diferencias significativas en forma. Los análisis de PCA describieron de forma similar el dimorfismo sexual de *T. graeca*. En general, las hembras tienden a ser más grandes que los machos, especialmente en los escudos centrales, lo que probablemente esté relacionado con los compromisos de tamaño de las puestas. Por otro lado, los machos son de mayor tamaño en los escudos anteriores y posteriores, probablemente como resultado del cortejo, la lucha entre machos y la cópula. Algunas de las medidas analizadas son de especial interés para futuros estudios de variación geográfica del dimorfismo sexual de *Testudo graeca*.

Palabras clave: Biometría, divergencia morfológica, dimorfismo sexual en tamaño, dimorfismo sexual en forma, morfometría, M'Sila, plasticidad fenotípica.

Phenotypic plasticity makes chelonians particularly prone to the morphological studies that explore the interactions of selection, life history traits and local conditions (FRITZ *et al.*, 2007; CEBALLOS-FONSECA, 2010). On tortoises of the genus *Testudo* (with a broad southwestern Palearctic distribution), morphometric studies have assessed morphological divergence between and within subspecies (CARRETERO *et al.*, 2005), have explored Bergmann's or Rensch's rules (SACCHI *et al.*, 2007; WERNER *et al.*, 2016), compared sexual size and shape dimorphism (SSD and SShD, respectively; e.g.: DJORDJEVIC *et al.*, 2011) or evaluated the sex-biased impact of disturbances like commercial export and overharvesting or fires (e.g., KADDOUR *et al.*, 2006; LJUBISAVLJEVIĆ *et al.*, 2011; RODRÍGUEZ-CARO *et al.*, 2013). In this genus, sex-biased selective pressures result in female-biased SSD being bigger than males (e.g. LAGARDE *et al.*, 2001; WILLEMSSEN & HAILEY, 2003, KADDOUR *et al.*, 2008; DJORDJEVIC *et al.*, 2011; MACALE *et al.*, 2011). Larger females tend to lay bigger clutches (RODRÍGUEZ-CARO *et al.*, 2021), while males' marked locomotion necessity is favored by smaller sizes (WERNER *et al.*, 2016). The majority of morphological studies on chelonians address their sexual dimorphism, with differences in SSD and/ or SShD being dependent on the choice of shell measurements used for analyses (e.g. CARRETERO *et al.*, 2005). However, no consensus has been reached about which and how many measurements are to be employed (studies range from 7 to 40 measurements; e.g. PIEH & PERALA, 2004; CARRETERO *et al.*, 2005; LABUS *et al.*, 2016). In this study, we explore those measurements that best describe SSD and SShD in a widely distributed tortoise species, the spur-thighed tortoise (*Testudo graeca* LINNAEUS, 1758). Its Western Palearctic distribution range includes North Africa, the Middle East, Asia Minor, southeastern Europe, and some isolated and small Western European populations of North African origin (IVERSON, 1992; BUSKIRK *et al.*, 2001; GRACIÁ *et al.*, 2017a; JAVANBAKHT *et al.*, 2017). As a result of the wide variety of habitats and phenotypic plasticity, morphological-based taxonomic studies suggest that the *T. graeca* complex is not monophyletic, and that up to 20 distinct taxa exist (HIGHFIELD & MARTIN, 1989a,b; HIGHFIELD, 1990; PIEH, 2000;

SEXUAL DIMORPHISM IN *TESTUDO GRAECA*

PERÄLÄ, 2002a; PERÄLÄ, 2002b; PIEH & attributed to the subspecies present in PERÄLÄ, 2002, 2004). Only 10 of these North Africa, NE Morocco and Spain morphologically defined taxa were later (previously named *T. g. graeca*; TURTLE confirmed by molecular means, and the TAXONOMY WORKING GROUP, 2021). Two monophyly and conspecificity of the *T. facts make this subspecies especially graeca* complex have been definitively described suitable for phenotypic studies: first, (FRITZ *et al.*, 2007; 2009; GRACIÁ *et al.*, 2017a; because this subspecies inhabits a wide Fig. 1). The old divergence of Eastern and variety of habitats from arid to humid Western spur-thighed tortoises traces back to 7.95–3.48 Mya (GRACIÁ *et al.*, 2017a), and it has been reported that morphological patterns, such as Bergmann’s and Rensch’s European populations of this subspecies are recent in phylogeographical terms (prehistoric in the case of SE Spain and introduced in historic times to Doñana and Majorca; GRACIÁ *et al.*, 2017a,b). To the best of our knowledge, no comprehensive studies have addressed differences in the morphology of this taxon. Note, for example, CARRETERO *et al.*, (2005), and

Within the five lineages of the Western clade, one of the most distributed and adequate for phenotypic studies is *T. g. whitei*. The nomenclature of this subspecies has been recently revisited, being *T. g. whitei*

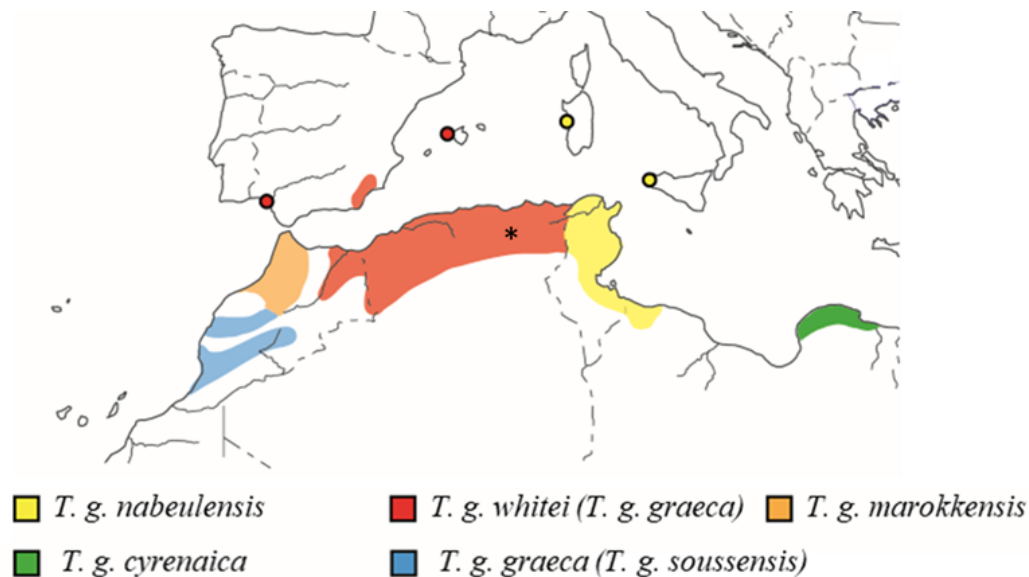


Figure 1: Approximate ranges of *Testudo graeca* subspecies according to GRACIÁ *et al.* (2017a) and location of the study area in Algeria (asterisk). Lineage nomenclature prior to the last revision of the TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP (2021) is shown between parentheses.

KADDOUR *et al.*, (2008), studied the lineage 16,481 ha at an altitude of 634 m (latitude: 35°36'12,6''N - 35°35'05,7''N; longitudes 03°56'23,8''E - 03°58'08,7''E) (Fig. 1). At this natural site, vegetation is characterized by formations of *Artemisia herba-alba*, *Artemisia campestris*, *Salsola vermiculata*, *Anabasis articulata* and *Zizyphus lotus* (ADJABI *et al.*, 2019). Soil has sandy clay-loam and sandy-loam structures. The monthly variation in temperature is wide in this study area, with the minimum temperatures in February (-0.5 °C) and maximum ones in July (46.2 °C). The average annual rainfall lies between 121 and 181 mm (ADJABI *et al.*, 2019).

MATERIALS AND METHODS

Fieldwork and studied measurements

We conducted this study at the natural Mergueb site in North Algeria in the central region of M'sila. It consists of a steppe ecosystem that covers an area of

In order to fulfill our goals, we went on approximately two outings per month with two or three prospectors for 2 years in

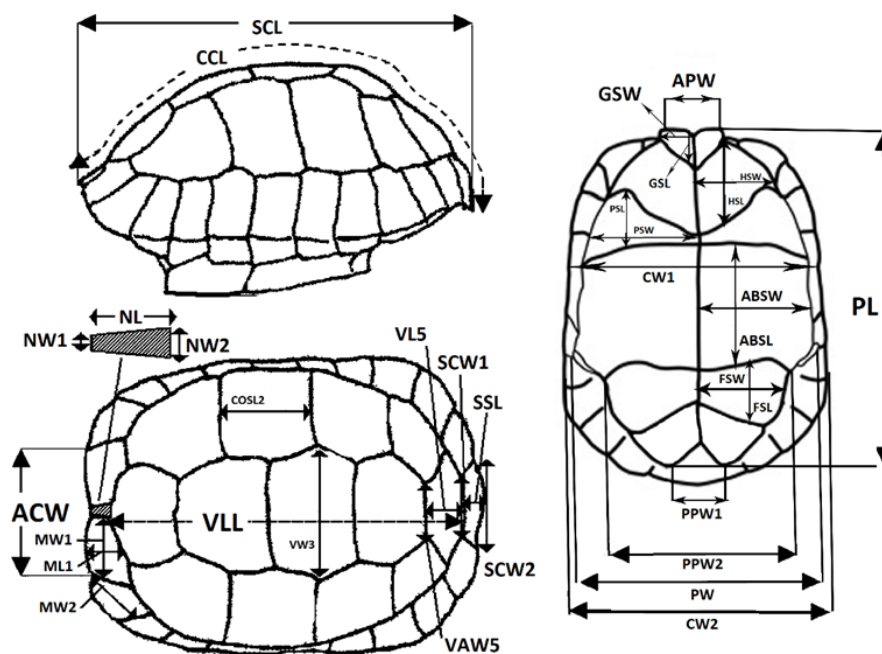


Figure 2: Graphical representation of the 34 morphometric measurements assessed for *T. g. whitei*. See Table S1 for their description. Image taken with modifications from CARRETERO *et al.*, (2005).

different transects that were far away from one another. In all, 70 adult individuals were captured (25 males, 45 females) and individually identified by photography records (each animal was measured just one time). The found tortoises were measured using a sliding caliper (accuracy = 0.01 mm). A tape was used for the curvilinear measurements. Animals were sexed according to their external morphological characteristics (CARRETERO *et al.*, 2005), and 34 morphometric measurements were taken on dorsal and ventral parts according to previous studies (PERÄLÄ, 2001; CARRETERO *et al.*, 2005; TICHÝ & KINTROVÁ, 2010; TURKOZAN *et al.*, 2018; Table S1, Fig. 2).

Subadults individuals were ruled out for this study. At the end, all the retained individuals (24 males and 43 females) had secondary sexual characters and a straight carapace length (SCL) over 100 mm (as in ROUAG *et al.*, 2007). After taking the measurements, all specimens were finally returned to their habitats.

Statistical analyses

In order to describe the general morphometry of males and females, we calculated descriptive statistics by sex for all the assessed measurements (mean, range, standard deviation). Moreover, the percentage of sexual dimorphism between sexes was calculated as $100 \times ((\text{female} - \text{male}) / \text{male})$, following CARRETERO *et al.* (2005). SSD was estimated by univariate ANOVAs to identify the significant differences in size between males and females. SShD was calculated by ANCOVAs, using the straight carapace length (SCL) or plastron length (PL) as a

covariate for the carapace and plastrons measures, respectively. Significant interactions between covariates and sex were explored to discard no shared allometry among measurements, that would impact ANCOVA interpretations (McCoy *et al.*, 2006). To obtain reliable results in ANOVA and ANCOVA analyses, all the measurements were log-transformed to fit normality and homoscedasticity.

A Principal Component Analysis (PCA) was also conducted for the 34 measurements to identify sexual dimorphism patterns across them. To do so, we used a correlation matrix and only those axes with >5% of explained deviance were retained. Then the relation between the main PC axes with sex was analyzed by ANOVAs. All the statistical analyses were conducted by R project version 4.2.0.

RESULTS

Sexual size dimorphism

The shell morphology of this population displayed clear differences in size between males and females (Table 1). Twenty-two of the 34 analyzed measurements showed significant sex differences in the ANOVA test (Table 1). Eight of them (SCL, CCL, ML1, MW2, COSL2, VW3, SCW1 and VLL) were carapace measurements, while the remaining fourteen (GSL, HSW, PSL, PSW, ABSL, ABSW, FSL, FSW, PW, PPW1, PPW2, CW1, CW2 and PL) were measurements taken of the plastron. Most measurements were larger for females than males, and the only significative exception was PPW1 (Table 1). Moreover, 94% of the measurement ranges were wider in females than males and around

Table 1: Shell measurements by *T. g. whitei* sex at M'Sila (Algeria). Number of studied individuals and mean, range and standard deviation by measurement. Sexual Size Dimorphism (SSD) was estimated as the percentage of variation between females and males (positive values are linked with bigger females and negative values are linked to bigger males) and the *p* values were estimated by ANOVA analyses after log-transformation. Sexual Shape Dimorphism (SShD) was estimated by

Measurement	Males						Females						SSD (ANCOVA)		
	N	Mean (mm)	Range	SD	N	Mean (mm)	Range	SD	%	ANOVA <i>p</i>	covariate	<i>p</i>	size:sex <i>p</i>		
														SShD	
Carapace															
SCL	24	140.14	116.15 - 166.00	12.50	43	158.18	113.20 - 215.00	24.98	12.87	<0.001	NA	NA	NA		
CCL	24	176.79	147.00 - 214.00	16.69	43	201.07	142.00 - 266.00	32.15	13.73	<0.001	SCL	<0.001	0.917		
NL	24	11.14	8.50 - 13.80	1.48	43	11.98	9.25 - 16.50	1.89	7.54	0.067	SCL	0.018	0.174		
NW1	23	3.38	2.00 - 5.45	0.99	41	3.19	2.00 - 4.80	0.75	-5.62	0.504	SCL	0.507	0.661		
NW2	24	5.55	2.00 - 8.30	1.68	43	6.11	3.80 - 10.00	1.54	10.09	0.108	SCL	0.113	0.622		
ACW	24	41.03	30.50 - 52.15	4.92	43	41.88	21.20 - 56.35	6.83	2.07	0.726	SCL	0.652	0.316		
ML1	23	19.80	16.70 - 23.7	1.67	41	22.22	16.75 - 29.6	3.40	12.22	0.001	SCL	<0.001	0.695		
MW1	24	22.87	18.85 - 27.85	2.49	43	24.50	17.55 - 30.55	3.46	7.13	0.066	SCL	<0.001	0.199		
MW2	24	21.16	17.70 - 27.70	2.37	42	23.76	16.65 - 30.70	3.79	12.29	0.002	SCL	<0.001	0.787		
COSL2	24	25.55	21.80 - 31.25	2.02	41	32.67	21.05 - 45.80	6.77	27.87	<0.001	SCL	<0.001	0.001		
VW3	24	39.89	32.65 - 47.00	3.75	41	47.23	32.75 - 67.70	9.01	18.40	<0.001	SCL	<0.001	0.098		
VAW5	24	20.83	14.45 - 28.95	3.87	43	22.57	14.35 - 33.15	4.84	8.35	0.164	SCL	0.020	0.114		
VL5	24	32.17	25.00 - 43.45	4.56	43	34.86	22.75 - 50.30	6.13	8.36	0.083	SCL	<0.001	0.051		
SCW1	24	21.37	15.55 - 28.20	3.23	43	23.80	16.60 - 32.00	3.92	11.37	0.014	SCL	<0.001	0.062		
SCW2	24	41.75	33.15 - 51.00	5.02	43	42.16	28.65 - 51.25	6.39	0.98	0.897	SCL	0.770	0.007		
SSL	24	23.82	18.70 - 30.75	2.85	43	23.70	17.05 - 29.50	3.55	-0.50	0.788	SCL	0.608	0.097		
VLL	24	137.85	112.00 - 166.00	13.27	43	164.49	113.00 - 219.00	27.46	19.33	<0.001	SCL	<0.001	0.995		
APW	22	21.31	16.45 - 25.25	2.25	41	20.04	13.85 - 24.70	2.52	-5.96	0.056	PL	0.035	0.396		
GSL	24	17.95	14.35 - 23.00	2.27	43	20.17	8.40 - 29.70	4.10	12.37	0.020	PL	<0.001	0.634		
GSW	24	13.01	10.35 - 15.40	1.33	41	13.12	8.55 - 16.70	1.83	0.85	0.917	PL	0.884	0.822		
HSL	24	30.88	24.60 - 37.75	3.22	43	32.86	22.80 - 43.30	5.50	6.41	0.118	PL	0.036	0.201		
HSW	24	32.93	26.90 - 39.00	2.85	43	36.30	24.00 - 45.25	5.09	10.23	0.002	PL	<0.001	0.010		
PSL	24	25.87	22.20 - 30.30	2.51	42	31.73	21.60 - 45.00	5.65	22.65	<0.001	PL	<0.001	0.232		
PSW	24	47.65	38.60 - 56.55	4.40	43	53.88	37.20 - 69.45	8.39	13.07	<0.001	PL	<0.001	0.006		
ABSL	24	40.60	31.80 - 50.00	4.13	41	50.40	34.30 - 70.85	9.47	24.14	<0.001	PL	<0.001	0.330		
ABSW	24	48.52	39.25 - 55.95	4.31	43	55.13	38.90 - 74.20	8.92	13.62	<0.001	PL	<0.001	0.041		
FSL	24	30.70	24.00 - 38.10	3.25	43	36.18	23.60 - 47.75	6.80	17.85	<0.001	PL	<0.001	0.257		
FSW	24	33.80	26.50 - 39.20	3.07	43	37.96	27.00 - 48.00	5.77	12.31	0.001	PL	<0.001	0.039		
PW	24	90.17	71.00 - 105.55	8.47	43	99.62	36.15 - 136.85	18.89	10.48	0.042	PL	0.051	0.440		
PPW1	24	37.67	28.20 - 47.45	5.22	43	32.82	21.20 - 42.25	5.16	-12.87	0.001	PL	<0.001	0.007		
PPW2	24	66.96	52.90 - 76.30	5.72	43	75.61	53.25 - 96.75	11.62	12.92	<0.001	PL	<0.001	0.058		
CW1	24	98.84	81.25 - 116.95	9.06	43	111.75	80.90 - 150.00	16.66	13.06	<0.001	PL	<0.001	0.006		
CW2	24	105.05	84.15 - 123.25	9.86	43	117.36	81.30 - 153.75	18.28	11.72	0.002	PL	<0.001	0.001		
PL	24	123.79	101.75 - 145.35	9.79	41	145.31	100.15 - 199.00	25.21	17.38	<0.001	NA	NA	NA		

prerequisite of ANCOVA, we did not represented the trade-off between interpret these results. Meanwhile, 17 out of the remaining 23 measurements (10 in carapace, 7 in plastron) proved to be sexually dimorphic. The only exceptions were NW1, NW2, ACW, SSL, GSW and PW (Table 1). Only one measurement was larger in males than females after size correction (APW; Supplementary Material).

The conducted PCA assessed the multiple interactions among measurements in relation to sexual dimorphism. The results described well the species' morphology with two axes (Fig. 3). The meanings of the retained PC axes were: PC1 (72.44% deviance) revealed the general tortoise size with bigger measurements (like CW2, SCL or PPW2) being associated to higher negative values of this axis; PC2 (5.46% deviance)

developing bigger central scutes or larger scutes at the anterior or posterior part. This axis was positively related to variables like NW2, COSL2, ABSL or VW3 and correlated negatively with others like PPW1, APW or SSL. Both PC1 and PC2 showed significant relation with individuals' sex ($p = 0.02$; $p < 0.001$ in ANOVA tests, respectively). Males were more related to higher values of PC1 (matching their smaller size) and lower values of PC2 (associated with bigger anterior or posterior scutes). Contrarily, females resulted widely distributed across PC1, and more related to positive values of PC2 (associated with bigger central scutes). PC loadings and individual scores are provided as Supplementary Material.

DISCUSSION

Table 2: SCL measurement of *Testudo graeca* across its Western Mediterranean distribution as shown in WERNER *et al.* (2016), together with the obtained at this study. See GRACIÁ *et al.* (2017a,b) and TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP (2021) for lineages assignation.

Location	Lineage	Females SCL (mm)		Males SCL (mm)		References
		N	Mean	N	Mean	
Souss Valley, Morocco	<i>T. g. graeca</i>	/	184.9	/	145	BAYLEY & HIGHFIELD (1996)
Admine, Morocco	<i>T. g. graeca</i>	26	182.7	44	151	CARRETERO <i>et al.</i> (2005)
Jbilet, Morocco	<i>T. g. graeca</i>	42	152.2	40	125	CARRETERO <i>et al.</i> (2005)
Essaouira, Morocco	<i>T. g. graeca</i>	47	169.7	44	144	CARRETERO <i>et al.</i> (2005)
Tetuan, Morocco	<i>T. g. marokkensis</i>	10	170.6	14	174	PIEH & PERALA (2004)
Tarmilete, Morocco	<i>T. g. marokkensis</i>	21	138.5	17	130.4	PIEH & PERALA (2004)
M'Sila, Algeria	<i>T. g. whitei</i>	43	158.2	24	140.1	This study
Tunisia	<i>T. g. nabeulensis</i>	58	129.9	34	121	PIEH & PERALA (2002)
El Kala, Algeria	<i>T. g. nabeulensis</i>	33	150.7	35	138.4	ROUAG <i>et al.</i> (2007)
Cyrenaica, Libya	<i>T. g. cyrenaica</i>	14	172.4	18	149.4	PIEH & PERALA (2002)
Doñana, Spain	<i>T. g. whitei</i> and <i>T. g. whitei</i> x <i>T. g. marokkensis</i>	58	166.1	133	139	BUSKIRK <i>et al.</i> (2001)
Doñana, Spain	<i>T. g. whitei</i> and <i>T. g. whitei</i> x <i>T. g. marokkensis</i>	15	175	/	/	DIAZ <i>et al.</i> (1996)

This study contributes to basic knowledge on the spur-thighed tortoise (*T. g. whitei*) in North Africa, particularly in Algeria. To the best of our knowledge, the tortoises studied in the steppe of M'Sila constitute the first biometric records of the subspecies *T. g. whitei* in North Africa. These Algerian tortoises were relatively small in size compared to other Western Mediterranean *T. graeca* populations (Table 2), probably as a result of inhabiting very arid conditions. As regards to size dimorphism, and as expected from previous literature with *T. graeca* (e.g. CARRETERO *et al.*, 2005; ROUAG *et al.*, 2007; KADDOUR *et al.*, 2008; ARAKELYAN *et al.*, 2018), females were around 13% bigger in straight carapace length (SCL) than males. This estimate fits the expectation according to the latitude of M'Sila population and the marginally significant Rensch's rule pattern found in *T. g. whitei* (see WERNER *et al.*, 2016, although noting that the lineage was named *T. g. graeca* then). The shell morphology of *Testudo* tortoises results from a balance between natural and sexual selection. Whereas natural selection promotes large females and, hence, increases fecundity, sexual selection promotes small mobile males for mate searching (CARRETERO *et al.*, 2005). Our results also reflected a more variable size upon female maturity (as reported in NE Algeria by ROUAG *et al.*, 2007), which probably results from a longer growth period before and after maturity (RODRÍGUEZ-CARO *et al.*, 2013). In this line, differences in female adult sizes have been recently related to differences in their reproductive outcome: bigger females have more offspring with newborns displaying higher survival rates (SEGURA *et al.*, 2021). Hence it would seem beneficial for females to invest in growth, even after reaching maturity.

Our study also identifies key shell measurements to study SSD and SShD. Of the 34 recorded measurements, we found significant SSD in 22 and significant SShD in 17. The main differences between *T. graeca* males and females were found in different shell parts. Males had bigger anterior (gular plates) and posterior (caudal region), whereas females had bigger central shell parts. Once again, the shell structure of *T. graeca* males is a consequence of sexual selection (e.g. CARRETERO *et al.*, 2005; KADDOUR *et al.*, 2008; ZNARI & HICHAMI, 2018; MAKRIDOU *et al.*, 2019). The shell structure of tortoise males generally allows wider movements for their legs to enhance movement capabilities, and the righting ability to avoid the fatal consequences of intrasexual combats (BONNET *et al.* 2001). In the *Testudo* genus, SShD has been even related to the particular features of courtship, which involves the male butting the female's carapace with the thickened gular area of the plastron (WILLEMSSEN & HAILEY, 2003). Larger sized abdominal, vertebral and plastral plates in females clearly indicate a direct relation between larger volume and increased clutch size (SEGURA *et al.* 2021).

Altogether, our analyses suggest the interesting potential of particular measurements when conducting sexual dimorphism studies in *T. graeca*. At the same time, we detected 9 measurements that did not conform ANCOVA

prerequisites by showing no shared allometry between sexes. Although size-correction is not advisable in such cases (McCoy *et al.*, 2006), the interaction “size:sex” has been seldom tested in tortoise literature (e.g. CARRETERO *et al.* 2005; DJORDJEVIĆ *et al.* 2011; although see DJURAKIĆ & MILANKOV, 2019). We, therefore, recommend the standardization of morphometric recording protocols and analytical procedures to generate comparable data and results among research groups.

Acknowledgements

We would like to thank Larisa Nigmatyanova for her help during fieldwork. This work was supported by the grant PID2019-105682RA-I00, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033. RCRC is supported by a postdoctoral grant funded by the Regional Valencian Government and the European Social Fund (APOSTD/2020/090). We appreciate the effort of anonymous reviewers whose comments helped us to improve this work.

REFERENCES

- ADJABI, A., SIDI, H., BOUNAR, R. & NASERI, H.R. (2019). *Floristic Distribution According to the Edaphic Parameters of a Steppe Zone, Case of Study: The Nature Reserve “El-Mergueb” M’sila, Algeria*. *Ekológia* (Bratislava), 38, 336-352.
- ANADÓN, J. D., GRACIÁ, E., BOTELLA, F., GIMÉNEZ, A., FAHD, S., & FRITZ, U. (2015). Individualistic response to past climate changes: niche differentiation promotes diverging Quaternary range dynamics in the subspecies of *Testudo graeca*. *Ecography* 38(9): 956-966.
- ARAKELYAN, M., TÜRKÖZAN, O., HEZAVEH, N. & PARHAM, J.F. (2018). Ecomorphology of tortoises (*Testudo graeca* complex) from the Araks river valley. *Russian Journal of Herpetology*, 25 (4): 245-252.
- BONNET, X., LAGARDE, F., HENEN, B. T., CORBIN, J., NAGY, K. A., NAULLEAU, G., ... & CAMBAG, R. (2001). Sexual dimorphism in steppe tortoises (*Testudo horsfieldii*): influence of the environment and sexual selection on body shape and mobility. *Biological Journal of the Linnean Society* 72(3): 357-372.
- BUSKIRK, J., KELLER, C., ANDREU, A. & FRITZ, U. (2001). *Testudo graeca* Linnaeus, 1758–Maurische Landschildkröte. In FRITZ, U. (ed.) *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*, Bd. III/A Schildkröten (Testudines) I (Bataguridae, Testudinidae, Emydidae). –Aula-Verlag, Wiesbaden, pp. 125-178.
- CARRETERO, M., ZNARI, M., MACÉ, J. & HARRIS, D.J. (2005). Morphological divergence among populations of *Testudo graeca* from west-central Morocco. *Animal Biology* 55: 259-279.
- CEBALLOS-FONSECA, C.P. (2010). Phenotypic plasticity, sexual dimorphism and Rensch's rule in turtles.
- DIAZ PC, KELLER C, ANDREU AC. (1996). Clutch frequency, egg and clutch characteristics and nesting activity of spur-thighed tortoises, *Testudo graeca*, in southwestern Spain. *Canadian Journal of Zoology* 74: 560–564.
- DJORDJEVIC, S., DJURAKIĆ, M., GOLUBOVIC, A., AJTIĆ, R., TOMOVIĆ, L. & BONNET, X. (2011). Sexual body size and body shape dimorphism of *Testudo*

- hermanni* in central and eastern Serbia. *Amphibia-Reptilia* 32: 445-458.
- DJURAKIĆ, M. R., & MILANKOV, V. R. (2019). The utility of plastron shape for uncovering cryptic diversity in Hermann's tortoise. *Journal of Zoology* 310: 145-157
- FRITZ, U., HUNSDÖRFER, A.K., ŠIROKÝ, P., AUER, M., KAMI, H., LEHMANN, J., MAZANAËVA, L.F., TÜRKÖZAN, O. & WINK, M. (2007). Phenotypic plasticity leads to incongruence between morphology-based taxonomy and genetic differentiation in western Palearctic tortoises (*Testudo graeca* complex; Testudines, Testudinidae). *Amphibia-Reptilia* 28: 97-121.
- FRITZ, U., HARRIS, D. J., FAHD, S., ROUAG, R., GRACIÁ, E., GIMÉNEZ, A., ŠIROKÝ, P., KALBOUSSI, M., JDEIDI, T. B., & HUNSDÖRFER, A. K. (2009). Mitochondrial phylogeography of *Testudo graeca* in the Western Mediterranean: old complex divergence in North Africa and recent arrival in Europe. *Amphibia-Reptilia* 30(1): 63-80.
- GRACIÁ, E., VARGAS-RAMÍREZ, M., DELFINO, M., ANADÓN, J.D., GIMÉNEZ, A., FAHD, S., CORTI, C., JDEIDI, T.B. & FRITZ, U. (2017a). Expansion after expansion: dissecting the phylogeography of the widely distributed spur-thighed tortoise, *Testudo graeca* (Testudines: Testudinidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 121: 641-654.
- GRACIÁ, E., RODRÍGUEZ-CARO, R. C., ANDREU, A. C., FRITZ, U., GIMÉNEZ, A., & BOTELLA, F. (2017b). Human-mediated secondary contact of two tortoise lineages results in sex-biased introgression. *Scientific Reports* 7(1): 1-12.
- HIGHFIELD, A. (1990). Tortoises of north Africa; taxonomy, nomenclature, phylogeny and evolution with notes on field studies in Tunisia. *Journal of Chelonian Herpetology* 1: 1-56.
- HIGHFIELD, A. & MARTIN, J. (1989a). New light on an old tortoise: Gilbert White's Selborne tortoise re-discovered. *Journal of Chelonian Herpetology* , 1: 13-22.
- HIGHFIELD, A. & MARTIN, J. (1989b). A revision of the Testudines of north Africa, Asia and Europe. Genus: Testudo. *Journal of Chelonian Herpetology* , 1: 1-12.
- HIGHFIELD, A. C., & BAYLEY, J. R. (1996). The trade in tortoise-derived souvenir products in Morocco. *Traffic Bulletin-Wildlife Trade Monitoring Unit* 16: 33-35.
- IVERSON, J.B. (1992). *A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World*. Earlham College, Richmond, pp. 363.
- JAVANBAKHT, H., IHLOW, F., JABLONSKI, D., ŠIROKÝ, P., FRITZ, U., RÖDDER, D., SHARIFI, M. & MIKULÍČEK, P. (2017). Genetic diversity and Quaternary range dynamics in Iranian and Transcaucasian tortoises. *Biological Journal of the Linnean Society* 121: 627-640.
- KADDOUR, K.B., SLIMANI, T., EL MOUDEN, E., LAGARDE, F. & BONNET, X. (2006). Population structure, population density and individual catchability of *Testudo graeca* in the central Jbilet (Morocco). *Vie et Milieu* 56: 49-54.
- KADDOUR, K.B., MOUDEN, E.H.E., SLIMANI, T., BONNET, X. & LAGARDE, F. (2008).

- Sexual dimorphism in the Greek tortoise: a test of the body shape hypothesis. *Chelonian Conservation and Biology* 7: 21-27.
- LABUS, N., SAVIĆ, A., ŽIVIĆ, N. & BABOVIĆ-JAKŠIĆ, T. (2016). Morphological characteristics of the Hermann's tortoise (*Testudo hermanni* Gmelin, 1789) in the south-eastern part of Kosovo and Metohija. *The University Thought-Publication in Natural Sciences* 6: 1-4.
- LAGARDE, F., BONNET, X., HENEN, B. T., CORBIN, J., NAGY, K. A., & NAULLEAU, G. (2001). Sexual size dimorphism in steppe tortoises (*Testudo horsfieldi*): growth, maturity, and individual variation. *Canadian Journal of Zoology* 79(8): 1433-1441.
- LJUBISAVLJEVIĆ, K., DŽUKIĆ, G. & KALEZIĆ, M.L. (2011). The commercial export of the land tortoises (*Testudo spp.*) from the territory of the former Yugoslavia: a historical review and the impact of overharvesting on wild populations. *North-Western Journal of Zoology* 7 (2): 250-260.
- MACALE, D., VENCHI, A., & SCALICI, M. (2011). Shell shape and size variation in the Egyptian tortoise *Testudo kleinmanni* (Testudinidae, Testudines). *Journal of Vertebrate Biology* 60(2): 167-175.
- MAKRIDOU, K., THOMA, C., BAKALLOUDIS, D. & VLACHOS, C. (2019). Sexual dimorphism of *Testudo* tortoises from an unstudied population in northeast Greece. *Herpetology Notes* 12: 229-233.
- MCCOY, M.W., BOLKER, B.M., OSENBURG, C.W., MINER, B.G. & VONESH, J.R. (2006). Size correction: comparing morphological traits among populations and environments. *Oecologia* 148: 547-554.
- PERÄLÄ, J. (2001). A new species of *Testudo* (Testudines: Testudinidae) from the Middle East, with implications for conservation. *Journal of Herpetology*, 567-582.
- PERÄLÄ, J. (2002a). Morphological variation among Middle Eastern *Testudo graeca* L., 1758 (sensu lato), with a focus on taxonomy. *Chelonii* 3: 78-108.
- PERÄLÄ, J. (2002b). The genus *Testudo* (Testudines: Testudinidae): phylogenetic inferences. *Chelonii* 3: 32-39.
- PIEH, A. (2000). *Testudo graeca soussensis*, eine neue Unterart der Maurischen Landschildkröte aus dem Sousstal (Sudwest-Marokko). *SALAMANDRA-BONN* 36: 209-222.
- PIEH, A. & PERÄLÄ, J. (2002). Variabilität von *Testudo graeca* Linnaeus, 1758 im östlichen Nordafrika mit Beschreibung eines neuen Taxons von der Cyrenaika (Nordostlibyen). *Herpetozoa* 15: 3-28.
- PIEH, A. & PERÄLÄ, J. (2004). Variabilität der Maurischen Landschildkröten (*Testudo graeca* Linnaeus, 1758-Komplex) im zentralen und nordwestlichen Marokko mit Beschreibung zweier neuer Taxa. *Herpetozoa* 17: 19-47.
- RODRÍGUEZ-CARO, R.C., GRACIÁ, E., ANADÓN, J.D. & GIMÉNEZ, A. (2013). Maintained effects of fire on individual growth and survival rates in a spurned tortoise population. *European Journal of Wildlife Research* 59: 911-913.
- RODRÍGUEZ-CARO, R. C., CAPDEVILA, P., GRACIÁ, E., BARBOSA, J. M., GIMÉNEZ, A.,

- & SALGUERO-GÓMEZ, R. (2021). The limits of demographic buffering in coping with environmental variation. *Oikos* 130: 1346-1358.
- ROUAG, R., BENYACOB, S., LUISELLI, L., EL MOUDEN, E. H., TIAR, G. & FERRAH, C. (2007). Population structure and demography of an Algerian population of the Moorish tortoise, *Testudo graeca*. *Animal Biology* 57: 267-279.
- SACCHI, R., ROSA, D.P., PUPIN, F. & FASOLA, M. (2007). Bergmann's rule and the Italian Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*): latitudinal variations of size and shape. *Amphibia-Reptilia* 28: 43-50.
- SEGURA, A., RODRIGUEZ-CARO, R.C., GRACIÁ, E. & ACEVEDO, P. (2021). Differences in Reproductive Success in Young and Old Females of a Long-Lived Species. *Animals* 11: 467.
- TICHÝ, L. & KINTROVÁ, K. (2010). Specimen identification from time-series photographs using plastron morphometry in *Testudo graeca iberica*. *Journal of Zoology* 281: 210-217.
- TURKOZAN, O., KIREMIT, F., LAVIN, B.R., BARDAKCI, F. & PARHAM, J.F. (2018). Morphological and mitochondrial variation of spur-thighed tortoises, *Testudo graeca*, in Turkey. *Herpetological Journal* 28: 1-9.
- TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP [RHODIN, A.G.J., IVERSON, J.B., BOUR, R.F., FRITZ, U., GEORGES, A., SHAFFER, H.B. & VAN DIJK, P.P.]. (2021). Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (9th Ed.). In: RHODIN, A.G.J., IVERSON, J.B., VAN DIJK, P.P., STANFORD, C.B., GOODE, E.V., BUHLMANN, K.A., AND MITTERMEIER, R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs* 8: 1-472. [https://doi.org/10.3854/crm.8.cchecklist.atlas.v9.2021](https://doi.org/10.3854/crm.8.checklist.atlas.v9.2021).
- WERNER, Y.L., KOROLKER, N., SION, G. & GÖÇMEN, B. (2016). Bergmann's and Rensch's rules and the spur-thighed tortoise (*Testudo graeca*). *Biological Journal of the Linnean Society* 117: 796-811.
- WILLEMSEN, R.E. & HAILEY, A. (2003). Sexual dimorphism of body size and shell shape in European tortoises. *Journal of Zoology* 260: 353-365.
- ZNARI, M. & HICHAMI, N. (2018). Biology, life history traits and conservation of the vulnerable Souss Valley tortoise in arid areas of west Central Morocco. *Reptiles and Amphibians* 10: 118-137.

**Partie III : Détermination alimentaire de la
tortue à éperons *Testudo graeca whitei* dans
la réserve naturelle de Mergueb**

1 - Détermination alimentaire de la tortue à éperons *Testudo graeca whitei* :

L'écologie alimentaire de *Testudo graeca* a été peu étudié dans la sphère méditerranéenne (ANDREU 1987, COBO & ANDREU, 1988), avec quelques études réalisées en Afrique du Nord (ELMOUDEN et al., 2006, HICHAMI & ZNARI, 2019), alors qu'une seule étude dans le Nord-est de l'Algérie, a été noté (ROUAG et al., 2008).

Les informations sur la composition des régimes alimentaires naturels des animaux peuvent faciliter la compréhension du rôle d'une espèce dans l'écosystème (MEEK, 2010) ; surtout lorsque cette espèce est gravement menacée dans son habitat naturel, par divers facteurs tels que l'augmentation de l'aridité, le surpâturage et aussi par le commerce (ZNARI et al., 2005 ; MOULHERAT et al., 2014). Ces informations permettent également de pré-adapter les populations élevées en captivité et d'améliorer la survie aux conditions naturelles (WILLEMSEN et al., 2002, IFTIME & IFTIME, 2012). Étant donné que la conservation à long terme des populations en déclin de *T. g. whitei*, est un problème de gestion particulier, nous présentons dans ce sous-chapitre, une donnée sur le choix alimentaire de cette espèce menacée et protégée par la réglementation algérienne.

1.1 - Zone d'étude :

Nous avons étudié le comportement alimentaire de *T. g. whitei* dans la réserve naturelle de Mergueb.

1.2 - Méthode utilisée :

Le régime alimentaire naturel du genre *Testudo* fut étudié en utilisant une série de méthodologies (LAGARDE et al. 2003), la plus connue étant l'analyse des matières fécales (COBO & ANDREU, 1988 ; ELMOUDEN et al., 2006 ; DIAZ-PANIAGUA & ANDREU, 2009 ; MUNONZ et al., 2009 ; IFTIME & IFTIME, 2012). Nous avons choisi la méthode d'enregistrement directe des observations alimentaires, déjà utilisée par plusieurs chercheurs sur les Testudinidae (MEEK, 2010 ; IFTIME & IFTIME, 2012 ; JENNINGS & BERRY, 2015 ; ATTUM et al., 2021). Après avoir été capturées dans la réserve de Mergueb, 23 tortues (12 femelles, 8 mâles et 3 juvéniles) ont été maintenues dans un enclos ouvert (le jardin de la maison familiale d'une surface d'environ 168 m² : 12 m x 14 m), à 500 m de distance de la réserve, durant le mois d'avril 2019.

Cependant, les disponibilités alimentaires sont estimées en échantillonnant les espèces végétales disponibles dans les parcours de la réserve. L'échantillonnage commence par la "Daya", qui correspond à une dépression où se concentrent les eaux de ruissellement, avec un sol relativement profond caractérisé par une texture limono-argileuse, favorable à l'établissement et le développement d'espèces annuelles ou bisannuelles (KAABECHE, 2003). Cet échantillonnage était également pratiqué dans les quatre parcours d'espèces pérennes composant cette réserve : *Artemisia herba-alba*, *Artemisia campestris*, *Salsola vermiculata* et *Stipa tenacissima*. Les échantillons ont été prélevés à travers cinq lignes de 20 m chacune dans les parcours, y compris la "Daya".

Les estimations des disponibilités alimentaires sont réalisées, en utilisant les catégories de Braun-Blanquet et Pavillard (1929) (ROUAG et *al.*, 2008) :

- <01 % pour les espèces présentes mais rares (score = +) ;
- 01-05 % de couverture d'espèces (score = 1) ;
- 05-25 % (score = 2) ;
- 25-50 % (score = 3) ;
- 50-75 % (score = 4) ;
- 75-100 % (score = 5).

La distribution des végétaux fraîchement prélevés, s'effectuaient quotidiennement dans l'enclos, selon un programme d'une ou deux espèces végétales chaque jour, après avoir été fauchées dans les parcours de la réserve. Nous avons enregistré les observations concernant les plantes préférées et consommées par les tortues et celles qui ne le sont pas. Toutes les tortues ont été immédiatement relâchées dans la réserve, à la fin de l'étude.

1.3 - Indice de diversité de Simpson :

L'indice de diversité de Simpson (D) a été utilisé pour définir la stratégie d'alimentation des tortues. Les valeurs de l'indice vont de 1 à 0. La valeur "1" indique une alimentation généraliste caractérisée par la consommation de presque toutes les plantes rencontrées par les tortues, tandis que la valeur "0" indique une alimentation spécialisée très restreinte (MEEK, 2010).

$$D = 1 - \frac{\sum [n (n-1)]}{N (N-1)}$$

D : indice de diversité de Simpson ;
n : Nombre de plantes consommées de chaque famille végétale ;
N : Nombre total de familles végétales consommées.

2 – Résultats :

La méthode d'observation directe utilisée dans la présente étude, était aussi simple et commode, comparativement à plusieurs autres méthodes expérimentales, tel que l'utilisation des matières fécales comme indice de consommation, qui présente des risques d'erreur élevés en raison de la digestibilité différente des différentes espèces végétales, générant ainsi des difficultés d'identification des espèces végétales consommées (ROUAG et *al.*, 2008 ; MEEK, 2010 ; LOSS et *al.*, 2020).

Au total, 40 espèces végétales ont été échantillonnées, ceci en fonction de leur disponibilité au cours de l'étude, considérées comme des plantes alimentaires potentielles pour *T. g. whitei*. Cependant, seules 11 espèces ont été consommées (Tableau 20). L'indice de diversité de Simpson $D = 0,33$ indique qu'une gamme étroite de plantes a été consommée par *T. g. whitei* dans la réserve de Mergueb.

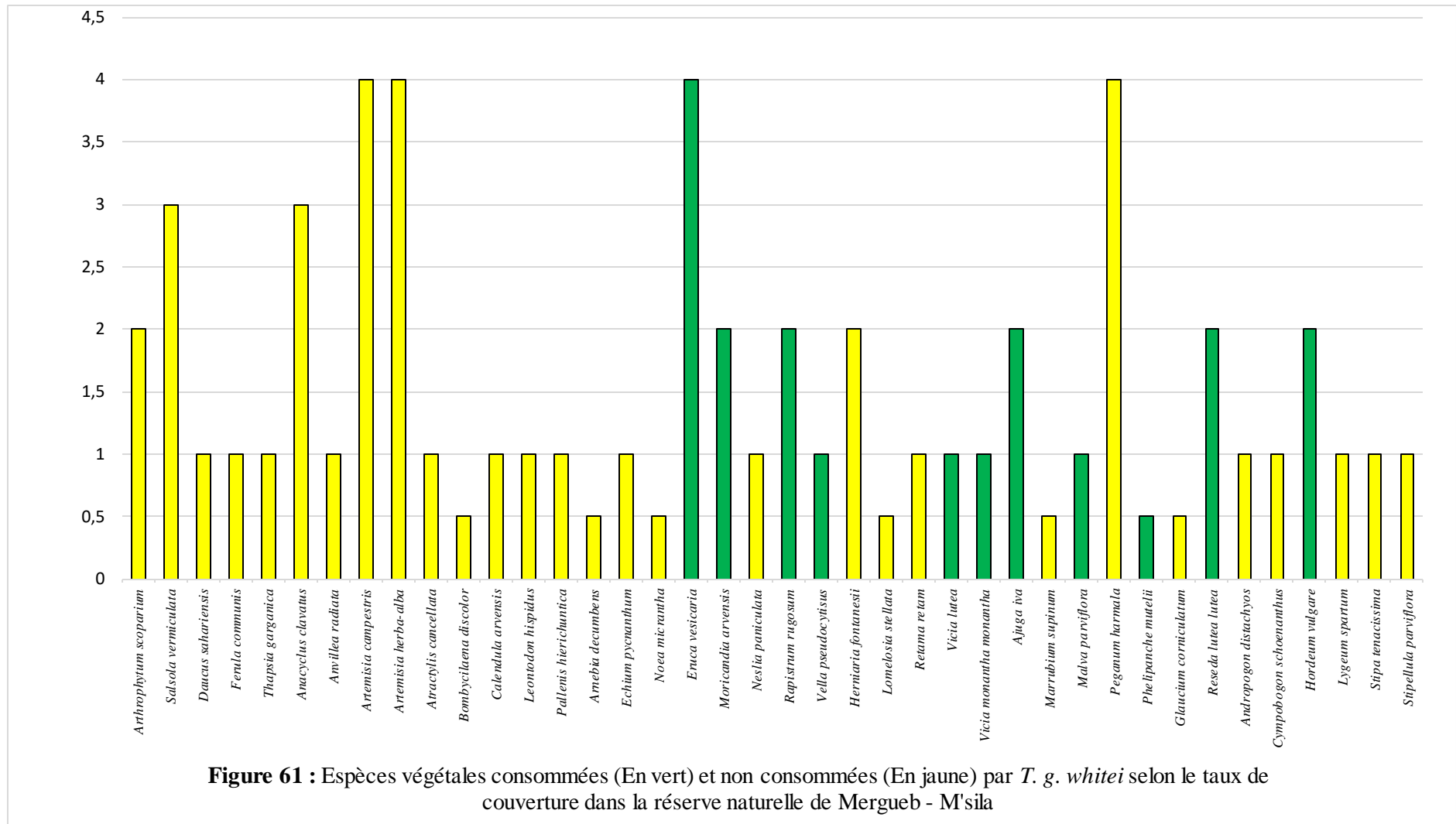
La préférence a été principalement enregistrée pour les Brassicacées (quatre espèces végétales consommées), puis les Fabacées (deux espèces végétales consommées), tandis que la préférence des tortues était moindre pour les Lamiacées, Malvacées, Orobanchacées, Résédacées et Poacées (une espèce végétale consommée de chaque famille). Les espèces végétales consommées au printemps (avril), appartiennent à sept familles végétales différentes, toutes annuelles : *Eruca vesicaria* (Roquette vésicaire), *Moricandia arvensis* (Moricandie des champs), *Rapistrum rugosum* (Ravanisclé), *Vella pseudocytisus*, *Vicia lutea* (Vesce jaune), *Vicia monantha monantha* (Vesce éperonnée), *Ajuga iva* (Ivette musquée), *Malva parviflora* (Mauve à petites fleurs), *Phelipanche mutelii*, *Reseda lutea lutea* (Réséda jaune) et *Hordeum vulgare* (L'orge commune) (Figure 60 ; Tableau 21 ; Figure 61).



Figure 60 : Groupe d'individus de la Tortue à éperons *T. g. whitei* mangeant différentes espèces végétales échantillonnées dans la réserve naturelle de Mergueb (Algérie).

Tableau 21 : Liste des espèces végétales échantillonnées et mises à la consommation par la tortue à éperons *T. g. whitei* dans la réserve naturelle de Mergueb.

Taxons végétaux	Espèces	Couverture	Consommées
Dicotylédones			
Famille			
Amaranthaceae	<i>Arthrophytum scoparium</i>	2	Non
	<i>Salsola vermiculata</i>	3	Non
Apiaceae	<i>Daucus sahariensis</i>	1	Non
	<i>Ferula communis</i>	1	Non
	<i>Thapsia garganica</i>	1	Non
Asteraceae	<i>Anacyclus clavatus</i>	3	Non
	<i>Anvillea radiata</i>	1	Non
	<i>Artemisia campestris</i>	4	Non
	<i>Artemisia herba-alba</i>	4	Non
	<i>Atractylis cancellata</i>	1	Non
	<i>Bombycilaena discolor</i>	+	Non
	<i>Calendula arvensis</i>	1	Non
	<i>Leontodon hispidus</i>	1	Non
	<i>Pallenis hierichuntica</i>	1	Non
Boraginaceae	<i>Arnebia decumbens</i>	+	Non
	<i>Echium pycnanthum</i>	1	Non
	<i>Nonea micrantha</i>	+	Non
Brassicaceae	<i>Eruca vesicaria</i>	4	Oui
	<i>Moricandia arvensis</i>	2	Oui
	<i>Neslia paniculata</i>	1	Non
	<i>Rapistrum rugosum</i>	2	Oui
	<i>Vella pseudocytisus</i>	1	Oui
Caryophyllaceae	<i>Herniaria fontanesii</i>	2	Non
Dipsaceae	<i>Lomelosia stellata</i>	+	Non
Fabaceae	<i>Retama retam</i>	1	Non
	<i>Vicia lutea</i>	1	Oui
	<i>Vicia monantha monantha</i>	1	Oui
Lamiaceae	<i>Ajuga iva</i>	2	Oui
	<i>Marrubium supinum</i>	+	Non
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i>	1	Oui
Nitrariaceae	<i>Peganum harmala</i>	4	Non
Orobanchaceae	<i>Phelipanche mutelii</i>	+	Oui
Papaveraceae	<i>Glaucium corniculatum</i>	+	Non
Resedaceae	<i>Reseda lutea lutea</i>	2	Oui
Monocotylédones			
Famille	Espèces		
Poaceae	<i>Andropogon distachyos</i>	1	Non
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	1	Non
	<i>Hordeum vulgare</i>	2	Oui
	<i>Lygeum spartum</i>	1	Non
	<i>Stipa tenacissima</i>	1	Non
	<i>Stipellula parviflora</i>	1	Non



2 - Discussion :

Parmi les espèces végétales consommées, *Ajuga iva* (Ivette musquée) et *Eruca vesicaria* (Roquette vésicaire) ont la plus grande disponibilité dans la réserve, tandis que *Phelipanche mutelii* présente la plus faible disponibilité et est la moins commune dans les sites d'échantillonnage de la zone d'étude. Le couvert végétal échantillonné dans les parcours de cette réserve, est dominé par des plantes vivaces à savoir : *Artemisia campestris* et *Artemisia herba-alba*, néanmoins elles n'ont pas été consommées par les tortues dans la présente étude.

Les résultats de la présente étude montrent que la population étudiée de *T. g. whitei* au printemps, a une préférence sélective pour quelques familles de plantes disponibles dans la réserve de Mergueb. Cependant, les Brassicaceae (crucifères) et les Fabaceae (légumineuses) représentent des aliments de base comme cela a été rapporté pour *Testudo hermanni hermanni* en Catalogne (LOSS et al., 2020). Comparativement, des résultats similaires dans d'autres régions ont montré une préférence alimentaire sélective chez *Testudo spp.* pour les légumineuses (El MOUDEN et al., 2006 ; ROUAG et al., 2008 ; MEEK, 2010 ; IFTIME & IFTIME, 2012 ; HICHAMI & ZNARI, 2019). De plus, des observations comparables ont été faites pour *Gopherus agassizii* en Californie, qui a une préférence pour les légumineuses (JENNINGS & BERRY, 2015).

Ces préférences sélectives pour un ou plusieurs types de plantes, seraient dues à leur haute teneur nutritionnelle, et à leur facilité de digestion et d'assimilation (MEEK, 2010), sachant que la haute teneur en azote et la haute valeur nutritionnelle des plantes, jouent un rôle important chez les tortues en phase de croissance (JENNINGS & BERRY, 2015 ; HICHAMI & ZNARI, 2019). Dans le même contexte, selon LOSS et al. (2020), cette préférence pourrait également être liée à la structure plutôt molle des feuilles, à leur haute teneur énergétique et aux minéraux facilement assimilables (phosphore, sodium, calcium).

La sélection alimentaire orientée vers les Brassicacées, peut être liée aux Glucosinolates et autres composés biologiquement actifs présents dans cette famille de plantes. Des études récentes montrent les effets bénéfiques des Glucosinolates, y compris les fonctions régulatrices de l'inflammation, la réponse au stress, le métabolisme et les activités antioxydantes, ainsi que les propriétés antimicrobiennes directes (FAVELA-GONZALEZ & al., 2020 ; BISCHOFF, 2021).

Vraisemblablement, les avantages nutritionnels de trouver des espèces moins abondantes avec une assimilation énergétique plus facile (par exemple : les légumineuses) l'emportent sur les efforts de recherche de nourriture et de locomotion pour les localiser (MEEK, 2010). De nombreuses autres espèces végétales, qui sont abondantes dans l'habitat de la présente étude, telles que les plantes vivaces des parcours, ont été évitées par la population de *T. g. whitei*.

Il est possible qu'ils soient consommés pendant la saison estivale, lorsque les plantes annuelles se dessèchent et deviennent sénescents (ATTUM et *al.*, 2021). Donc les espèces riches en eau seraient recherchées par les Reptiles.

3 – Conclusion :

Outre les impacts des changements climatiques actuels, il reste probable que la désertification, les labours et le surpâturage dans la réserve de Mergueb, pourraient réduire la diversité des espèces végétales. Ainsi, la population de tortues de *T. g. whitei* serait plus vulnérable à une diminution de la disponibilité des plantes alimentaires préférées. Cela indique la nécessité de poursuivre ce travail de recherche et de conservation, avec une perspective comparative, de suivi en rapport avec les changements climatiques mais aussi l'anthropisation en hausse pour mieux comprendre l'écologie alimentaire de cette espèce animale.

Article 3

FEEDING BEHAVIOUR OF A *Testudo graeca whitei* POPULATION IN MERGUEB NATURE RESERVE, ALGERIA

FEEDING BEHAVIOUR OF A *Testudo graeca whitei* POPULATION IN MERGUEB NATURE RESERVE, ALGERIA

Aissa, B. H. and M. Adel¹

Department of Agronomic Sciences, Faculty of Biological Sciences and Agronomic Sciences, University of Tizi Ouzou, PB 15017, Tizi Ouzou 015000, Algeria; ¹Department of Agronomic Sciences, Faculty of Sciences, University of M'sila, PB 166, M'Sila 028000, Algeria. Laboratory of Genetics, Biotechnology and Valorization of Bio-resources, University of Biskra, Algeria.

Abstract

The diet of a population of the Spur-thighed tortoise (*Testudo graeca whitei*), in the Mergueb Nature Reserve in the Algerian steppe, was studied by direct observation. This tortoise population was fed selectively during the month of April when out of 40 different plant species as potential food, only 11 species were consumed.

Key words: *Testudo graeca whitei*; Threatened species; Mergueb; Feeding preferences; M'Sila.

INTRODUCTION

The spur-thighed tortoise, *Testudo graeca whitei* (*T. g. whitei*), occupies a wide range of environment in North Africa, from arid areas with annual precipitation of about 116 mm to very humid Mediterranean environment where annual precipitation reaches 1092 mm (Anadón *et al.* 2012, Rouag *et al.* 2017). The nomenclature of this subspecies has been recently revisited, being *T. g. whitei* attributed to the subspecies present in the North of Algeria, NE Morocco, and Spain (previously named *T. g. graeca*, Turtle Taxonomy Working Group 2021). The feeding ecology of *T. g. whitei* has been little studied in the Mediterranean sphere (Andreu 1987, Cobo and Andreu 1988), with a few studies done in North Africa (El Mouden *et al.* 2006, Hichami and Znari 2019), while only one study in the northeast of Algeria was noted (Rouag *et al.* 2008).

Information on the composition of natural animal diets, can facilitate understanding the role of a species in the ecosystem (Meek 2010); especially when this species is seriously threatened in its natural habitat, by various factors such as increasing aridity, overgrazing, and also by trade (Znari *et al.* 2005, Moulherat *et al.* 2014). This information also makes it possible to pre-adapt the populations bred in captivity and to enhance survivorship to natural conditions (Willemsen *et al.* 2002, Iftime and Iftime 2012).

Because the long-term conservation of the declining populations of *T. g. whitei* is a particular management concern, we present in this article, data on the food choice of this threatened species that is protected by Algerian regulations.

MATERIAL AND METHODS

Study zone

The feeding behavior of *T. g. whitei* was studied in the Mergueb Nature Reserve, located in the high steppe plains in central Algeria, with the northern latitude of 35°35' and East longitude of 03°55', at an average altitude of 620 m, and upon an area of 16,481 ha (Adjabi *et al.* 2019).

This natural site is characterized by several plant species consisting primarily of *Artemisia herba-alba*, *Artemisia campestris*, *Salsola vermiculata*, *Anabasis articulata*, and *Stipa tenacissima* (Kaabeche,

2003, Adjabi *et al.* 2019), and a variety of annual and biennial species. The soils have sandy clay loam and sandy loam structures. The average minimum temperature is 3.5°C in February and the average maximum is 42.2°C in July. The average annual rainfall is between 121 and 181 mm (Adjabi *et al.* 2019).

Research protocol

The natural diet of *Testudo spp.* was studied previously by employing a series of methodologies (Lagarde *et al.* 2003), including analysis of fèces (Cobo and Andreu 1988, El Mouden *et al.* 2006, Díaz-Paniagua and Andreu 2009, Munoz *et al.* 2009, Iftime and Iftime 2012). The method of recording direct feeding observations was selected as it has already been used by several researchers on Testudinidae (Meek 2010, Iftime and Iftime 2012, Jennings and Berry 2015, Attum *et al.* 2021). After the individual tortoises were captured in the Mergueb Reserve, 23 tortoises (12 females, 8 males, and 3 juveniles) were maintained in an open enclosure (the garden of a family house with a surface area of about 168 m²: 12 m × 14 m), at a distance of 500 m from the Reserve. The study was conducted in April of 2019 when fresh plant species were available in the Reserve and were picked for feeding in the enclosure.

Food availability is estimated by sampling the plant species in the courses of the Reserve, starting with the "Daya", which corresponds to a depression where the runoff water is concentrated, with a relatively deep soil characterized by a silty clay texture, favorable to the establishment and development of annual or biennial species (Kaabeche 2003). Sampling was also carried out in the four courses of perennial species occurring in this reserve: *Artemisia herba-alba*, *Artemisia campestris*, *Salsola vermiculata* and *Stipa tenacissima*. The samples were collected along the five transects of 20 m each in the courses, including the "Daya ».

The food availability estimates are carried out, using the Braun-Blanquet and Pavillard (1929) categories (Rouag *et al.* 2008):

- <01 % for species present but rare (score = +); 01-05 % of species cover (score = 1); 05-25 % (score = 2); 25-50 % (score = 3); 50-75 % (score = 4); 75-100 % (score = 5).

The distribution and dissemination of freshly sampled plants, was carried out daily into the enclosure, according to a program of one or two vegetal species every day, after having been mowed from the courses of the Reserve. Observations were recorded on the plants that were preferred and consumed by the tortoises and which plants were not consumed. All the tortoises were released in the Reserve, immediately after the completion of the study.

Statistical analysis

The Simpson Diversity Index (D) was used to define the feeding strategy of the tortoises. The index values ranged from 1 to 0. The value (1) indicated a generalist diet characterized by the consumption of almost any plant that tortoises come across, while the value (0) indicated a very restricted specialized diet (Meek 2010).

$$D = 1 - \frac{\sum [n(n-1)]}{N(N-1)}$$

D: Simpson diversity index; n: number of plants consumed of each plant family; N: total number of plant families consumed.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 40 plant species was sampled, according to availability during the study, and considered as potential food plants for *T. g. whitei*. However, only 11 species were consumed (Table 1). The Simpson diversity index ($D = 0.33$) indicates that a narrow range of plants was consumed by *T. g. whitei* individuals in the Reserve.

The method of direct observation used in the present study was simple and convenient, compared to several other experimental methods, for example, the use of feces as consumption indices, which has high risks of error due to comparable digestibility of different plant species, generating thus difficulties in identifying consumed vegetal species (Rouag *et al.* 2008, Meek 2010, Loss *et al.* 2020).

Table 1. List of plant species sampled from the Mergueb Nature Reserve (Algeria), consumed by the Spur-thighed tortoise, *Testudo graeca whitei*.

Group	Plant Taxa		Cover	Consumed
	Family	Species		
Dicotyledons	Amaranthaceae	<i>Arthrophytum scoparium</i>	2	No
		<i>Salsola vermiculata</i>	3	No
	Apiaceae	<i>Daucus sahariensis</i>	1	No
		<i>Ferula communis</i>	1	No
		<i>Thapsia garganica</i>	1	No
	Asteraceae	<i>Anacyclus clavatus</i>	3	No
		<i>Anvillea radiata</i>	1	No
		<i>Artemisia campestris</i>	4	No
		<i>Artemisia herba-alba</i>	4	No
		<i>Atractylis cancellata</i>	1	No
		<i>Bombycilaena discolor</i>	+	No
		<i>Calendula arvensis</i>	1	No
		<i>Leontodon hispidus</i>	1	No
		<i>Pallenis hierichuntica</i>	1	No
	Boraginaceae	<i>Arnebia decumbens</i>	+	No
		<i>Echium pycnanthum</i>	1	No
		<i>Noea micrantha</i>	+	No
	Brassicaceae	<i>Eruca vesicaria</i>	4	Yes
		<i>Moricandia arvensis</i>	2	Yes
		<i>Neslia paniculata</i>	1	No
		<i>Rapistrum rugosum</i>	2	Yes
		<i>Vella pseudocytisus</i>	1	Yes
	Caryophyllaceae	<i>Herniaria fontanesii</i>	2	No
	Dipsaceae	<i>Lomelosia stellata</i>	+	No
	Fabaceae	<i>Retama retam</i>	1	No
		<i>Vicia lutea</i>	1	Yes
		<i>Vicia monantha monantha</i>	1	Yes
	Lamiaceae	<i>Ajuga iva</i>	2	Yes
		<i>Marrubium supinum</i>	+	No
	Malvaceae	<i>Malva parviflora</i>	1	Yes
Nitrariaceae	<i>Peganum harmala</i>	4	No	
Orobanchaceae	<i>Phelipanche mutelii</i>	+	Yes	
Papaveraceae	<i>Glaucium corniculatum</i>	+	No	
Resedaceae	<i>Reseda lutea lutea</i>	2	Yes	
Poaceae	<i>Andropogon distachyos</i>	1	No	
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	1	No	
	<i>Hordeum vulgare</i>	2	Yes	
Monocotyledons	<i>Lygeum spartum</i>	1	No	
	<i>Stipa tenacissima</i>	1	No	
	<i>Stipellula parviflora</i>	1	No	

The preference was primarily recorded for Brassicaceae: four vegetal species consumed), then Fabaceae: two vegetal species consumed, while the tortoises' preference was less for the Lamiaceae, Malvaceae, Orobanchacea, Resedaceae and Poaceae: one vegetal species consumed from each family (Fig. 1). The vegetal species consumed during spring (April), belonged to seven different plant families, which were all annuals: *Eruca vesicaria*, *Moricandia arvensis*, *Rapistrum rugosum*, *Vella pseudocytisus*, *Vicia lutea*, *Vicia monantha monantha*, *Ajuga iva*, *Malva parviflora*, *Phelipanche mutelii*, *Reseda lutea lutea*, and *Hordeum vulgare*.



Fig. 1. Group of individuals of *T. g. whitei* while eating different plant species sampled in the Mergueb Nature Reserve (Algeria).

Among vegetal species consumed, *Ajuga iva* and *Eruca vesicaria* had the highest availability in the Reserve, while *Phelipanche mutelii* had the lowest availability and it was least common in the sampling locations of the study area. The vegetation cover in the sampled steppe area was dominated by perennial plants, namely *Artemisia campestris* and *Artemisia herba-alba*; however, they weren't consumed by tortoises in the present study.

The results of the present study show that the studied population of *T. g. whitei* during the spring season has a preference for the plant Families that are available in Mergueb Reserve. Brassicaceae

(Crucifers) and Fabaceae (Leguminous), represent staples as was found for *Testudo hermanni hermanni* in Catalonia (Loss *et al.* 2020). Comparatively, similar results in other regions showed a food preference in *Testudo* spp. for leguminous plants (El Mouden *et al.* 2006, Rouag *et al.* 2008, Meek 2010, Iftime and Iftime 2012, Hichami and Znari 2019). Furthermore, comparable observations were made for *Gopherus agassizii* in California, which has a preference for leguminous plants (Jennings and Berry 2015). These selective preferences for one or more plant species would be due to their high nutritional content, and ease of digestion and assimilation (Meek 2010), knowing that plants' high nitrogen content and high nutritional value play an important role in tortoises growth (Jennings and Berry 2015, Hichami and Znari 2019). In the same context, according to Loss *et al.* (2020), this preference could also be linked to the rather soft leaf structure, their high energy content, and the easily assimilated minerals (phosphorus, sodium, calcium).

The food selection oriented towards Brassicaceae can be linked to glucosinolates and other biologically active compounds found in this Family of plants. Recent studies show the beneficial effects of glucosinolates, including regulatory functions of inflammation, stress response, metabolism, and antioxidant activities, as well as direct antimicrobial properties (Favela-Gonzalez *et al.* 2020, Bischoff 2021). Presumably, the nutritional benefits of finding less abundant species with easier energy assimilation (for example: leguminous) outweigh the efforts of foraging and locomotion to locate them (Meek 2010). Many other plant species, that are abundant in the habitat of the present study, such as rangelands perennials plants, were avoided by the population of *T. g. whitei*. Possibly they may be consumed during the summer season when annual plants dry out and are senescent (Attum *et al.* 2021).

In addition to the impacts of the current climatic changes, it remains probable that desertification, plowing, and overgrazing in the Mergueb Reserve could reduce the diversity of plant species. Thus, the tortoise population of *T. g. whitei* would be more vulnerable to a declining availability of preferred food plants. This indicates a need for more research and conservation hard work, with a comparative perspective, to better understand the food and feeding ecology of this turtle species.

ACKNOWLEDGEMENTS

Authors acknowledge especially Mr. Roger Meek and Mr. Youcef Benhenia for their precious help during the study. No fund was obtained to perform the present study.

REFERENCES

- Adjabi, A., H. Sidi, R. Bounar and H. R. Naseri. 2019. Distribution floristique selon les paramètres édaphiques d'une zone steppique, cas d'étude: la réserve naturelle "El-Mergueb" M'sila, Algérie. *Ekológia (Bratislava)*. **38**(4): 336-352.
- Anadón, J. D., A. Giménez, E. Graciá, I. Pérez, M. Ferrández, S. Fahd, H. El Mouden, M. Kalboussi, T. Jdeidi, S. Larbes, R. Rouag, T. Slimani, M. Znari and U. Fritz. 2012. Distribution of *Testudo graeca* in the western Mediterranean according to climatic factors. *Amphibia-Reptilia*. **33**: 285-296.
- Andreu, A. C. 1987. *Ecología y dinámica poblacional de la tortuga mora, Testudo graeca, en Doñana*. Thesis doctoral, University of Seville.
- Attum, O., B. Rabia, M. El-Bana and S. B. El Din. 2021. The diet and vegetation composition of Egyptian tortoise habitat in North Sinai, Egypt. *Amphibia-Reptilia*. **1**: 1-12.

- Bischoff, KL. 2021. Glucosinolates, dans Nutraceuticals ,Press académique, pp. 903-909.
- Cobo, M. and A. C. Andreu. 1988. Seed consumption and dispersal by the spur-thighed tortoise *Testudo graeca*. *Oikos*. **51**(3): 267-273.
- Díaz-Paniagua, C. and A. C. Andreu. 2009. Tortuga mora – *Testudo graeca*. In: A.Salvador and A.Marco (Eds.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. 40 pp.
- El Mouden, E. H., T. Slimania, K. B. Kaddour, F. Lagarde, A. Ouhammou and X. Bonnet. 2006. *Testudo graeca graeca* feeding ecology in an arid and overgrazed zone in Morocco. *J. Arid Environ.* **64**(3): 422-435.
- Favela-González, K.M., A.Y. Hernández-Almanza and N.M. De la Fuente-Salcido. 2020. The value of bioactive compounds of cruciferous vegetables (Brassica) as antimicrobials and antioxidants : A review. *J. Food Biochem.* **44**(10): 13414.
- Hichami, N. and M. Znari. 2019. Sous valley tortoise (*Testudo graeca soussensis*) biology in the arid steppes of centrale Jbilet, west central of Morocco. *Annales of West University of Timisoara. Series of Biology.* **22**(1): 15-24.
- Iftime, A. and O. Iftime. 2012. Observations à long terme sur l'alimentation des tortues sauvages de la Grèce orientale *Testudo graeca iberica* (Reptilia: Testudines: Testudinidae) à Dobrogea, Roumanie. *Acta Herpetologica.* **7**(1): 105-110.
- Jennings, W. B. and K. H. Berry. 2015. Desert tortoises (*Gopherus agassizii*) are selective herbivores that track the flowering phenology of their preferred food plants. *Plos One.* **10**(1): 01-32.
- Kaabeche, M. 2003. Étude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve d'El Mergueb (Wilaya de M'sila, Algérie). *Direction générale des forêts (DGF)*, Alger.
- Lagarde, F., X. Bonnet, J. Corbin, B. Henen, K. Nagy, B. Mardonov and G. Naulleau. 2003. Foraging behaviour and diet of an ectothermic herbivore: *Testudo horsfieldi*. *Ecography.* **26**: 236-242.
- Loss, M., B. Pfau and J. Budó. 2020. Nutritional Ecology of *Testudo hermanni hermanni* in the Albera, Catalonia. *Radiata.* **29**(4): 4-22.
- Meek, R. 2010. Nutritional selection in hermann's Tortoise, *Testudo hermanni*, in Montenegro and Croatia lower case! *British Chelonia Group.* **7**(2): 88-95.
- Moulherat, S., V. Delmas, T. Slimani, E.H. El Mouden, T. Louzizi, F. Lagarde and X. Bonnet. 2014. How far can a tortoise walk in open habitat before over-heating ? Implications for conservation. *J. Nat. Conserv.* **22**: 186-192.
- Munoz, A., J. Soler and A. Martinez-Silvestre. 2009. Aportaciones al estudio de la alimentacion de *Testudo hermanni hermanni* en el Parque Natural de la Sierra de Montsant. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española.* **20**: 54-58.
- Rouag, R., C. Ferrah, L. Luiselli, G. Tiar, S. Benyacoub, N. Ziane and E. El Mouden. 2008. Food choice of an Algerian population of the spur-thighed tortoise, *Testudo graeca*. *African J. Herpetol.* **57**(2): 103-113.
- Rouag, R., N. Ziane and S. Benyacoub. 2017. Activity patterns of the spur-thighed tortoise, *Testudo graeca* (Reptilia: Testudines: Testudinidae) in northeastern Algeria. *J. Entomol. Zool. Stud.* **5**: 177-180.
- Willemsen, R. E., A. Hailey, S. Longepierre and C. Grenot. 2002. Body mass condition and management of captive European tortoises. *Herpetol. J.* **12**: 115-121.
- Znari, M., D. J. Germano and J. C. Macé. 2005. Growth and population structure of the Moorish Tortoise (*Testudo graeca graeca*) in Westcentral Morocco: Possible effects of over-collecting for the tourist trade. *J. Arid Environ.* **62**: 55-74.

Conclusion générale

Conclusion générale

Comprendre l'écologie des Reptiles peut aider à la planification et à la mise en place d'une gestion efficace pour ces animaux. À l'échelle mondiale, les Reptiles sont l'un des taxons de vertébrés les plus menacés, avec une proportion plus élevée d'espèces menacées d'extinction que les oiseaux ou les mammifères. La principale menace pour les espèces de Reptiles est la perte d'habitat, le changement d'habitat ou la dégradation de l'habitat associée à la croissance de la population humaine.

La rareté globale et la faible détectabilité de nombreuses espèces de Reptiles nécessitent des efforts déraisonnables pour parvenir à un échantillonnage exhaustif des assemblages même à des échelles très locales, ce qui pourrait expliquer le peu d'études sur leur diversité, en particulier à l'échelle régionale.

La zone d'étude située à la limite nord de la steppe algérienne dans le bassin "El Hodna", abrite 22 espèces de Reptiles représentant environ 27,5 % de toutes les espèces de Reptiles inventoriés en Algérie. En plus de la richesse des Reptiles dans cette zone étroite, deux espèces classées par l'UICN comme quasi menacées (Fouette-queue : *Uromastix acanthinurus* et Vipère De Mauretanie : *Daboia mauritanica*) et une espèce pour laquelle les données sont insuffisantes (Couleuvre-diadème du Maghreb : *Spalerosophis dolichospilus*) ont été enregistrées.

Les habitats de la région d'étude, influencés par la mosaïque des niches écologiques (disponibilité de la végétation, sol pierreux ou rocheux, sécheresse, humidité et Altitude) sont responsables de la distribution des Reptiles. Nous avons aussi constaté que certaines espèces caractérisent bien leurs milieux, comme par exemple *Psammodromus algirus* qui fréquente les hauteurs des montagnes ; *M. leprosa* qui semblent affectionner les zones humides, et enfin *Macrovipera mauritanica* qui fréquente les endroits rocheux et bien exposés au soleil.

L'abondance relative des individus reptiliens a également été notée assez faible, voire inquiétante, à l'exception de *Psammodromus algirus*, qui préfère les habitats les plus élevés des montagnes, à l'abri des pressions anthropiques.

La densité des Reptiles dans leurs milieux dépend de la disponibilité des endroits d'exposition solaires, indispensables à la thermorégulation, dépendant étroitement du recouvrement de la végétation au niveau du sol. L'altitude s'est révélé un facteur important

Conclusion générale

dans la répartition de certains taxons. Les besoins alimentaires définissent également la localisation de bon nombre d'espèces.

La destruction alarmante de leurs habitats par le labour excessif des Daya, le surpâturage des parcours steppiques et l'anthropisation en serait les principales causes, outre les impacts des changements climatiques. Ainsi, les populations des tortues de *T. g. whitei* serait plus vulnérable à une diminution de la disponibilité des plantes alimentaires préférées, comme le montre bien notre étude sur la sélectivité de son régime alimentaire.

Pour cette tortue, nos analyses morphométriques ont révélés le potentiel intéressant de dimorphisme sexuel. Nous avons détecté 9 mesures non conformes montrant une allométrie non partagée entre les sexes.

Bien que *Testudo graeca whitei* bénéficie d'une attention pour la conservation de son statut dans le monde, en raison de menaces qui incluent la destruction de son habitat, et son surexploitation pour le commerce des animaux de compagnie, mais hélas cette conservation reste largement insuffisante en Algérie.

Ces constats nous amènent à proposer la mise à jour du statut de protection de certaines espèces de Reptiles dans la réglementation algérienne, notamment pour : *Eryx jaculus* qui semble en déclin, et *Trogonophis wiegmanni* qui peut être utilisé comme espèce indicatrice pour évaluer le succès de la gestion de la conservation dans les biorégions méditerranéennes. Des études spécialisées devraient être menées pour connaître et quantifier les types d'actes commerciaux illégaux menés envers les Reptiles en Algérie. D'autre part, il devient essentiel de réglementer l'acquisition d'animaux exotiques par les citoyens comme animaux de compagnie ou à des fins d'exposition. Plus encore, les autorités compétentes devraient accorder plus d'attention à la faune sauvage en renforçant encore les lois afin de préserver les écosystèmes naturels. D'autres espèces nécessitent une attention particulière à cause du prélèvement direct comme les *Uromastyx* et les jeunes varans (*Varanus griseus*) dont plusieurs centaines finissent empaillés et vendus en toute impunité malgré le statut d'espèces protégée.

Parmi les actions qu'il faut entreprendre pour préserver la biodiversité dans la réserve de Mergueb, figure son classement en "Aire de gestion des habitats et des espèces" (Gestion par exploitation autorisé). Ceci ne peut-être tangible qu'avec le renforcement des moyens

Conclusion générale

logistiques et humaines des services de la protection des forêts, tant dans les aires protégées qu'ailleurs dans le reste des habitats.

La conception de l'étude de la préservation de la réserve de Mergueb dans le cadre du projet PNUD G 35 (sous la tutelle de la Direction générale des forêts) est bonne du point de vue technique, mais la mise à jour de ce statut de protection est plus que jamais indispensable, par l'implication des communautés locales, sur les droits d'accès aux ressources et aux terres de la réserve de Mergueb.

Il est également recommandé de renforcer la coopération régionale, l'échange d'expertise et l'amplification des programmes de recherche appliquée, et de toute urgence, l'identification et la délimitation de bio-régions à forte diversité de Reptiles, ce qui serait crucial pour la mise en œuvre et conduite des plans de conservation d'une manière plus efficace et plus simple.

Tout cela implique un besoin développé des programmes d'enseignement environnemental sur la préservation de la biodiversité dans les zones à haut niveau de valeur écologique, tel la réserve de Mergueb. La planification des actions de conservation nécessite des informations détaillées sur la répartition géographique des espèces. Les informations sur la répartition des habitats des espèces peuvent aider à identifier les sites où l'espèce est la plus susceptible de prospérer, car des populations viables en dépendent.

Cependant, il serait important d'élaborer des plans d'actions axés sur :

- ✚ Éducation et sensibilisation : La plupart des programmes de conservation des Reptiles dans cette région ont identifié la nécessité de changer les attitudes et les comportements locaux, en particulier là où l'espèce est délibérément tuée ou ses habitats détruits par des humains. Mener des enquêtes sur les « Connaissances, Attitudes et Pratiques » (CAP) auprès d'un échantillon représentatif du public peut être utile pour comprendre les points de vue locaux avant de décider des messages, des méthodes et des publics cibles.
- ✚ Restauration de l'habitat : Compte tenu de la dégradation et de la fragmentation des steppes et autres écosystèmes, il est dommage que peu d'efforts soit fait pour les restaurer ;
- ✚ Conservation en captivité : L'établissement d'une espèce en captivité peut servir d'assurance contre son extinction à l'état sauvage, permettre de nouvelles connaissances

Conclusion générale

précieuses sur son écologie et son comportement et contribuer aux programmes d'éducation ;

- ✚ Réintroductions : Dans certains cas où une espèce a disparu d'une zone, il peut être possible de la réintroduire si la cause de sa disparition a été identifiée et résolue ;
- ✚ Renforcement des capacités de conservation : Mener les actions ci-dessus nécessite des personnes dévouées, bien formées, équipées et soutenues dans les agences gouvernementales, la société civile et les universités.

Nous préconisons également :

- ✚ Cartographier les habitats des Reptiles et les habitats potentiels avec le GIS (Geographic Information Systems) est inestimable, d'autant plus qu'ils peuvent changer au fil du temps en raison de la gestion et d'événements tels que les incendies.
- ✚ La modélisation de la distribution des espèces est un outil puissant qui peut nous donner des informations écologiques sur la distribution des espèces et les effets potentiels des facteurs environnementaux dans des habitats mal connus.
- ✚ Entretenir des paysages agricoles à petite échelle serait plus bénéfique pour sauvegarder la biodiversité que les paysages à grande échelle.

Dans le futur, l'identification précise des indices d'habitat associés à une espèce donnée de Reptiles, nous amène à souligner le rôle important de la télédétection et de la géostatistique pour la modélisation des habitats liés aux Reptiles à l'échelle locale, si nous voulons vraiment faire des études plus pointues et fiables.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **ADAM Y., BERANGER C., DELZONS O., FROCHOT B., GOURVIL J., LECOMTE P. & PARISOT-LAPRUN M. 2015.** Guide des méthodes de diagnostic écologique des milieux naturels-Application aux sites de carrière. *Union Nationale des Producteurs du Granulats (UNPG)*. 3 rue Alfred Roll 75849. Paris Cedex p. 17.390 environnement@unicem.fr.
- **AICHOUNE S. & LARBAOUI L H. 2020.** Contribution à l'étude des caractères climatiques et bioclimatiques de la région d'AIN BESSAM (wilaya de Bouira, centre de l'Algérie). Master en Ecologie et Environnement. Université Akli Mohand Oulhadj (Bouira), 41p.
- **ALATAWI A. S., GILBERT F. & READER T. 2020.** Modelling terrestrial Reptile species richness, distributions and habitat suitability in Saudi Arabia. *Journal of Arid Environments*, **178** : 104153. Doi : 10.1016/j.jaridenv.2020.104153
- **ALI W., JAVID A., HUSSAIN A. & BUKHARI S.M. 2018.** Diversity and habitat preferences of amphibians and Reptiles in Pakistan: a review. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, **11**: 173–187. Doi:10.1016/j.japb.2018.01.009
- **ALLAL I. & SAID F. 2019.** Contribution à la connaissance des propriétés d'un sol salé de la région de M'sila. Master en Sciences de sole. Université Mohamed Boudiaf (M'sila), 82 p.
- **ALOEFI A.A., AMR Z.S., ABU BAKER M.A. & HAMIDAN N. 2019.** Diversity and conservation of terrestrial, freshwater, and marine Reptiles and amphibians in Saudi Arabia. *Amphibian & Reptile Conservation*, 13 (2) [General Section]: 181–202 (e204).
- **ALVAS MATOS M. 2019.** Population response of Brazilian lizards to forest cover reduction at the landscape scale, and presence of extinction thresholds. *XX European Congress of Herpetology*. Milan. ISBN: 979-12-200-5284-9
- **AMEUR S. & BIDI Z. 2019.** Stratégie de Gestion des Potentialités Steppiques En appui au Développement Durable Cas de la Région de M'sila. Master en Ecologie des Zones Arides et Semi Arides. Université Mohamed Boudiaf (M'sila), 36p.
- **ANADON J.D., GIMENEZ A., GRACIA E., PEREZ I., FERRANDEZ M., FAHD S., EL MOUDEN E.H., KALBOUSSI M., JDEIDI T., LARBES., ROUAG R., SLIMANI T.,**

Références bibliographiques

ZNARI M. & FRITZ U. 2012. Distribution of *Testudo graeca* in the Western Mediterranean according to climatic factors. *Amphibia-Reptilia*, **33**: 285–296.

- **ANADON J.D., GRACIA E., BOTELLA F., GIMENEZ A., FAHD S. & FRITZ U. 2015.** Individualistic response to past climate changes: niche differentiation promotes diverging Quaternary range dynamics in the subspecies of *Testudo graeca*. *Ecography*, **38**(9): 956-966.

- **ANANJEVA N.B. 2006.** The Reptiles of northern Eurasia: taxonomic diversity, distribution, conservation status (No. 47). Pensoft Publishers.

- **ANGEL F. 1946.** Faune de France : 45 Reptiles et amphibiens. Librairie de la faculté des sciences. 12 rue Pierre et Marie Curie. Paris Ve. 204p.

- **ARAKELYAN M., TÜRKÖZAN O., HEZAVEH N. & PARHAM J.F. 2018.** Ecomorphology of tortoises (*Testudo graeca* complex) from the Araks river valley. *Russian Journal of Herpetology*, **25** (4): 245-252.

- **ATTUM O., RABIA B., EL-BANA M. & EL DIN S. B. 2021.** The diet and vegetation composition of Egyptian tortoise habitat in North Sinai, Egypt. *Amphibia-Reptilia*, **1**: 1-12.

- **AVELLA I., LUCCHINI N., ENRIQUEZ-URZELAI U., CORGA F. & MARTINEZ-FREIRIA F. 2019.** New records for the Reptile fauna of the Tichka plateau (Western High Atlas, Morocco). *Boletín Asoc. Herpetol. Esp*, **30** (2). Barnestein, J. A. M., J. P. González De La Vega, and F. Jiménezcazalla. 2014. New appointment for the distribution of *Daboia mauritanica* in the Rif, Morocco. *Butll. Soc. Catalana Herpetologia*, **21**. Available on <http://soccatherp.org/publicacions/>

- **BAILLIE J.E.M., HILTON-TAYLOR C. & STUART S.N. 2004.** IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. Barr, GE y KJ Babbitt. 2002. Effects of biotic and abiotic factors on the distribution and abundance of two-lined salamanders (*Eurycea bislineata*) across spatial scales. *Oecologia*, **133** : 176-185.

- **BALOUCHE S., DRISCOLL D.A., NASEER A., RAIS M. & DOHERTY T.S. 2022.** Impacts of land cover on Reptile movement and habitat use in farming landscapes. *Animal Conservation*. 12 P. Doi:10.1111/acv.12789

Références bibliographiques

- **BARBAULT R. 1981.** Ecology of populations and peopling. Masson.

- **BARNESTEIN J.A.M., GONZALEZ DE LA VEGA J.P. & JIMENEZCAZALLA F. 2014.** New appointment for the distribution of *Daboia mauritanica* in the Rif, Morocco. *Butll. Soc. Catalana Herpetologia*, **21**. Available on <http://soccatherp.org/publicacions/>

- **BARKAT H. 2014.** Analyse des groupements Herpétologiques dans les Hautes Plaines Sétifiennes (cas de la région de Beni Aziz). Magister en Biologie Animale. Université de Ferhat Abbas (Sétif), 74p.

- **BARNAGAUD J.Y., GENIEZ P., CHEYLAN M. & CROCHET P.A. 2021.** Climate overrides the effects of land use on the functional composition and diversity of Mediterranean Reptile assemblages. *Diversity and Distributions*, **27** (1) : 50-64. Doi : 10.1111/ddi.13176

- **BATEMAN H. & MERRITT D. 2020.** Complex riparian habitats predict Reptile and amphibian diversity. *Global Ecology and Conservation*, **22** : e00957. Doi : 10.1016/j.gecco.2020.e00957

- **BEDDEK M. 2017.** Déficit de connaissances de la biodiversité et biologie de la conservation: le cas de l'herpétofaune d'Algérie. Doctorat en Ecologie. Université de Montpellier, 164p.

- **BELKAID H. 2016.** Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Algérie: Cas de la Kabylie maritime. Doctorat en Géographie. Université de Nice, 305p.

- **BEN HAMMADI N. & LAGGOUN K. 2006.** Inventaire Sur Les Études Pédologiques Dans Quelques Régions Du Sud-est Algérien. Ingénieur d'Etat en Biologie. Université Kasdi Merbah (Ouargla), 59p.

- **BEN HAMOUDA S. & HAMOUDI I. 2017.** Etude d'Aménagement des Parcours Steppiques Dans la zone de M'Sila. Master en Biologie. Université Mohamed Boudiaf (M'sila), 66p.

- **BEN YUCEF F. 2020.** Etude d'adduction en eau potable des communes : El Adjiba, Ahnif, Ath Mansour, M'Chedeallah et Chorfa de la wilaya de Bouira à partir de la station de traitement du barrage Tilesdit. Licence en Hydraulique. Université Akli Mohand Oulhadj (Bouira), 82p.

Références bibliographiques

- **BENACHERINE K. 2020.** Aleas géotechnique et sismique de la région de Bouira. Master en Génie Civile. Université Mohamed Boudiaf (M'sila), 88p.
- **BENDIB M. & SAHRAOUI H. 2019.** Inventaire des nématodes phytoparasitaires de l'alfa dans la région de M'sila. Master en Protection des végétaux. Université Mohamed Boudiaf (M'sila), 49p.
- **BENSAADALLAH M. & TAIBA S. 2020.** Etude de variabilité spatio-temporelle des précipitations moyennes annuelles dans le bassin versant de chott El Hodna. Master en Sciences Agronomiques. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi (B.B.A), 31p.
- **BENYETTOU M.A. & BOUKLIKHA A. 2017.** Variations et tendances des températures et des précipitations journalières en Algérie. Master en Hydraulique. Université d'Abou Bekr Belkaid (Tlemcen), 90p.
- **BEREZOWSKI T., KOSMIDER J., GRECZUK M. & CHORMANSKI J. 2015.** LAI variability as a habitat feature determining Reptile occurrence: a case study in large Forest complexes in eastern Poland. *Forests*, **6**(4), 957-972. Doi : 10.3390/f6040957
- **BIGOT L. & BODOT P. 1973.** Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera*, II - Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et milieu*, **23**: 229-249.
- **BISCHOFF K.L. 2021.** Glucosinolates, dans *Nutraceuticals*, Press académique, pp. 903-909.
- **BLONDEL J. 1979.** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- **BONNET X., LAGARDE F., HENEN B.T., CORBIN J., NAGY K.A., NAULLEAU G. & CAMBAG R. 2001.** Sexual dimorphism in steppe tortoises (*Testudo horsfieldii*): influence of the environment and sexual selection on body shape and mobility. *Biological Journal of the Linnean Society*, **72**(3): 357-372.
- **BONS J. 1967.** Research On the biogeography and biology of Amphibians and Reptiles of Morocco. Doctoral thesis Sciences Nature. Montpellier, CNRS AO 2345, 321 pp.
- **BONS J. & GENIEZ P. 1996.** Amphibiens et Reptiles du Maroc (Sahara Occidental compris). Atlas Biogéographique. Barcelone. *Asociacion Herpetologica Espanola*, 319 pp.

Références bibliographiques

- **BONS J. & GENIEZ P. 1996.** Contribution to the systematics of lizard *Acanthodactylus erythrurus* (saurta, Lacertidae) in Morocco. *Herpetological Journal*, Vol. **5**: 271-280.
- **BOUAM I., NECER A., SAOUDI M., TAHAR-CHAOUCH L. & KHALFAOUI F. 2016.** Diet and daily activity patterns of the lacertid lizard *Psammodromus algirus* (Sauria: Lacertidae) in a semi-arid Mediterranean region. *Zoology and Ecology*, **26** (3): 244-252.
- **BOUNAB C. 2018.** Phénologie et structure des Tadornes (Tadorne de Belon et Tadorne casarca) dans le Chott El-Hodna (wilaya de M'sila, Algérie). Thèse de Doctorat en Ecologie. Université de Djillali Liabes (Sidi Belabbes), 120p.
- **BRAHIMI A. & BELHAMRA M. 2016.** Diversité de la faune vertébrée du barrage Foun El Gherza (Biskra, Algérie). *Courrier Savoir*, **21** : 9-16.
- **BUSKIRK J., KELLER C., ANDREU A. & FRITZ U. 2001.** *Testudo graeca* Linnaeus, 1758–Maurische Landschildkröte. In Fritz, U. (ed.) *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*, Bd. III/A Schildkröten (Testudines) I (Bataguridae, Testudinidae, Emydidae). – Aula-Verlag, Wiesbaden, pp. 125 -178.
- **CAPUTO V. 1993.** Taxonomy and evolution of the *Chalcides chalcides* complex (Reptilia, Scincidae) with description of two new species. *Museo Regionale di Scienze Naturali Bollettino*, **11**(1): 47–120.
- **CARRANZA S., ARNOLD E.N., GENIEZ PH., ROCA J. & MATEO J.A. 2008.** Radiation, multiple dispersal and parallelism in the skinks, *Chalcides* and *Sphenops* (Squamata: Scincidae), with comments on *Scincus* and *Scincopus* and the age of the Sahara Desert. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **46** (2008) 1071–1094.
- **CARRETERO M., ZNARI M., MACE J. & HARRIS D.J. 2005.** Morphological divergence among populations of *Testudo graeca* from west-central Morocco. *Animal Biology*, **55**: 259-279.
- **CARRETERO M. 2019.** What is know what is still to be know about the function of lizards in agro-environements. *XX European Congress of Herpetology*. Milan. ISBN: 979-12-200-5284-9.

Références bibliographiques

- **CASTET-FLAMANT F. 2002.** FLORE FONGIQUE CUTANEE ET PARASITISME DIGESTIF DES TORTUES TERRESTRES: ETUDE D'UNE POPULATION COMPOSEE DE *Testudo hermanni*, *T. graeca* et *T. horsfieldii* (Doctoral dissertation). 30 p.
- **CEBALLOS-FONSECA C.P. 2010.** Phenotypic plasticity, sexual dimorphism and Rensch's rule in turtles.
- **CHERIAF K. & DEBBAH C. 2020.** Caractérisation des sols des zones arides de L'Algérie. Cas de la zone de M'Cif (W-M'Sila). Master en Science du Sol. Université de Mohamed Boudiaf (M'sila), 93p.
- **CHIPPAUX J.P. 2006.** Les serpents d'Afrique occidentale et centrale. IRD Éditions Institut de recherche pour le développement. Collection Faune et Flore tropicales 35. Edition revue et augmentée. Paris. 311 p.
- **CHIRIO L. & BLANC C.P. 1997.** Statut et distribution des Reptiles dans le massif de l'Aurès (Algérie). *Afr. Zool*, **111** : 205-233.
- **ÇIÇEK K. & CUMHURIYET O. 2017.** Amphibians and Reptiles of the Mediterranean basin. Dans : Mediterranean identities: environment, society, culture. InTech, p. 203-237.
- **COBO M. & ANDREUN A.C. 1988.** Seed consumption and dispersal by the spur-thighed tortoise *Testudo graeca*. *Oikos*, **51**(3): 267-273.
- **COGALNICEANU D., SAMOILA C., TUDOR M. & TALLOWIN O. 2010.** An extremely large spur-thighed tortoise male (*Testudo graeca*) from Măcin Mountains National Park, Romania. *Herpetology notes*, **3** :45-48.
- **COX N., CHANSON J. & STUART S. 2006.** The status and distribution of Reptiles and amphibians of the Mediterranean Basin. IUCN.
- **CHRISTOPOULOS A., VERIKOKAKIS A.G., DETSIS V.I., NIKOLAIDES L. TSIOKOS P. PAFILIS & KAPSALAS G. 2019.** First records of *Eryx jaculus* (Linnaeus, 1758) from Euboea Island, Greece (Squamata: Boidae). *Herpetology Notes*, **12**: 663–666.
- **DAHMANA A., AZEGAGH A., GHILAS R., PEYRE O. & MOALI A. 2006.** Etude de l'herpétofaune dans la basse vallée de la Soummam (Algérie). Actes des Rencontres Méditerranéennes d'Ecologie, Béjaïa 7-9 novembre 2006.

Références bibliographiques

- **DAJOZ R. 1972.** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris., 503 p.
- **DAJOZ R. 1982.** Précis of ecology. Gauthier, Villars, 503p.
- **DAJOZ R. 1985.** Précis d'écologie. Dunad 5ème édition, Paris., 505p.
- **DAJOZ R. 2002.** Les coléoptères: carabidés et ténébrionidés. Lavoisier Tec & Doc.
- **DALTRY J. 2022.** Conserving the Reptiles of the Lesser Antilles. p. 544-572.
- **DAS I. 2016.** Rapid assessments of Reptile diversity. *Reptile Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques* : 241-253.
- **DEBECHE S. & KHEMISSI F.Z. 2016.** Caractérisation de la matière organique du sol salé de M'sila. Master en Pédologie. Université Mohamed Boudiaf (M'Sila), 48 p.
- **DELLAOUI B., BEDDEK M., PEYRE O., GENIEZ P., ALLEGRINI B., KOUDACHE F. & CROCHET P.A. 2015.** Rediscovery of *Acanthodactylus spinicauda* Doumergue, 1901 in Algeria. *Herpetology Notes*, **8**: 511-515.
- **DEL MARMOL G.M., FERNANDEZ B.R., CLERC S., HÅKONSEN T., ACIERNO S. & SASSOE-POGNETTO M. 2019.** New cases of sympatry between Vipers in southwestern Morocco. *Herpetology Notes*, **12**: 337–342.
- **DIAZ-PANIAGUA C. & ANDREU A.C. 2009.** Tortuga mora – *Testudo graeca*. In: A. Salvador and A.Marco (Eds.). Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. *Museo Nacional de Ciencias Naturales*, Madrid. 40 pp.
- **DJEMIL N. & DRISSINE I. 2017.** Contribution à l'étude de la flore d'intérêt médicinales et écologiques de la région de M'Sila: Propositions d'aménagements et Etat de conservations. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila. 62 p.
- **DJIRAR N. 1990.** Clé préliminaire des Reptiles d'Algérie. *Ed. OPU Alger*. 111 p.
- **DJIRAR N. 2007.** Analyse des groupements reptiliens dans quatre milieux différents d'Algérie. Thèse. doct. Inst. Biologie. Univ. Sétif. 67p.

Références bibliographiques

- **DJORDJEVIC S., DJURAKIC M., GOLUBOVIC A., AJTIC R., TOMOVIC L. & BONNET X. 2011.** Sexual body size and body shape dimorphism of *Testudo hermanni* in central and eastern Serbia. *Amphibia-Reptilia*, **32**: 445-458.
- **DJURAKIC M. R. & MILANKOV V. R. 2019.** The utility of plastron shape for uncovering cryptic diversity in Hermann's tortoise. *Journal of Zoology*, **310**: 145–157.
- **DREUX P. 1980.** Precise ecology. Ed. Presses Univ. France (P. U. F.), Paris, 231 pp.
- **DOUMERGUE F. 1901.** Essai sur la faune herpétologique de l'Oranie: avec des tableaux analytiques et des notions pour la détermination de tous les Reptiles & batraciens du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie. L. Fouque.
- **EDGAR P. & FOSTER J. 2010.** Reptile habitat management handbook. Bournemouth: Amphibian and Reptile Conservation.
- **ELMIR M. 2017.** Bioécologie et inventaire de l'herpetofaune de la réserve de chasse de Tlemcen (Moutas). Thèse de Master. Université d'Abou Bekr Belkaid (Tlemcen), 82 p.
- **EL MOUDEN E. H., SLIMANIA T., KADDOUR K. B., LAGARDE F., OUHAMMOU A. & BONNET X. 2006.** *Testudo graeca graeca* feeding ecology in an arid and overgrazed zone in Morocco. *J. Arid Environ*, **64**(3): 422-435.
- **FAHD S. & MEDIANI M. 2007.** Herpetofaune du bassin versant d'Oued Laou. *Wadi 6 FP, INCO-CT2005*, 15226.
- **FAVELA-GONZALEZ K. M., HERNANDEZ-ALMANZA A. Y. & DE LA FUENTE-SALCIDO N. M. 2020.** The value of bioactive compounds of cruciferous vegetables (Brassica) as antimicrobials and antioxidants : A review. *J. Food Biochem*, **44**(10): 13414.
- **FEKHAOUI M. 1998.** Etude Nationale sur la Biodiversité. Amphibiens et Reptiles.
- **FERRER J., DAHMANI W., AIT HAMMOU M., CAMARASA A. S., MAATOUG M., & SANUY D. 2016.** Contribution to the connection of the herpetofauna of the North Algeria (regions of Tiaret and Chlef). *Butlletí de la Societat Catalana Herpetologia*, **23**: 44–63.
- **FREITAS I., ZUAZO O., TARROSO P., KALIONTZOPOULOU A. & KALIONTZOPOULOU F. 2019.** Habitat selection and morphological variation across

Références bibliographiques

human-altered habitats in secondary contact zone : the case of western mediterranean vipers in north iberia. *XX European Congress of Herpetology*. Milan. ISBN: 979-12-200-5284-9.

- **FRETEY J. 1986.** Le statut des tortues marines en Guyane française. *Le littoral guyanais, fragilité de l'environnement*, 179-191.

- **FRITZ U., HUNSDÖRFER A.K., SIROKY P., AUER M., KAMI H., LEHMAN J., MAZANEVA L.F., TÜRKÖZAN O. & WINK M. 2007.** Phenotypic plasticity leads to incongruence between morphology-based taxonomy and genetic differentiation in western Palearctic tortoises (*Testudo graeca* complex; Testudines, Testudinidae). *Amphibia- Reptilia*, **28**: 97-121.

- **FULGENCE T.R., MARTIN D.A., RANDRIAMANANTENA R., BOTRA R., BEFIDIMANANA E., OSEN K., WURZ A., KREFT H., ANDRIANARIMISA A. & RATSOAVINA F. M. 2021.** Differential responses of amphibians and Reptiles to land-use change in the biodiversity hotspot of north-eastern Madagascar. *Animal Conservation*. Doi : 10.1111/acv.12760.

- **GENIEZ P., MATEO J. A. & BONIS S. 2000.** A checklist of the amphibians and Reptiles of Western Sahara. *Herpetozoa*, **13**(3/4), 149-163.

- **GENIEZ P. 2012.** *Amphibians and Reptiles of France: Key to determination*. *Ecole Pratique des Hautes Etudes*. Montpellier: Center for Functional and Evolutive Ecology, 16 pp.

- **GEOSYSTEM C. 2012.** ETUDE DE CLASSEMENT ET D'AMENAGEMENT DE BOUGHZOUL (WILAYA DE MEDEA) EN AIRE PROTEGEE. MEDEA : Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la ville. 43 p.

- **GERVAIS P. 1835.** Communication sur les Reptiles de Barbarie. *Bull. Soc. Sci. Nat. Fr*, 112-114.

- **GRACIA E., VARGAS-RAMIREZ M., DELFINO M., ANADON J.D., GIMENEZ A., FAHD S., CORTI C., JDEIDI T.B. & FRITZ U. 2017A.** Expansion after expansion: dissecting the phylogeography of the widely distributed spur-thighed tortoise, *Testudo graeca* (Testudines: Testudinidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, **121**: 641-654.

Références bibliographiques

- GRACIA E., RODRIGUEZ-CARO R., FERRANDEZ M., MARTINEZ SILVESTRE A., PEREZ-IBARRA I., AMAHJOUR R., ARANDA C., BENELKADI H.A., BERTOLERO A., ESPERON F., ESTEVE- SELMA M.A., FAHD S., PASCUAL-RICO R., PERERA A., PFAU B., PINYA FERNANDEZ S., SANTOS X., SEGURA A., SEMAHA M.J. & JOVER A. 2020. From troubles to solutions: conservation of Mediterranean tortoises under global change. *Basic and Applied Herpetology*, **34**: 5–16. Doi: 10.11160/bah.196.
- GRUBER U. 1992. Guide to the Snakes of Europe, North Africa and the Middle East. Neuchâtel: Ed. Delachaux Et Niestle, 248 pp.
- GUIBE J. (1950). Les lézards de l'Afrique du nord (Algérie, Tunisie, Maroc). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, (1):16-38.
- GUICHENOT A.A. 1850. *Histoire naturelle des Reptiles et des poissons*. Zoologie., Paris. : Imprimerie nationale, 144 pp.
- GÜNTHER A. 1859. On the Reptiles and fishes collected by the rev. HB Tristram in northern Africa. Dans : *Proc. Zool. Soc.,(London)*. , p. 469-474.
- HADJAB M., BENKHEIRA A. & CHICOUCHE A. 2016. LA PRÉSERVATION DE LA RESERVE D'EL MERGUEB (M'SILA-ALGERIE). *Analale Universitatii Bucuresti. Seria Geografie*, (2): 22-40.
- HAILEY A. 2000. The effects of fire and mechanical habitat destruction on survival of the tortoise *Testudo hermanni* in northern Greece. *Biological Conservation*. **92**(3) : 321-333.
- HASSANI Y. & TOUAHRI S. 2017. Analyse bioclimatique et spatiale des niches écologiques occupées par les deux espèces d'Urodèles *Salamandra algira* et *Pleurodeles nebulosus* à l'échelle régionale. Master en BCDD .Université MIRA (Bejaia), 45 p.
- HICHAMI N. & ZNARI M. 2019. Sous valley tortoise (*Testudo graeca soussensis*) biology in the arid steppes of centrale Jbilet, west central of Morocco. *Annales of West University of Timisoara. Series of Biology*, **22**(1): 15-24.
- HIGHFIELD A. 1990. Tortoises of north Africa; taxonomy, nomenclature, phylogeny and evolution with notes on field studies in Tunisia. *Journal of Chelonian Herpetology*, **1**: 1-56.

Références bibliographiques

- **HIGHFIELD A. & MARTIN J. 1989A.** New light on an old tortoise: Gilbert White's Selborne tortoise re-discovered. *Journal of Chelonian Herpetology*, **1**: 13-22.
- **HIGHFIELD A. & MARTIN J. 1989B.** A revision of the Testudines of north Africa, Asia and Europe. Genus: Testudo. *Journal of Chelonian Herpetology*, **1**: 1-12.
- **HIGHFIELD A.C. & BAYLEY J.R. 1996.** The trade in tortoise-derived souvenir products in Morocco. *Traffic Bulletin-Wildlife Trade Monitoring Unit*, **16**: 33-35.
- **HUTCHINSON M.N. 1993.** Family Scincidae. In C. J. Glasby, G. J. B. Ross, and P. L. Beesley (eds.), Fauna of Australia. Vol. 2A. *Amphibia and Reptilia*, pp. 261-279. Australia Government Publishing Service, Canberra, Australian Capital Territory, Australia.
- **INCORVAIA G. 2005.** Etude des facteurs potentiellement limitant de la répartition des fennecs, *Fennecus zerda*, dans le sud-tunisien. Doctoral thesis in Veterinary Medicine. Claude-Bernard University – Lyon 1. France, 151 p.
- **IFTIME A. & IFTIME O. 2012.** Observations à long terme sur l'alimentation des tortues sauvages de la Grèce orientale *Testudo graeca iberica* (Reptilia: Testudines: Testudinidae) à Dobrogea, Roumanie. *Acta Herpetologica*, **7**(1): 105-110.
- **IVERSON J.B. 1992.** A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World. Earlham College, Richmond, pp. 363.
- **JAVANBAKHT H., IHLOW F., JABLONSKI D., ŠIROKÝ P., FRITZ U., RÖDDER D., SHARIFI M. & MIKULICEK P. 2017.** Genetic diversity and Quaternary range dynamics in Iranian and Transcaucasian tortoises. *Biological Journal of the Linnean Society*, **121**: 627-640.
- **JAZIRI B. 2017.** Les Indices bioclimatiques : application aux milieux méditerranéens.
- **JENNINGS W.B. & BERRY K.H. 2015.** Desert tortoises (*Gopherus agassizii*) are selective herbivores that track the flowering phenology of their preferred food plants. *Plos One*, **10**(1): 01-32.
- **JIMÉNEZ ROBLES O. & MARTÍNEZ DEL MÁRMOL MARÍN G. 2013.** Comments on the large palearctic vipers *Macrovipera* and *Daboia* in North Africa. Published on March 05,

Références bibliographiques

2012. Updated on April 23, 2012. Available from <http://blog.moroccoherps.com/vipers-macrovipera-and-daboia-in-north-africa>. Accessed May 22, 2013.

- **JORDAAN A. 2019.** Geographic distribution and habitat selection in the berg adder, *Bitis atropos* (serpentes, viperidae) on the Mpumalanga escarpment, and the consequences for conservation. University of the Free State Bloemfontein, South Africa. 94 p.

- **KAABECHE M. 2003.** Étude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve d'El Mergueb (Wilaya de M'sila, Algérie). (DGF), Alger.

- **KADDOUR K.B., SLIMANI T., EL MOUDEN E., LAGARDE F. & BONNET X. 2006.** Population structure, population density and individual catchability of *Testudo graeca* in the central Jbilets (Morocco). *Vie et Milieu*, **56**: 49-54.

- **KADDOUR K.B., MOUDEN E.H.E., SLIMANI T., BONNET X. & LAGARDE F. 2008.** Sexual dimorphism in the Greek tortoise: a test of the body shape hypothesis. *Chelonian Conservation and Biology*, **7**: 21-27.

- **LABUS N., SAVIC A., ŽIVIC N. & BABOVIC-JAKSIC T. 2016.** Morphological characteristics of the Hermann's tortoise (*Testudo hermanni* Gmelin, 1789) in the south-eastern part of Kosovo and Metohija. *The University Thought-Publication in Natural Sciences*, **6**: 1-4

- **LACOSTE A. & SALANON R. 2001.** Élément de biogéographie et d'écologie. 2ème éd. NATHAN. Paris. 300 p.

- **LAGARDE F., BONNET X., HENEN B.T., CORBIN J., NAGY K.A. & NAULLEAU, G. 2001.** Sexual size dimorphism in steppe tortoises (*Testudo horsfieldi*): growth, maturity, and individual variation. *Canadian Journal of Zoology*, **79**(8): 1433-1441.

- **LAGARDE F., BONNET X., CORBIN J., HENEN B., NAGY K., MARDONOV B. & NAULLEAU G. 2003.** Foraging behaviour and diet of an ectothermic herbivore: *Testudo horsfieldi*. *Ecography*, **26**: 236-242.

- **LARABI S. 2018.** Analyse de la diversité pédologique. Cas de la carte des sols FAO-UNESCO du Nord de l'Algérie. Master en Ecologie. Université d'Abou Baker Belkaid (Tlemcen), 61 p.

Références bibliographiques

- **LE BERRE M. 1989.** Faune du Sahara.1 - Poissons - Amphibiens - Reptiles. Paris, Lechevallier & Chabaud, 332 p.

- **LJUBISAVLJEVIĆ K., DŽUKIĆ G. & KALEZIĆ M.L. 2011.** The commercial export of the land tortoises (*Testudo spp.*) from the territory of the former Yugoslavia: a historical review and the impact of overharvesting on wild populations. *North-Western Journal of Zoology*, **7**(2): 250-260.

- **LOEHR V. J. 2008.** The ecology of the world's smallest tortoise, *Homopus signatus signatus*: effects of rainfall.

- **LOSS M., PFAU B. & BUDO J. 2020.** Nutritional Ecology of *Testudo hermanni hermanni* in the Albera, Catalonia. *Radiata*. **29**(4): 4-22.

- **LOVERIDGE A. 1940.** Revision of the African snakes of the genera *Dromophis* and *Psammophis*. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, **87** : 1-70.

- **MAGURRAN A.E. 1988.** Ecological diversity and its measurement. Princeton university press.

- **MAHAMEDI A. & MAKRI A. 2020.** Caractérisation et traitement à la chaux des sols du Chott El Hodna (wilaya de M'sila). Mémoire de Master en Génie civile. Université de Mohamed Boudiafè (M'sila), 67p.

- **MAHTOUT D. & MEGHLOUI B. 2016.** La diversité herpétologique des milieux insulaires dans la region de Béjaia (Algérie). Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Université de Mira (Bejaia), 42p.

- **MACALE D., VENCHI A. & SCALICI M. 2011.** Shell shape and size variation in the Egyptian tortoise *Testudo kleinmanni* (Testudinidae, Testudines). *Journal of Vertebrate Biology*, **60**(2): 167-175.

- **MAKRIDOU K., THOMA C., BAKALLOUDIS D. & VLACHOS C. 2019.** Sexual dimorphism of *Testudo* tortoises from an unstudied population in northeast Greece. *Herpetology Notes*, **12**: 229-233.

Références bibliographiques

- **MAMOU R. 2011.** Contribution à la connaissance des amphibiens et des Reptiles du Sud de la Kabylie (W. de Bouira et de Bordj Bou Arreridj). Magister en Ecologie et Biologie des Populations. Université Abou Bekr Belkaid (Tlemcen), 136p.
- **MAMOU R. 2016.** Inventaire des Amphibiens et Reptiles du secteur de Tala Guilef, Parc National du Djurdjura, Algérie. *Afrique Science*, 12(1): 191 – 204.
- **MAMOU R. 2017.** Eléments de bio écologie du lézard des murailles *Podarcis vaucheri* (Boulenger, 1905) dans le secteur de Tala Guilef (Parc National du Djurdjura): Ecologie trophique, Biologie de la reproduction et stratégies de thermorégulation. Thèse de Doctorat en sciences biologiques. Université Mouloud Mammeri (Tizi Ouzou), 127p.
- **MAMOU R. 2019.** Seasonal variation in diet and prey availability in the wall lizard *Podarcis vaucheri* (Boulenger, 1905) from the Djurdjura Mountains, northern Algeria. *African Journal of Herpetology*, **68** (1) : 18-32.
- **MAMOU R., BOISSINOT A., BENSIDEHOUM M., AMROUN M. & MARNICHE F. 2014.** Inventaire de l'herpétofaune du sud de la kabylie (Bouira et Bordj Bou Arreridj) Algérie. *Rev. Ivoir. Sci. Technol*, **23** : 259-273.
- **MAMOU R. & MARNICHE F. 2016.** Diet of *Psammodromus algirus* Linnaeus, 1758 (Reptilia: Lacertidae) in Djurdjura, northern Algeria. *Bulletin of the Herpetological Society of France*, **159**: 33–46.
- **MAMOU R., MARNICHE F., AMROUN M. & HERREL A. 2016.** Trophic ecology of two sympatric lizard species: the Algerian sand lizard and the wall lizard in Djurdjura, northern Algeria. *Zoology and Ecology*, **26** (4) : 256-264.
- **MAMOU R., MOUDILOU E., AMROUN M. & EXBRAYAT J.M. 2017.** Reproductive cycle of male wall lizard, *Podarcis vaucheri* (Reptilia: Sauria: Lacertidae), in Djurdjura, Northern Algeria. *Basic and Applied Herpetology*, **31** : 77-89.
- **MASTERSON G.P. 2014.** Testing the effects of habitat modification on the Reptiles of a southern African grassland (Doctoral dissertation, Faculty of Science, University of the Witwatersrand, Johannesburg). Doi : 10.13140/RG.2.2.16442.59843.

Références bibliographiques

- **MATEO J.A., PLEGUEZUELOS J.M. FAHD S., GENIEZ P. & MARTÍNEZ-MEDINA F.J. 2003.** Los anfibios, los Reptiles y el estrecho de Gibraltar. Un ensayo sobre la herpetofauna de Ceuta y su entorno. Instituto de Estudios Ceutíes. Ceuta.
- **MCCOY M.W., BOLKER B.M., OSENBURG C.W., MINER B.G. & VONESH J.R. 2006.** Size correction : comparing morphological traits among populations and environments. *Oecologia*, **148**: 547–554.
- **MEBARKI M. 2012.** Inventaire de l'herpétofaune de la palmeraie d'Ouargla. Magister en Sciences Agronomiques. Université kasdi Merbah (Ouargla), 124p.
- **MEDDOUR R. 2012.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : Exemple des groupements forestiers et preforestiers de Kabylie djurdjurenne. PhD Thesis. Université Mouloud Mammeri (Tizi ouzzou), 461 p.
- **MEDIANI M., BRITO J., FAHD S. 2015.** Atlas of the amphibians and Reptiles of northern Morocco: updated distribution and patterns of habitat selection. *Basic and Applied Herpetology*, **29**: 81–107.
- **MEEK R. 2010.** Nutritional selection in Hermann's Tortoise, *Testudo hermanni*, in Montenegro and Croatia lower case ! *British Chelonia Group*, **7**(2): 88-95.
- **MESBAHI K. 2020.** Contribution à l'étude de la variabilité morphologique des lézards du genre *Acanthodactylus* dans la région d'El Oued. Mémoire de Master en Biologie .Université Hamma Lakhdar (El Oued), 72 p.
- **MESLOUB M. & TAKILT C. 2018.** Contribution à l'étude morphologique du lézard *Psammodrome de Blanc* (*Psammodromus blanci*, Lataste 1880) dans le Djurdjura et l'Akfadou. Mémoire de Master : Ecologie animale. Université Mouloud Mammeri (Tizi Ouzzou), 82 p.
- **MILTO K. D., SABER S.A., NAGY A.M., NAZAROV R.A., MELNIKOV D.A. & ANANJEVA N.B. 2019.** First report on the Reptile diversity of Wadi El Gemal National Park, Eastern Desert, Egypt. *Russian Journal of Herpetology*, **26** (3): 175–184.
Doi: 10.30906/1026-2296-2019-26-3-175-184.

Références bibliographiques

- **MIMOUNE A. & RADJAI F. 2018.** Relations sol-végétation Cas d'Oued K'Sob (Commune de M'Sila). Mémoire de Master : Science Agronomique. Université Mohamed Boudiaf (M'sila), 44 p.
- **MIRAS J.A.M., JOGER U., PLEGUEZUELOS J., SLIMANI T., EL MOUDEN H. & GENIEZ P. 2006.** *Chalcides mertensi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2006: e.T61480A12476313.
- **MONTERO-MENDIETA S., FERRER J. & HAMMOU M.A. 2017.** Another record or a new taxon? A candidate species of *Chalcides Laurenti*, 1768, in north Africa. *Herpetozoa*, 29 (3/4): 155 – 161.
- **MOREAU S., BENZIAN, A., BOUDJADJA A. & GAOUAR A. 2005.** Plan de gestion de site de Mergueb Wilaya de M'Sila. *Ed. DGF, Alger*.
- **MOUANE A. 2010.** Contribution à la connaissance des Amphibiens et des Reptiles de la région de l'Erg Oriental (Souf, Taïbet et Touggourt). Thèse de Magister en Ecologie Animale. Université Mohamed Khider (Biskra), 156 p.
- **MOUANE A., BOUROUGAA D., HAMDIM., BOUDJERADA K., HARROUCHI A., GHENNOUM I., SEKOUR M. & CHENCHOUNI H. 2020.** The Rough Bent-toed Gecko *Cyrtopodion scabrum* (Heyden, 1827) (Squamata: Gekkonidae): First records in Algeria and NW Africa with morphometric and meristic description of population. *African Journal of Ecology*, **59** (1) : 312-319.
- **MOULAY MELIANI K. 2012.** Caractérisation des zones humides de l'Ouest Algérien, monographie de l'avifaune associée et propositions d'un plan de gestion. Doctoral dissertation. Université d'Abou Bakr Belkaid (Tlemcen), 180 p.
- **MOULHERAT S., DELMAS V., SLIMANI T., EL MOUDEN E.H., LOUZIZI T., LAGARDE F. & BONNET X. 2014.** How far can a tortoise walk in open habitat before over-heating ? Implications for conservation. *J. Nat. Conserv*, **22**: 186- 192.
- **MUNOZ A., SOLER J. & MARTINEZ-SILVESTRE A. 2009.** Aportaciones al estudio de la alimentación de *Testudo hermanni hermanni* en el Parque Natural de la Sierra de Montsant. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, **20**: 54-58.

Références bibliographiques

- **MUSAH Y., OFORI B.Y. & ATTUQUAYEFIO D.K. 2019.** Herpetofauna community diversity and composition of a changing coastal wetland in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, **27** (1) : 52-65.

- **NANIA D., LUMBIERRES M., GENTILE F., FICETOLA G.F., FALASCHI M., PACIFICI M. & RONDININI C. 2022.** Maps of area of habitat for Italian amphibians and Reptiles. *Nature Conservation*, **49** : 117-129. Doi : 10.3897/natureconservation.49.82931.

- **NAULLEAU G. 1987.** Les serpents de France. Revue française d'aquariologie et d'herpétologie. Extrait 11^e année, fasc. 3 et 4, 2^e édition, mai 1987. 56 p.

- **NIGEL M. & ROB H. 2002.** Mini encyclopédie des serpents. Solar. France. 79 p.

- **ODUM E.P. & BARRETT G.W. 1971.** Fundamentals of ecology (Vol. 3, p. 5). Philadelphia: Saunders.

- **ORTH D. & GIRARD C.M. 1996.** Espèces dominantes et biodiversité : Relation avec les conditions édaphiques et les pratiques agricoles pour des prairies des marais du cotentin. *Ecologie*, **27**(3) : 171.

- **PATERSON J.E. & BLOUIN-DEMERS G. 2018.** Density-dependent habitat selection predicts fitness and abundance in a small lizard. *Oikos*, **127**(3) : 448-459.

- **PERÄLÄ J. 2001.** A new species of *Testudo* (Testudines: Testudinidae) from the Middle East, with implications for conservation. *Journal of Herpetology*, 567-582.

- **PERÄLÄ J. 2002A.** Morphological variation among Middle Eastern *Testudo graeca* L., 1758 (sensu lato), with a focus on taxonomy. *Chelonii*, **3**: 78-108.

- **PERÄLÄ J. 2002B.** The genus *Testudo* (Testudines: Testudinidae): phylogenetic inferences. *Chelonii*, **3**: 32-39.

- **PIEH A. 2000.** *Testudo graeca soussensis*, eine neue Unterart der Maurischen Landschildkröte aus dem Sousstal (Sudwest-Marokko). *SALAMANDRA-BONN*, **36**: 209-222.

- **PIEH A. & PERÄLÄ J. 2002.** Variabilität von *Testudo graeca* Linnaeus, 1758 im östlichen Nordafrika mit Beschreibung eines neuen Taxons von der Cyrenaika (Nordostlibyen). *Herpetozoa*, **15**: 3-28.

Références bibliographiques

- **PIEH A. & PERÄLÄ J. 2004.** Variabilität der Maurischen Landschildkröten (*Testudo graeca* Linnaeus, 1758-Komplex) im zentralen und nordwestlichen Marokko mit Beschreibung zweier neuer Taxa. *Herpetozoa*, **17**: 19-47.

- **PLEGUEZUELOS J.M. & FAHD S. 2004.** Body size, diet and reproductive ecology of *Coluber hippocrepis* in the Rif (Northern Morocco). Koninklijke Brill NV, Leiden, 2004. *Amphibia-Reptilia*, **25**: 287-302.

- **PYRON R.A., BURBRINK F.T., COLLI, G.R., MONTES DE OCA A.N., VITT L.J., KUCZYNSKI C.A. & WIENS J.J. 2010.** The phylogeny of advanced snakes (Colubroidea), with discovery of a new subfamily and comparison of support methods for likelihood trees. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **58**: 329–342.

- **RAMADE F. 2003.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Paris, Dunod, 690 p.

- **RAMADE F. 1984.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw- Hill, Paris, 397 p.

- **RECIO P., RODRIGUEZ-RUIZ G., ORTEGA J. & MARTIN J. 2019.** PIT-Tags as a technique for marking fossorial Reptiles: insights from a long-term field study of the amphibaenian *Trogonophis wiegmanni*. *Acta Herpetologica*, **14** (2): 101–107. DOI: 10.13128/a_h-7747.

- **RODRIGUEZ-CARO R.C., GRACIA E., ANADON J.D. & GIMENEZ A. 2013.** Maintained effects of fire on individual growth and survival rates in a spur-thighed tortoise population. *European Journal of Wildlife Research*, **59**: 911-913.

- **RODRIGUEZ-CARO R. C., CAPDEVILA P., GRACIA E., BARBOSA J.M., GIMENEZ A. & SALGUERO-GOMEZ R. 2021.** The limits of demographic buffering in coping with environmental variation. *Oikos*, **130**: 1346-1358.

- **ROUAG R. 2012.** BIODIVERSITE DE L'HEPETOFAUNE ALGERIENNE. *Office National de l'Environnement et du Développement Durable*. 104 p.

- **ROUAG R. & BENYACOUB S. 2006.** Inventaire et écologie des Reptiles du Parc national d'El Kala (Algérie). *Bull. Soc. Herp. Fr*, **117** : 25-40.

Références bibliographiques

- **ROUAG R., BENYACOUB S., FERRAH C., LUISELLI L. & TIAR G. 2007.** Population structure and demography of an Algerian population of the Moorish tortoise, *Testudo graeca*. *Animal Biology*, **57** (3) : 267-279.
- **ROUAG R., FERRAH C., LUISELLI L., TIAR G., BENYACOUB S., ZIANE N. & EL MOUDEN E.H. 2008.** Food choice of an Algerian population of the spur-thighed tortoise, *Testudo graeca*. *African Journal of Herpetology*, **57** (2) : 103-113.
- **ROUAG R., ZIANE N. & BENYACOUB S. 2017B.** Home Range of the Spur-Thighed Tortoise, *Testudo graeca* (Testudines, Testudinidae), in the National Park of El Kala, Algeria. *Vestnik zoologii*, **51** (1) : 45.
- **ROUAG R., ZIANE N. & BENYACOUB S. 2017A.** Activity patterns of the spur-thighed tortoise, *Testudo graeca* (Reptilia: Testudines: Testudinidae) in northeastern Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **5** : 177-180.
- **SACCHI R., ROSA D.P., PUPIN F. & FASOLA M. 2007.** Bergmann's rule and the Italian Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*): latitudinal variations of size and shape. *Amphibia-Reptilia*, **28**: 43-50.
- **SANCHEZ A. & ESCORIZA D. 2014.** Checkerboard worm lizard (*Trogonophis wiegmanni*) new records and description of its ecological niche in North-Western Africa. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, **152**: 29-36.
- **SAOUDI M. NECER A., BENSACI M. & BOUAM I. 2017.** Distribution extension of *Agama impalearis* (Boettger, 1874) (Reptilia: Agamidae), with a new record from Batna province, north-eastern Algeria. *Herpetology notes*, **10** : 261-262.
- **SCHLEICH H.H., KÄSTLE W. & KABISCH K. 1996.** Amphibians and Reptiles of North Africa. Koeltz scientific books, Koenigstein Germany 63, 626 p.
- **SEGURA A., RODRIGUEZ-CARO R.C., GRACIA E. & ACEVEDO P. 2021.** Differences in Reproductive Success in Young and Old Females of a Long-Lived Species. *Animals*, **11**: 467.
- **SHAW G. 1802.** General Zoology or Systematic Natural History (Volume III, Part 1). Amphibia. Thomas Davison, London.

Références bibliographiques

- **SHUPE S. 2013** Venomous snakes of the world. Based on poisonous snakes of the world. By the department of the navy bureau of medicine and surgery. Skyhorse publishing. China. 315 p.
- **SOUALAH-ALILA H. 2013.** Etude du système lézards-parasites-agents pathogènes en Algérie. Thèse de Doctorat en Sciences : Biologie animale. Université Badji Mokhtar (Annaba), 193 p.
- **SOULTAN A., WIKELSKI M. & SAFI K. 2020.** Classifying biogeographic realms of the endemic fauna in the Afro-Arabian region. *Ecology and Evolution*, **10** (16) : 8669-8680.
- **STRAUCH A. 1862.** Essai d'une erpétologie de l'Algérie. St. Petersburg. 85 p. Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences.
- **TARGA S. 2013.** Contribution à l'étude morphométrique et biogéographique des ophidiens de la Kabylie (Algérie). Thèse de Magister, en Sciences biologiques et agronomiques. Université de Mouloud Mammeri (Tizi-ouzou), 97 p.
- **TELLERIA J.L., DIAZ J.A., PEREZ-TRIS J., DE JUANA E., DE LA HERA I., IRAETA P., SALAVADOR A. & SANTOS T. 2011.** Barrier effects on vertebrate distribution caused by motorway crossing through fragmented forest landscape. *Animal Biodiversity and Conservation*, **34** (2): 331–340. Available on: <https://www.raco.cat/index.php/ABC/article/view/248925> [Consulta: 16-04-2021].
- **TEMPLE H.J. & COX N. 2009.** European red list of Reptiles.
- **TICHÝ L. & KINTROVA K. 2010.** Specimen identification from time-series photographs using plastron morphometry in *Testudo graeca iberica*. *Journal of Zoology*, **281**: 210-217.
- **TLIDJANE A., MENAA M., REBBAH A.C., TELAILIA S., SEDDIK S., CHEFROUR A. & MAAZI M. C. 2019.** La richesse et la distribution des Amphibiens dans la région de Souk Ahras (Nord-Est de l'Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, **144** (4).
- **TRAPE J.F., TRAPE S. & CHIRIO L. 2012.** Lizards, crocodiles and turtles from West Africa and the Sahara. *IRD éditions*, 505 pp.
- **TRISTRAM H.B. 1859.** Notes on the Reptiles and fishes of the Sahara. Dans : *Proc. Zool. Soc. (London)*. p. 475-477.

Références bibliographiques

- **TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP [RHODIN A.G.J., IVERSON J.B., BOUR R.F., FRITZ U., GEORGES A., SHAFFER H.B. & VAN DIJK P.P.]. 2021.** Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (9th Ed.). In: Rhodin A.G.J., Iverson J.B., van Dijk P.P., Stanford C.B., Goode E.V., Buhlmann K.A. and Mittermeier R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs*, **8**: 1-472.
<https://doi.org/10.3854/crm.8.checklist.atlas.v9.2021>.
- **TÜRKOZAN O., KIREMIT F., TASKAVAK E., PARHAM J. & OLGUN K. 2010.** A quantitative reassessment of morphology-based taxonomic schemes for Turkish tortoises (*Testudo graeca*). *Amphibia-Reptilia*, **31**(1), 69-83.
- **TURKOZAN O., KIREMIT F., LAVIN B.R., BARDAKCI F. & PARHAM J.F. 2018.** Morphological and mitochondrial variation of spur-thighed tortoises, *Testudo graeca*, in Turkey. *Herpetological Journal*, **28**: 1-9.
- **UETZ P., FREED P. & HOSEK J. 2016.** The Reptile database. 2016. Available from: www.Reptile-database.org.
- **VENCHI A. & R. SINDACO. 2006.** Annotated checklist of the Reptiles of the Mediterranean countries, with keys to specific identification. Part 2 – Snakes (Reptilia, Serpentes). *Annali del Museo Civico di Storia Naturale*, **98**: 259–364.
- **VILLAMARIN F., MORAES L.J.C.L., FERRARA C.R., KAEFER I.L., WERNECK F.P. & DE FRAGA R. 2022.** Ecology and Conservation of Wetland Amphibians and Reptiles. Dans : Encyclopedia of Inland Waters. Elsevier, p. 256-266. Doi : 10.1016/B978-0-12-819166-8.00052-9.
- **WAGNER P., BAUER A.M. & BOHME W. 2012.** Amphibians and Reptiles collected by Moritz Wagner, with a focus on the ZFMK collection. *Bonn zoological Bulletin*, **61** (2): 216-240.,
- **WERNER Y.L., KOROLKER N., SION G. & GÖÇMEN B. 2016.** Bergmann's and Rensch's rules and the spur-thighed tortoise (*Testudo graeca*). *Biological Journal of the Linnean Society*, **117**: 796-811.

Références bibliographiques

- **WILLEMSSEN R.E., HAILEY A., LONGEPIERRE S. & GRENOT C. 2002.** Body mass condition and management of captive European tortoises. *Herpetol. J.*, **12**: 115-121.

- **WILLEMSSEN R.E. & HAILEY A. 2003.** Sexual dimorphism of body size and shell shape in European tortoises. *Journal of Zoology*, **260**: 353365.

- **YOUCEFI A.D. 2012.** Contribution à la connaissance des Reptiles de l'Est –Algérien. Thèse de de Magister en Biodiversité et conservation des zones humides. Thèse de Magister, Option : Biodiversité. Université de 08 Mai 1945 (Guelma), 57 p.

- **ZNARI M., & EL MOUDEN E. 1997.** Seasonal changes in the diet of adult and juvenile *Agama impalearis* (Lacertilia: Agamidae) in the central Jbilet mountains, Morocco. *Journal of Arid Environments*, **37**(2) : 403-412.

- **ZNARI M., GERMANO D.J. & MACE J.C. 2005.** Growth and population structure of the Moorish Tortoise (*Testudo graeca graeca*) in Westcentral Morocco: Possible effects of over-collecting for the tourist trade. *J. Arid Environ*, **62**: 55-74.

- **ZNARI M. & HICHAMI N. 2018.** Biology, life history traits and conservation of the vulnerable Souss Valley tortoise in arid areas of west Central Morocco. *Reptiles and Amphibians*, **10**: 118-137.

Annexes

Annexe 1 : Fiche d'échantillonnage des Reptiles

DATE :..... /..... /..... HEURE :H.....à.....H.....		N° individu :		
SITE :.....				
Nombre d'observateur :				
METEO				
<u>Température</u> :		<u>Ciel</u> : Dégagé :		<u>vent</u> :
		Couvert :		Force :
		Semi couvert :		Direction :
LIEU				
Milieu	Sol	Végétation	pente	abri
Dégradé				Pierre
Non dégradé				Rocher
				Jubier
				Sol nu
				Touffe
Caractères de l'individu				
Espèce :		Observé :		
Mort : vivant :		Capturé :		
Sexe : ♀ ♂		Re-Capturé :		
Age :.....ans (Tortue)				
Etat de la capture				
<u>Comportement</u> :		<u>Heure</u> :.....H.....		
Immobile :		<u>Milieu de la capture</u> :		
Déplacement : au			
terrier :			
:			
Insolation :				
ombre :		alimentation :		
Accouplement :		combat :		
<u>Observation particulière</u> :				

Annexe 2 : Moyennes de mesure après correction de taille dans les ANCOVA

	Femelle (moyenne)	Femelle (sd)	Mâle (moyenne)	Mâle (sd)
SCL	NA	NA	NA	NA
CCL	5,29	0,16	5,17	0,09
NL	2,47	0,10	2,40	0,09
NW1	1,13	0,03	1,18	0,05
NW2	1,78	0,02	1,66	0,02
ACW	3,72	0,13	3,71	0,10
ML1	3,09	0,13	2,98	0,06
MW1	3,19	0,14	3,12	0,09
MW2	3,15	0,15	3,05	0,08
COSL2	3,46	0,21	3,24	0,07
VW3	3,84	0,19	3,68	0,09
VAW5	3,09	0,18	3,02	0,14
VL5	3,54	0,16	3,46	0,12
SCW1	3,16	0,14	3,05	0,12
SCW2	3,73	0,14	3,72	0,12
SSL	3,15	0,13	3,16	0,10
VLL	5,09	0,17	4,92	0,09
APW	2,98	0,01	3,05	0,03
GSL	2,97	0,20	2,88	0,10
GSW	2,56	0,11	2,56	0,04
HSL	3,47	0,14	3,42	0,09
HSW	3,57	0,14	3,49	0,08
PSL	3,44	0,16	3,25	0,05
PSW	3,97	0,16	3,86	0,09
ABSL	3,90	0,19	3,70	0,09
ABSW	3,99	0,16	3,88	0,09
FSL	3,56	0,19	3,42	0,10
FSW	3,62	0,15	3,52	0,08
PW	4,57	0,15	4,50	0,09
PPW1	3,47	0,08	3,62	0,11
PPW2	4,31	0,16	4,20	0,08
CW1	4,70	0,15	4,59	0,09
CW2	4,74	0,16	4,65	0,09
PL1	NA	NA	NA	NA

Annexe 3 : Chargements des axes PC retenus

	PC1	PC2
SCL	-0,199	0,028
CCL	-0,198	0,019
NL	-0,133	0,062
NW1	-0,035	0,143
NW2	-0,016	0,274
ACW	-0,175	-0,119
ML1	-0,166	0,118
MW1	-0,190	-0,059
MW2	-0,185	-0,002
COSL2	-0,185	0,229
VW3	-0,194	0,120
VAW5	-0,165	-0,082
VL5	-0,180	-0,114
SCW1	-0,165	-0,026
SCW2	-0,170	-0,307
SSL	-0,157	-0,280
VLL	-0,193	0,112
APW	-0,034	-0,340
GSL	-0,183	-0,002
GSW	-0,136	-0,243
HSL	-0,161	-0,139
HSW	-0,195	-0,004
PSL	-0,171	0,151
PSW	-0,197	0,050
ABSL	-0,189	0,160
ABSW	-0,198	0,034
FSL	-0,194	0,074
FSW	-0,197	0,023
PW	-0,159	0,032
PPW1	-0,069	-0,573
PPW2	-0,198	0,042
CW1	-0,198	0,057
CW2	-0,199	0,031
PL1	-0,196	0,091

Annexe 4 : Scores PCA des tortues analysées

Id	Sexe	PC1	PC2
2	Femelle	-8,598	2,506
3	Femelle	-9,813	0,419
4	Femelle	-9,828	0,737
5	Femelle	-5,877	0,184
6	Femelle	-6,926	-0,785
8	Femelle	-6,221	-0,012
10	Femelle	-5,545	0,517
11	Femelle	-6,869	-0,349
12	Femelle	-6,704	0,039
13	Femelle	-6,703	0,052
14	Femelle	-5,733	-0,394
15	Femelle	-6,711	-0,497
17	Femelle	-4,482	0,799
18	Femelle	-3,824	-0,164
19	Femelle	-4,641	0,189
20	Mâle	-3,908	-3,5
21	Femelle	-2,508	0,689
22	Mâle	-3,113	-2,268
23	Femelle	-0,942	0,406
25	Femelle	-1,247	2,398
26	Femelle	-2,331	0,906
27	Femelle	-1,923	2,745
29	Femelle	-1,328	1,115
30	Femelle	0,009	1,947
31	Mâle	-0,422	-1,726
32	Mâle	-0,042	-0,738
33	Femelle	0,148	1,656
35	Femelle	1,776	1,802
36	Femelle	0,089	1,126
37	Mâle	0,198	-1,467
38	Mâle	1,509	-1,789
39	Mâle	1,773	-2,417
40	Mâle	1,498	-1,312
41	Mâle	1,534	-1,97
43	Mâle	1,879	-1,173
44	Mâle	2,447	-1,659
45	Femelle	3,536	0,571
46	Mâle	3,428	-0,148
47	Femelle	4,14	-0,661
48	Mâle	3,983	-0,56
49	Mâle	3,98	0,465
50	Female	3,417	-1,613

51	Male	4,558	-1,066
52	Male	3,883	0,058
53	Male	4,99	-0,814
54	Male	3,717	-0,91
55	Male	3,647	-0,642
56	Female	4,672	-0,791
58	Female	5,299	-0,328
59	Female	4,554	1,075
61	Female	5,978	0,648
62	Female	7,198	3,197
63	Female	7,578	0,905
64	Male	6,773	-0,105
65	Female	8,75	1,646
67	Female	9,299	1,062