



République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة والحياة

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Toxicologie



**Contribution à la connaissance de quelques
paramètres morphologiques et physiologiques d'une espèce
de lézard *Scincus scincus* de la région de Touggourt**

Présentée par :

M^{elle} : BOUHENNI Oumhani

M^{elle} : KHLIF Asma

M^{elle} : SLIMANI Amina

Devant le jury composé de :

Président : Mme MEDILA Ifryqia

Professeur (Université. El –Oued)

Examineur : Mr SAADI Hamza

Maître de conférences B (Université. El –Oued)

Promotrice : Mme LAOUFI H.

Maître assistant classe A. Université. El-Oued

Co promotrice : Mme BEN AHMED K.

Maître de recherche B. CSTR.A.Touggourt

Année universitaire 2023-2024

Remerciement

Nous remercions **Allah** le Tout-Puissant de nous avoir illuminé et ouvert les voies du savoir, et de nous avoir accordé la volonté et le courage pour élaborer ce travail.

Au terme de ce modeste travail, nous tenons tout particulièrement à témoigner notre profonde gratitude à notre encadrante, **Mme LAOUFI HAYAT**, maître assistant classe A à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Université. El-Oued, pour ses judicieux conseils et toute l'aide qu'elle nous a apportée durant l'élaboration de cette étude. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous remercions également **Mme BEN AHMED KHADIDJ** Maître de recherche B CSTR. Touggourt, pour l'honneur qu'elle nous 'a fait en acceptant de Co-encadrer ce travail.

Nos sincères remerciements s'adresseront également, aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils portent à nos recherches, ils ont accepté d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs suggestions.

Nous adressons également nos sincères remerciements à **Mme HACINI NAZIHA**, et **BEN TABBA FATEH**, chef de laboratoire de la Fondation de l'Hôpital Slimane Amirat Touggourt, pour nous avoir reçu et nous avoir aidé à préparer et atteindre notre objectif.

Nous tenons également à remercier **M. Soudani** chef service de laboratoire à EHS maternité, **Mme Gherib khalida** chef service de laboratoire à EPSP et ses travailleurs, **M. Bouzid Djemoui**, ainsi que **Mme Birche Zaineb**, **Guelbi Soumia**, **Gmit Khira** et **Khawla kafi**, **Mansouri kamel**, **Kaliche Yacine**, **Ghania Abd alla**, pour leurs efforts, leur assistance et leur volonté de soutenir ce travail.

Nos profonds remerciements et notre gratitude vont aussi à tous les enseignants de la faculté des Sciences de la Nature et de Vie de l'Université ECHAHID HAMMA LAKHDAR EL –OUED.

Enfin, nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

إهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى

وأهله ومن وفى أما بعد:

الحمد لله الذي وفقنا لتتبع هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية

بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضلته تعالى مهداة إلى:

روح أبي وأخي الطاهرة رحمة الله عليهما

إلى مصدر سعادتني قرّة عيني أُمّي حفظها الله وأدامها نورا لدربي

إلى عائلتي الكريمة

إلى رفيقات المشوار أمينة أسماء إكرام وفضيلة

إلى من قدم لي يد المساعدة الطاقم التربوي لمدرسة الشهيد حميداني العربي

إلى كل من علمني حرفا وأهداني نصحا

إلى كل من أحبهم قلبي ونسيهم قلمي

أم هاني

إهداء

الحمد لله حُبًا وشكرًا وامتنانًا على البدء والختام

بكل حب اهدي ثمرة نجاحي وتخرجي إلى الذي زين اسمي

بأجمل الألقاب، إلى ملاذي فخري واعتزازي (أبي) أدامك الله سندا لنا

إلى من حملتني وهنأ على وهن

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها، (أمي) حفظك الله

إلى من اشدد بهم عضدي، إخوتي وزوجاتهم وأبنائهم وأخص الغالي نضال، الذي

يملاً حياتنا بالبهجة والفرحة حفظهم الله ورزقهم السعادة

إلى شجرتي التي لا تذبل، إلى من كانوا داعمين لي بالأوقات الصعبة فكانوا خير

معين: عائلتي الغالية

إلى الذين غمروني بالحب والتوجيه وشاركوا معي مذكرتي هذه آمنة

أم هاني

إلى زملائي في العمل، شكرًا لكل التشجيع والتحفيز

إلى أصدقائي وأحبائي، شكرًا على وقوفكم بجانبني دائمًا

إلى كل من ساعدني من قريب أو بعيد، لكم مني كل الامتنان

إلى كل من ذكرهم القلب ولم يذكرهم القلم... أنا حقا ممتنة لكم

جميعكم في هذا اليوم

أسماء

إهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات
أهدي عملي وثمره جهدي هذا
إلى التي رافقتني بدعائها دائما غاليتي أمي الحبيبة
إلى روح والدي الطاهرة الذي غادر الدنيا لكنه لم يغادر قلبي
إلى إخوتي وأخواتي الأعزاء
إلى كل أفراد عائلتي الكبيرة
إلى رفيقاتي في هذا المشوار
إلى جميع أصدقائي الأعزاء
إلى كل من علمني حرفا
إلى كل من ساندني وشجعني ولو بكلمة طيبة أو دعوة صادقة
اسأل الله أن يوفقكم ويجزيكم عني خير الجزاء
آمنة

Résumé

La présente étude a pour but d'explorer l'impact de la pollution sur la morphologie et la physiologie d'une espèce de lézard *Scincus scincus* pendant le mois de Mai à Juin 2024, dans la région de Touggourt, sur deux stations distincts : l'une à caractère agricole et l'autre désertique. L'étude consiste à faire des mesures morphométriques portant sur l'asymétrie des traits bilatéraux et un examen sanguin. Ce dernier consiste à mesurer le nombre de globules rouges et de globules blancs. De calculer le rapport hépato-somatique (RHS) ainsi que l'indice de condition corporelle (ICC). Il ressort de nos résultats que le nombre de globules rouges et blancs chez les lézards vivant dans le désert était plus élevé que chez les lézards vivant dans les zones agricoles. Nous avons également constaté une différence significative des indices RHS et de l'ICC qui porte non seulement sur la région, mais également sur le sexe des individus. Mais aussi, une variation fluctuante de certains caractères morphologiques, à savoir : l'asymétrie des traits bilatéraux était manifestement plus prononcée chez les individus vivant en zone agricole.

Mots clés : *Scincus scincus*, pollution, bio-indicateurs, asymétrie fluctuante, Touggourt.

المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف تأثير التلوث على مورفولوجيا وفسولوجيا نوع من السحلية *Scincus scincus* خلال شهر مايو إلى يونيو 2024 بمنطقة تقرت، وذلك في محطتين. متميزتان: إحداهما ذات طبيعة زراعية والأخرى صحراوية. تتكون الدراسة من إجراء قياسات مورفومترية تتعلق بعدم تناسق السمات الثنائية واختبار الدم. يتكون الأخير من قياس عدد خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء. لحساب النسبة الكبدية الجسدية (HSR) وكذلك مؤشر حالة الجسم (CCI) وأظهرت النتائج التي توصلنا إليها أن عدد خلايا الدم الحمراء والبيضاء في السحالي التي تعيش في الصحراء كان أعلى منه في السحالي التي تعيش في المناطق الزراعية. لاحظنا أيضًا اختلافًا كبيرًا في مؤشرات RHS و ICC الذي لا يتعلق بالمنطقة فحسب، بل أيضًا بجنس الأفراد. ولكن أيضًا، كان التباين المتقلب في بعض الخصائص المورفولوجية، أي عدم تناسق السمات الثنائية، أكثر وضوحًا لدى الأفراد الذين يعيشون في المناطق الزراعية.

الكلمات المفتاحية: *Scincus scincus*، التلوث، المؤشرات الحيوية، عدم التماثل المتقلب، تقرت.

Summary

The aim of this study is to explore the impact of pollution on the morphology and physiology of a species of lizard *Scincus scincus* during the month of May to June 2024, in the Touggourt region, at two stations. distinct: one of an agricultural nature and the other desert. The study consists of making morphometric measurements relating to the asymmetry of bilateral features and a blood test. The latter consists of measuring the number of red blood cells and white blood cells. To calculate the hepatosomatic ratio (HSR) as well as the body condition index (CCI). Our results showed that the number of red and white blood cells in lizards living in the desert was higher than in lizards living in agricultural areas. We also noted a significant difference in the RHS indices and the CCI which relates not only to the region, but also to the sex of the individuals. But also, a fluctuating variation of certain morphological characters, namely the asymmetry of bilateral traits was clearly more pronounced in individuals living in agricultural areas.

Keywords: *Scincus scincus*, pollution, bio indicators, fluctuating asymmetry, Touggourt.

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
Figure 01	Photo de lézard de l'espèce <i>Scincus scincus</i> (A : femelle – B : male) (Originale)	14
Figure 02	Photos sur les différentes parties morphologiques de <i>Scincus scincus</i> .	16
Figure 03	Alimentation de Poisson sable	17
Figure 04	Poisson des sables nageant dans les dunes	18
Figure 05	Répartition géographique des espèces <i>Scincus scincus</i> en Afrique du Nord	19
Figure 06	Localisation géographique de la zone d'étude	21
Figure 07	Températures moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2010-2020)	24
Figure 08	Précipitations moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2010-2020)	25
Figure 09	Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station de Touggourt (2010-2020)	26
Figure 10	Humidités moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2010-2020)	27
Figure 11	Evaporations moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2010-2020)	28
Figure 12	Insolations moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2010-2020).	29
Figure 13	Diagramme Ombrothermique de la région de Touggourte (2010-2020).	30

Figure 14	Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Touggourte.	31
Figure 15	Station Sahara El Hamraya	32
Figure 16	Station agricole El Djahfa	32
Figure 17	Photo du matériel utilisé en laboratoire	34
Figure 18	Présentation des mensurations effectuées sur les lézards	35
Figure 19	Histogramme comparatif de la longueur moyenne de la patte antérieure selon le facteur région	40
Figure 20	Histogramme comparatif de la longueur moyenne des doigts selon le facteur région.	41
Figure 21	Histogramme comparatif de la longueur moyenne de tibia selon le facteur région.	42
Figure 22	Histogramme comparatif de la longueur moyenne du fémur selon le facteur région.	43
Figure 23	Histogramme comparatif de la longueur moyenne de 4 ^{ème} orteil selon le facteur région.	44
Figure 24	Histogramme comparatif de l'indice composite d'asymétrie fluctuante selon région	45
Figure 25	Histogramme comparatif du nombre moyen de globules rouges selon le facteur région.	46
Figure 26	Histogramme comparatif du nombre moyen de globules blancs selon le facteur région	47
Figure 27	Histogramme comparatif du pourcentage moyen de lymphocytes selon le facteur région	48
Figure 28	Histogramme comparatif de pourcentage moyen de monocytes selon le facteur région	49

Figure 29	Histogramme comparatif du pourcentage moyen de basophiles selon le facteur région	50
Figure 30	Histogramme comparatif du pourcentage moyen d'hétérophiles selon le facteur région	51
Figure 31	Histogramme comparatif du pourcentage moyen d'éosinophiles selon le facteur région	52
Figure 32	Histogramme comparatif de l'indice de condition corporel moyen selon le facteur région	53
Figure 33	Histogramme comparatif du rapport hépato-somatique moyen selon le facteur région	54

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
Tableau 01	Classification de <i>Scincus scincus</i>	14
Tableau 02	Températures moyennes interannuelle en (°C), période (2010-2020), (O.N.M, 2021)	23
Tableau 03	Précipitations moyennes interannuelle en (mm), période (2010- 2020), (O.N.M, 2021)	24
Tableau 04	Vitesse du vent moyen interannuel en (m/s), période (2010-2020), (O.N.M, 2021)	26
Tableau 05	Humidité moyenne interannuelle (%), période (2010-2020), (O.N.M, 2021)	27
Tableau 06	Évaporation moyennes interannuelles (mm), période (2010-2020), (O.N.M, 2021)	28
Tableau 07	Durée d'insolation moyenne interannuelle en (h), période (2010-2020), (O.N.M, 2021)	29
Tableau 08	Composition des différents échantillons étudiés	33
Tableau 09	Matériel utilisé en laboratoire	33

Liste des abréviations

Abréviations	Non
AF	Asymétrie fluctuante
Cm	Centimeter
C°	Celsius
EDTA	Ethylene Diamine Tetraacetic Acid
Evap	Evaporation
F	Femelle
Fig	Figure
G	Gramme
GB	Globule blanc
GR	Globule rouge
H	Heure
H	Humidités
ICC	Indice de condition corporelle
Ins	Insolation
LF	Longueur du femur
LMC	Longueur du museau au cloaque
L4em or	Longueur de la patte du 4ème orteil
LPd	Longueur des doigts
LPp	Longueur de la patte antérieure
LT	Longueur total
LTi	La distance de l'insertion de la patte arrière dans le corps jusqu'au genou
M	Male

M	Masse
Mg	Milligram
Max	Maximal
MGG	May-Grünwald-Giemsa
Min	Minimal
ml	Milliliter
mm	Millimeter
Moy	Moyenne
N	Nombre
N°	Numéro
NGB	Nombre de globule blanc
NGR	Nombre de globule rouge
Préc	Précipitation
RI	Région I
RII	Région II
RHS	Le rapport hépato-somatique
Tab	Tableau
T	Température
µl	Microlitre
V	Vitesses

Résumé

المخلص

Abstract

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	7
I. BIO-INDICATEURS	7
I.1. Définitions	7
I.2. Différentes catégories de bio indicateurs	8
I.2.1. Les espèces bio accumulatrices	8
I.2.2. Les bio indicateurs de réaction	8
I.2.2.1 Les indicateurs d'exposition.....	8
I.2.2.2. Les indicateurs de dommage.....	9
I.2.3. Bioindicateurs de biodiversité	9
I.2.4. Biomarqueur	9
I.3. Utilité des bio indicateurs.....	10
I.4. Caractéristiques des bioindicateurs	10
I.5. Classification des bio indicateurs selon des milieux	11
I.5.1. Indicateurs biologiques de la qualité des milieux aquatique	11
I.5.2. Indicateurs biologiques de la qualité de l'atmosphère.....	11
I.5.3. Indicateurs biologiques de la qualité des milieux terrestres	12
II. LE POISSON DU SABLE SCINCUS SCINCUS.....	13
II.1. Généralité sur les reptiles	13
II.2. Définition	13
II.3. Classification.....	14
II.4. Morphologie.....	15
II.5. Nourriture.....	17
II.6. Reproduction.....	17
II.7. Déplacement du scinque officinal dans le sable	17
II.8. Répartition.....	18
Chapitre II : Cadre d'étude et méthodologie.....	21
I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	21
I.1. situation géographique de la zone d'étude	21
I.2. Caractéristiques du milieu abiotiques.....	22
I.2.1. Relief et topographie.....	22
I.2.2. Hydrologie	22
I.2.3. Climatologie	22
I.2.3.1. Température	23

I.2.3.2. Précipitations.....	24
I.2.3.3. Vent.....	25
I.2.3.4. Humidité de l'aire.....	26
I.2.3.5. Évaporation.....	27
I.2.3.6. Durée de l'insolation.....	28
❖ Synthèse climatique sur la région d'étude.....	29
➤ Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1953)	29
➤ Climagramme d'Emberger.....	30
II. METHODOLOGIE DU TRAVAIL	32
II.1. L'échantillonnage.....	32
II.2. Présentation du matériel utilisé pour l'étude	33
II.3. Procédé de la méthode du travail	35
II.4. Analyse des données	37
Chapitre III : Résultats et discussion.....	39
I. RESULTATS	39
I.1. Résultats de l'analyse de la variabilité du AF des caractères morphologiques.....	39
I.1.1. Variation du caractère longueur de la patte antérieure (LPP).....	39
I.1.2. Variation du caractère de la longueur des doigts (LPd)	40
I.1.3. Variation du caractère longueur du tibia (LTi).....	40
I.1.4. Variation du caractère longueur du fémur (LF).....	41
I.1.5. Variation du caractère longueur de la patte du 4 ^{ème} orteil (LP4 ^{ème} Or)	42
I.1.6. Variation de l'indice composite d'asymétrie fluctuante (SomAfi).....	43
I.2. Résultats de l'analyse des variables physiologiques	44
I.2.1. Analyse de sang	44
I.2.1.1. Nombre de globules rouge (NGR/ml).....	44
I.2.1.2. Nombre de globules blancs (NGB/ml).....	45
I.2.1.3. Équilibre leucocytaire	46
I.2.1.3.1. Pourcentage de lymphocytes (lymp %).....	46
I.2.1.3.2. Pourcentage de monocytes (mono %)	47
I.2.1.3.3. Pourcentage de basophiles (baso %)	48
I.2.1.3.4. Pourcentage des hétérophiles (hété %).....	49
I.2.1.3.5. Pourcentage des éosinophiles (éosi %)	50
I.2.2. Résultats d'analyses des indices physiologiques	51
I.2.2.1. Résultats de l'indice de condition corporel (ICC).....	51
I.2.2.2. Résultats du rapport hépato-somatique (RHS).....	52
II. DISCUSSION	54

CONCLUSION

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

Introduction

Depuis l'apparition de l'ère industrielle, la diversité biologique de notre planète disparaît à un rythme alarmant. Ce rythme est souvent estimé de 1000 à 10 000 fois plus élevé que celui qui aurait prévalu depuis le début de l'évolution de la vie sur terre, au point que certains paléontologues qualifient cette catastrophe écologique de sixième extinction massive des espèces de l'histoire de la planète. Les chercheurs considèrent que chaque année (02) espèces sur 1000 disparaissent, alors que la reconstitution d'une espèce nécessiterait de cinq à dix millions d'année (Rahmani, 2000.).

En Algérie, la majorité des espèces sauvages qui y vivent sont dans une situation très critique vis-à-vis de leur distribution, rétrécissement des aires naturelles pour cause des pressions anthropiques importantes, qui par ses effets néfastes peut influencer négativement sur la stabilité des écosystèmes. Parmi ces pressions, la pollution, particulièrement celle engendré par les agents polluants ou contaminants. Car ces derniers ont le pouvoir d'altérer la qualité des milieux naturels tels que l'eau, par les déchets industriels, l'épandage excessif, les eaux usées, l'air, par les polluants atmosphérique, les gaz à effet de serre, les émanations industrielles et le sol par les engrais chimiques. Notamment l'utilisation abusive des pesticides et des insecticides dans le domaine agricole qui a généré une importante pollution (Gharbi et al., 2005).

Notre questionnement est de savoir si les milieux agricoles sont touchés par la pollution chimique ? Comment peut-on évaluer ou mesurer le degré de pollution dans l'environnement ?

À côté de mesures physico-chimique qu'on peut effectuer dans un milieu donné pour détecter l'ampleur de la pollution (rivières, atmosphère), nous disposons également d'indicateurs biologiques appelés bio indicateurs. Ces derniers sont susceptibles de nous indiquer la présence et les effets de polluants sur un terrain donné. Le concept de bio-indicateur est très important, tout particulièrement pour la conservation et la gestion des écosystèmes (Adams, 2002). Cependant, bien que très utilisés en pratique (Landres et al., 1988 ; Niemi et McDonald, 2004). En effet l'impact de ces composés toxiques ont été largement étudiés, sur plusieurs organismes comme les abeilles telle *Apis mellifera* (Loucif ayade et al., 2008), le poisson *Gambusia affinis* (Soltani, 2008), insecte a (khebbab et al., 2008) et certains insectes à intérêt médicale comme les blattes germanique *Blatella germanica* (Habes et al., 2006).

En l'occurrence, les reptiles qui sont des bio indicateurs particulièrement intéressants. Car en vertu de leur nature poïkilotherme (animaux à sang froid), ces derniers ont une certaine difficulté à éliminer les toxines ; et donc à mieux les concentrer dans leurs corps comparativement aux autres espèces.

Introduction

Dans le cadre de cette recherche, nous nous efforcerons d'étudier les effets de la pollution sur le *Scincus scincus* ou « poisson de sable ». Petit reptile hautement spécialisée aux milieux arides et très appréciée non seulement pour ces propriétés organoleptiques mais également pour ses vertus et son pouvoir aphrodisiaque (Toumi, 2018).

Pour atteindre cet objectif nous avons subdivisé notre mémoire en trois parties. Le premier est consacré à une synthèse bibliographique sur, les bio-indicateurs et le matériel biologique (le lézard *Scincus scincus*). Les différentes stations prospectées, la méthodologie adoptée et les techniques statistiques utilisées sont présentées dans la seconde partie. La troisième partie sera consacrée aux différents résultats obtenus et la discussion. Nous terminons cette modeste contribution par une conclusion.

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

I. Bio-indicateurs

Au cours des 20 dernières années, Les bio indicateurs se sont révélés d'être des systèmes de mesure particulièrement intéressants et intelligents dans la surveillance de la qualité de l'environnement (Markert et al., 2003 ; Chapman et al., 2013).

I.1. Définitions

Selon Banaru et Perez, (2010), Un bio-indicateur est un « organisme ou ensemble d'organismes qui, par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques, permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un écosystème et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ». Le recours aux bio-indicateurs constitue donc une mesure indirecte, substitutive, d'un phénomène écologique (Landres et al., 1988 ; Benoit-Chabot, 2014).

Un bio indicateur (ou bio indicateur ou indicateur biologique) est un organisme (espèce végétale, fongique, animale ou bactérienne) ou un groupe d'organismes dont la présence nous renseigne sur l'état et le fonctionnement d'un écosystème (Fcarion, 2017) à travers la présence de certaines caractéristiques écologiques (c'est-à-dire physico-chimiques, pédologiques, microclimatiques, biologiques ou fonctionnelle) d'un écosystème ou sur l'incidence de modifications naturelles (par exemple, épisode de sécheresse) ou provoquées (par exemple, pollution chimique) (Argillier et al., 2008). Ce sont en particulier les organismes « sténo », c'est à dire des organismes qui manifestent des exigences strictes à l'égard d'un certain facteur du milieu et ne supportent que de très faibles variations de ce facteur (Anonyme, 2010). Les bio indicateurs peuvent être également des espèces qui ont une affinité marquée pour l'élément polluant (Anonyme, 2010).

On trouve aussi les lichens, les oiseaux et les bactéries, utilisés pour surveiller la santé de l'environnement. On surveille ces organismes parce que leur perturbation indique parfois un problème au sein de leur écosystème. Les perturbations peuvent être chimiques, physiologiques ou comportementales (Harrg, 2012).

I.2. Différentes catégories de bio indicateurs

Il existe différentes catégories de bio indicateurs. Elles sont déterminées en fonction du rôle du bio indicateur, c'est-à-dire de la tâche pour laquelle il est employé. Certains mesurent l'impact d'un changement environnemental, d'autres quantifient l'exposition à certaines substances ; d'autres encore permettent d'évaluer la biodiversité de la communauté, actuelle et future.

I.2.1. Les espèces bio accumultrices

Les espèces bio accumultrices, comme leur nom l'indique, ont la capacité d'accumuler des contaminants (Kaiser, 2001). Qui sont transférés par bioconcentration (transfert direct à partir du milieu environnant) et bioamplification (transfert par les niveaux trophiques de la chaîne alimentaire) (Kaiser, 2001). Cette accumulation représente une forme de résistance aux changements environnementaux (Marques, 2009). En raison de cette accumulation, les concentrations de contaminants sont plus élevées dans l'organisme bio indicateur que dans le milieu environnant (par exemple, l'eau). Ce qui en fait des outils précieux pour détecter rapidement la contamination. De plus, ces espèces permettent de surveiller l'évolution de la contamination au fil du temps (Kerckhove, 2012).

I.2.2. Les bio-indicateurs de réaction

Les indicateurs biologiques de réaction, parfois désignés comme indicateurs biologiques de changement environnemental (Sewell et Griffiths, 2009), peuvent être classés en deux catégories : les indicateurs de dommage et les indicateurs d'exposition. Cette classification reflète les différents modes d'action des bio indicateurs (Markert et al., 2003).

I.2.2.1 Les indicateurs d'exposition

Sont des organismes (ou parties d'organisme) qui accumulent des substances provenant de leur environnement, comme des polluants ou des métaux lourds. Ils agissent donc souvent comme des bio accumulateurs, résistant à l'assimilation de substances polluantes sur une longue période sans subir de dommage. Cependant, il existe également des indicateurs d'exposition qui n'ont pas la capacité de bioaccumulation. En revanche, les indicateurs de dommage sont des organismes (ou parties d'organisme) qui manifestent une réponse spécifique ou non à une exposition à un contaminant (Markert et al., 2003). Selon Steinberg et al., (1994), ce processus est souvent associé à la bioconcentration

I.2.2.2. Les indicateurs de dommage

Réagissent rapidement au stress, de manière observable ou mesurable. Ils doivent donc avoir une faible résistance au stress et une capacité d'adaptation limitée, qualités regroupées sous le terme d'organismes sténopotent (Markert et al., 2003).

I.2.3. Bio indicateurs de biodiversité

Les bio indicateurs peuvent également servir d'indicateurs de biodiversité (Markert et al., 2003), parfois désignés sous le nom de bio indicateurs de changement de communauté (Sewell et Griffiths, 2009). Étant sensibles aux altérations de l'écosystème, ces taxons indicateurs pourraient révéler des changements ayant un impact sur la biodiversité locale (Markert et al., 2003). Par conséquent, ils peuvent être utilisés comme des substituts pour évaluer les risques pesant sur cette biodiversité (Meffe et Carroll, 1994 ; McGeoch, 1998 ; Kerckhove, 2012).

I.2.4. Biomarqueur

Il est important de mentionner les biomarqueurs à ce stade de l'essai, car leur définition s'entrecoupe avec celle des bio-indicateurs, de façon plus ou moins large en fonction des auteurs et des conditions.

Un biomarqueur désigne une modification observée chez un organisme à la suite de son exposition à un stress, généralement de nature chimique (Markert et al., 2003 ; Steinberg et al, 1994 ; Gestel et Brummelen, 1996). Ces altérations se manifestent au niveau sub-organismique, allant de la génétique à la physiologie. Elles témoignent de l'exposition à des stress en général, et peuvent parfois permettre d'identifier un stress spécifique. Autrement dit, les biomarqueurs sont les signes révélateurs d'un stress subi par un organisme. Ils sont le plus souvent qualitatifs, bien que parfois quantitatifs (Markert et al., 2003). Les substances produites par l'organisme, telles que les poils, les urines ou le sang, peuvent également être considérées comme des biomarqueurs (Gestel et Brummelen, 1996 ; Kerckhove, 2012).

Les biomarqueurs peuvent être subdivisés en trois classes : biomarqueurs d'exposition, biomarqueurs d'effet et biomarqueurs de susceptibilité (Who, 1993).

I.3. Utilité des bio-indicateurs

Une des principales prémisses de l'utilisation des bio indicateurs est d'être capable de différencier ces variations naturelles des variations induites par les changements environnementaux (Kaiser, 2001), À cette fin, il est primordial d'avoir une bonne connaissance de l'écologie des bio indicateurs choisis, et de posséder de solides informations sur les variations naturelles des critères biologiques d'évaluation (Markert et al., 2003 ; Landres et al., 1988 ; Greely, 2002 ; Power, 2002).

Selon Le Bras (2007), les bio indicateurs peuvent être utilisés pour la surveillance de différents milieux (terrestre et aquatique) pour :

- 1- Emettre des signaux précoces de problèmes environnementaux.
- 2- Evaluer l'état de stress global de l'environnement à travers différentes réponses d'organismes indicateurs.
- 3- Identifier les relations de cause à effet entre les facteurs d'altération et les effets biologiques.
- 4- Evaluer l'efficacité de mesures réparatrices sur la santé des systèmes biologiques.

Ainsi les bioindicateurs constituent une des méthodes fondamentales pour déterminer les changements ou modifications dans un environnement naturel (Kayalto, 2011).

I.4. Caractéristiques des bio-indicateurs

D'après Kayalto (2011), les principales caractéristiques de la bio indication végétale comme la bio indication animale sont de disposer d'espèces :

- 1- Ayant des sensibilités spécifiques très fortes vis-à-vis de certains polluants ;
- 2- Ayant au contraire une forte résistance et une capacité d'accumulation élevée.

L'emploi de telles espèces permet d'obtenir une valeur approximative d'une pollution moyenne sur des pas de temps élevés.

Les indicateurs biologiques sont des espèces sensibles, inféodés à un milieu suffisamment restreint pour le caractériser, ou à un état d'un facteur du milieu, qu'ils permettent :

1- d'identifier par leur apparition ou disparition,

2- informe sur les conditions du milieu et des dangers potentiels de contamination et permettent ainsi d'apprécier une modification de la qualité d'un milieu.

I.5. Classification des bio-indicateurs selon des milieux

I.5.1. Indicateurs biologiques de la qualité des milieux aquatique

Un bio indicateur de milieu aquatique est composé d'une espèce ou d'un groupe d'espèces qui nous renseigne sur les modifications biotiques ou abiotiques d'un cours d'eau et donc sur les variations de différents facteurs du milieu (Touzin ,2008).

Le bio indicateur est une mesure indirecte, substitutive, d'un phénomène écologique (kerckhove, 2012 et Belanger, 2009). Pratiquement tous les organismes révèlent des informations sur leur environnement, mais certains sont plus utiles pour la surveillance de la qualité des eaux que d'autres (Morin, 2006). Parmi les espèces biologiques indicatrices de la qualité des milieux aquatiques figurent les invertébrés aquatiques et les poissons.

I.5.2. Indicateurs biologiques de la qualité de l'atmosphère

Parmi les organismes utilisés en bio surveillance de la qualité de l'air, le groupe des lichens est de loin le plus fréquemment employé (Conti et Cecchetti, 2001). Formés d'une symbiose entre un Champignon et une algue, ces organismes cosmopolites présentent des caractéristiques morphologiques les rendant particulièrement sensibles à la pollution atmosphérique.

De plus, chaque espèce de lichen possède des exigences propres concernant les variables écologiques (humidité, température, etc.) et environnementales (pollution azotée, pollution soufrée, etc.) (Bispo et al., 2009).

I.5.3. Indicateurs biologiques de la qualité des milieux terrestres

Le sol est un milieu particulier réunissant un grand nombre d'organismes vivants. Ces organismes possèdent tous les caractéristiques génétiques uniques et appartiennent à des niveaux trophiques différents. Ils remplissent des fonctions essentielles (Bispo et al., 2009).

Le sol est une ressource essentielle pour les sociétés humaines et les écosystèmes. Ces ressources malheureusement sont soumises à des pressions de plus en plus importantes (production agricole, développement urbain, etc.).

Par ailleurs, le sol n'étant pas une ressource renouvelable ; il est nécessaire d'en assurer la protection.

L'intérêt de la composante biologique du sol repose sur les fonctions dont il assure :

- 1- la formation et l'entretien de la structure des sols (la rétention en eau, la compaction) ;
- 2- la décomposition, la transformation et le transport de la matière organique ;
- 3- La dégradation des polluants organiques et métalliques du sol (fonction de filtre et du réacteur biologique) ;
- 4- le fonctionnement global des écosystèmes (symbiose racinaires) ;
- 5- l'émission, séquestration de gaz à effet de serre. Ces fonctions sont réalisées par une multitude d'organismes interdépendants.

Une perturbation à un niveau peut engendrer des dommages à d'autres niveaux.

Parmi l'espèces indicatrices biologiques de la qualité des milieux terrestres figurent :

- Les invertébrés.
Les arthropodes du sol. Les plus étudiés (Carabes, Staphylins, Araignées myriapodes, Fourmis, Abeilles).
- Les petits mammifères.

Comme les rats ; souris ; musaraignes

- Les vertébrés terrestres.

Les vertébrés terrestres sont également utilisés comme indicateurs de contamination/pollution car ils ont la capacité de concentrer diverses substances chimiques dans certaines parties de leur organisme (Douthwaite, 2002).

Parmi les vertébrés terrestres figurent :

- Oiseaux
- Amphibiens
- Reptiles

II. Le Poisson du sable *Scincus scincus*

II.1. Généralité sur les reptiles

Les Reptiles sont des vertébrés allantoïdiens, à température variant selon le milieu environnant, à respiration pulmonaire pendant toute leur existence, sans métamorphoses au cours du jeune âge, à corps protégé par une peau recouverte d'une couche cornée résistante formant des granules, des plaques ou des écailles juxtaposées ou imbriquées affectant les formes les plus diverses. Le plus souvent ovipares, rarement ovovivipares. Membres présents, bien développés ou rudimentaires, ou absents. Crâne articulé avec la colonne vertébrale par un condyle occipital simple, médian (Le Berre, 1989).

II.2. Définition

Le scinque officinal est un lézard qui fait partie de la famille des Scincidés. C'est la plus vaste famille au sein des Sauria (Singh et Banyal, 2013).

Le poisson du désert ou encore "*Scincus scincus*" pour son nom scientifique est un lézard de la lignée fouisseuse apode d'Afrique (Whiting et al., 2003), connu sous le nom de "Cherchmena", il est surnommé le poisson du désert en raison de sa manière de glisser littéralement sur le sable et plonger à l'intérieur comme s'il s'agissait d'un poisson dans son élément aquatique (Fig 01). Il possède également des écailles dont les dessins et reflets ressemble étonnamment à ceux d'un poisson (Bechaa, 2016).



Figure 01 : Photo de lézard de l'espèce *Scincus scincus* (A : femelle – B : male) (Originale)

II.3. Classification

La classification scientifique du scinque officinal (Linnaeus, 1758), est comme suite :

Tableau 01 : Classification du *Scincus scincus*

Règne :	Animalia
Embranchement	Chordata
Sous – embr	Vertebrata
Classe	Reptilia
Sous – classe	Lepidosauria
Ordre	Squamata
Sous – ordre	Sauria
Infra – ordre	Scincomorpha
Famille	Scincidae
Sous – famille	Scincinae
Genre	<i>Scincus</i>
Espèce	<i>Scincus scincus</i>

Synonymes :

- * *Lacerta scincus* (Linnaeus, 1758) ;
- * *Scincus officinales* (Laurenti, 1768) ;
- * *Scincus scincus* (Grandison, 1956).

L'espèce *Scincus scincus* comprend 5 sous-espèces

- *Scincus scincus conirostris* (Blanford, 1881)
- *Scincus scincus cucullatus* (Werner, 1914)
- *Scincus scincus laterimaculatus*
- *Scincus scincus meccensis* (Wiegmann, 1837)
- *Scincus scincus scincus* (Wizard, 2008).

Noms usuels

- Français : scinque officinal, poisson des sables, scinque des sables.
- Arabe: Hout et Ber, Cherchmann, Sorbech, Sihilyia, Sararout.
- Anglais: skink, sand fish, common skink (Bechaa, 2016).

II.4. Morphologie

Scincus scincus est un lézard de taille moyenne avec une queue courte forte et conique (longueur totale 20 cm, dont 12 cm pour le corps) ; Tête couverte de plaques symétriques. Museau pointu en forme de coin formant un angle d'environ 45°, parfaitement plat dessus et dessous. Ouverture de la narine en fente étroite immédiatement en arrière de la rostrale. Rostrale en contact étroit avec la frontonasale, elle-même séparée de la frontale par une paire de supranasales (Fig 02). Ouverture tympanique masquée par de petites écailles (Le Berre, 1989 ; Schleich, 1996). De 26 à 30 rangées d'écailles autour du milieu du corps. Deux grandes plaques anales. Extrémité des pattes antérieures rabattues vers l'arrière atteignant l'extrémité des pattes postérieures rabattues vers l'avant. Cinq doigts à chaque membre, chacun avec des écailles aplaties saillantes. Queue conique courte ; Les mâles ont la base de la queue très renflée, La coloration de la face dorsale va du jaune pâle au beige roux ou à l'orange, avec des bandes transversales noires, voilettes ou brunes. Les flancs et la face ventrale sont blancs. La largeur des bandes transverses claires et sombres est similaire. Pas de taches sombres sur les flancs, la face ventrale est claire (Schleich et al., 1996 ; Trape et al., 2012).

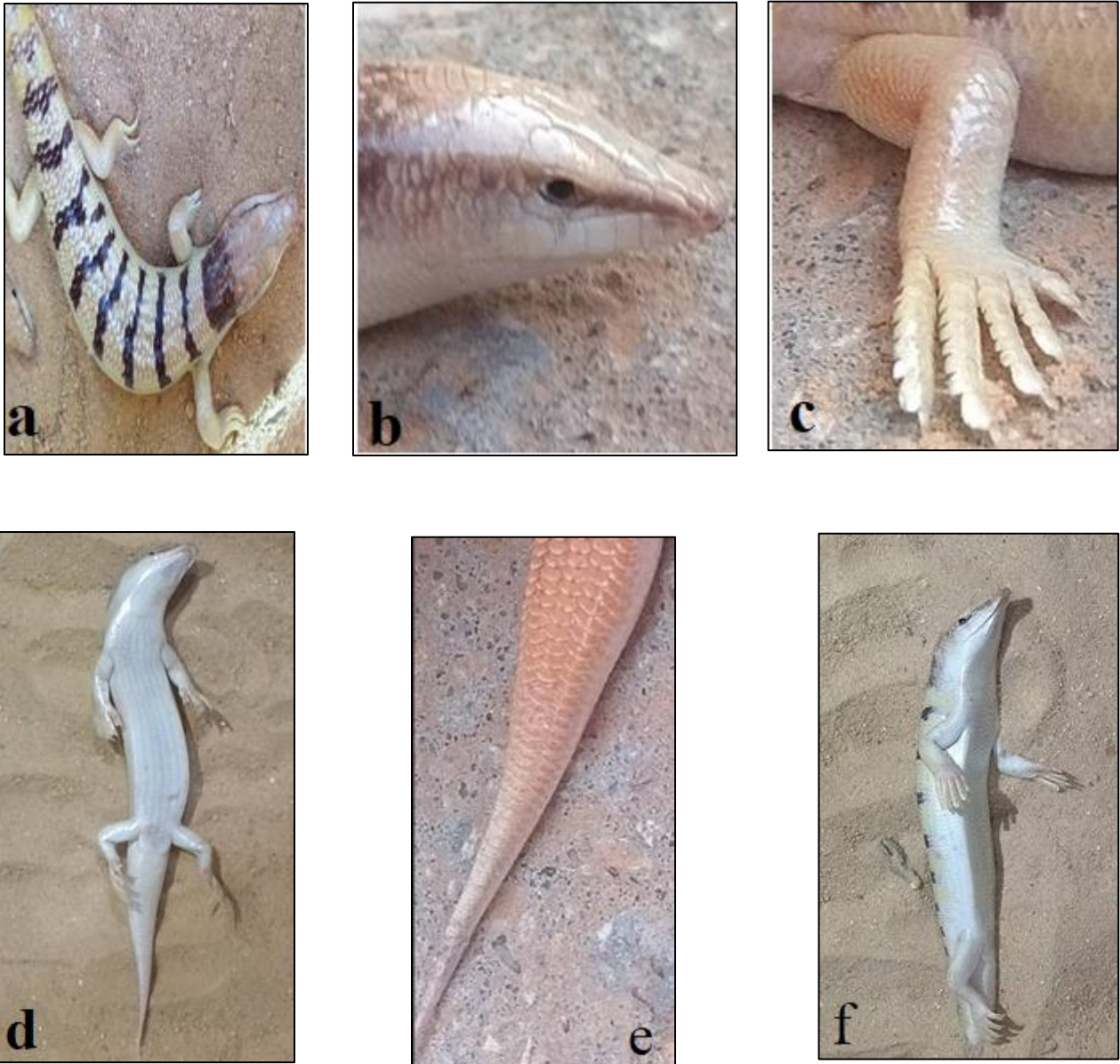


Figure 02 : Photos sur les différentes parties morphologiques de *Scincus scincus*. (Original)
(**a** : la face dorsale ; **b** : la tête ; **c** la patte ; **d** : la face ventrale ; **e** : la queue ; **f** : les flancs)

II.5. Nourriture

Le Scinque officinal nourrit principalement sur les petits arthropodes et les graines de plantes (Alsadoon et al., 1999). Son régime alimentaire est varié, il comprend des insectes (sauterelles, coléoptères), arachnides, d'autres lézards et des végétaux (fleurs et fruits de genets et de graminées), aussi il se nourrit de grillons et de petits vers (Douglas et al., 2013). Il repère les vibrations émises par ses futures proies, et il nage jusqu'à elles pour les capturer. D'après (Reboud, 2000) Pour réussir à attraper un scinque, ses ennemis le guettent quand il vient prendre le soleil en surface ou quand il chasse les sauterelles et les coléoptères (Fig 03).



Figure 03 : l'alimentation de poisson sable (Original)

II.6. Reproduction

Les scinques se reproduisent très rarement, la femelle est ovipare. En captivité la reproduction s'obtient généralement après un repos hivernal d'1 à 2 mois à 10-15°C. Au réveil, des accouplements auront lieu. Après les accouplements, la femelle pondra 3 à 5 œufs qui seront mis à incuber à 29,5°C pendant 64 jours (Battaglia, 2006).

II.7. Déplacement du scinque officinal dans le sable

Pour survivre dans son habitat saharien chaud, le *Scincus scincus* comme d'autres reptiles demeurant le désert, passe beaucoup de temps sous terre (Fountain, 2009). Récemment, (Maladen et al., 2011) utilisons l'imagerie par rayons X à haute vitesse pour visualiser la locomotion du poisson de sable. L'étude a révélé qu'il se déplace au-dessus de la surface en utilisant une démarche diagonale avec son

petit corps de flexion, il nage sous- le sable à l'aide d'une grande amplitude d'ondulation progressives (Sharpe et Goldman, 2013). La caméra à rayons X a montré que dans une demi-seconde il replie ses jambes contre ses côtés et que la vitesse de nage varie en fonction de la fréquence des ondulations, d'environ 2 à 4 par seconde (Fig 04) (Fountain, 2009).

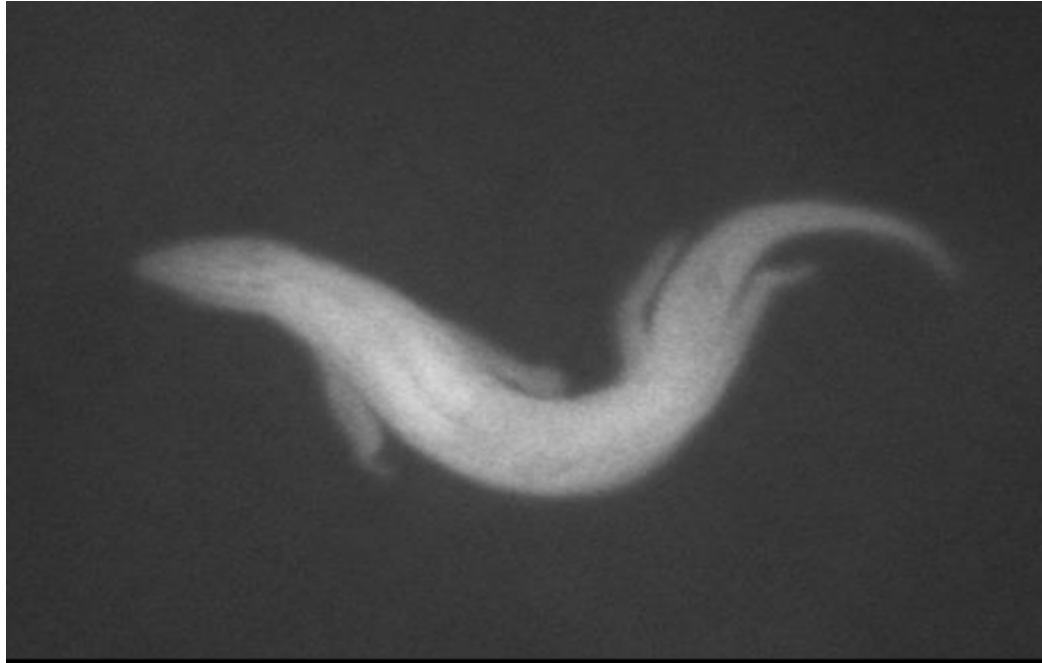


Figure 04 : Poisson des sables nageant dans les dunes (Viviane, 2009).

II.8. Répartition

Scincus scincus aime le sable, où il y vit comme un poisson dans l'eau, il s'y enfouit et y "nage" à des profondeurs de 10 à 40 cm. Il fait surface aux heures chaudes (Trape et al., 2012).

Il fréquente tout le Sahara dans les grandes zones sablonneuse, tans dis qu'il est absent des zones très arides.

Cette espèce se rencontre au Sénégal, au Mali, au Niger, au Nigeria, au Maroc, en Mauritanie, en Tunisie , en Algérie (Meniaa, Souf ...), en Libye, en Égypte et au Soudan, en Palestine, en Jordanie, en Syrie, en Arabie saoudite, au Yémen, aux Émirats arabes unis, à Bahreïn, au Koweït, en Irak, et en Iran... (Trape et al., 2012 ; Verdier, 2015).

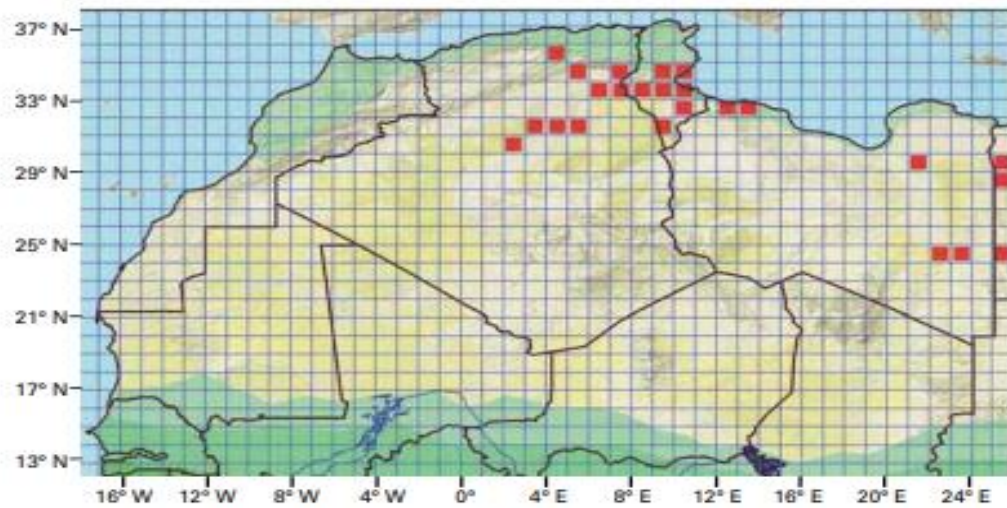


Figure 05 : Répartition géographique des espèces *Scincus scincus* en Afrique du Nord d'après (Trape et al., 2012).

Chapitre II

Cadre d'étude et méthodologie

I. Présentation de la zone d'étude

I.1. situation géographique de la zone d'étude

Notre étude a été réalisée au niveau de la zone de Touggourt (Fig 06), précisément dans la région de Taïbet, située au Nord Est du Sahara Algérien. Elle forme la limite Nord du grand Erg Oriental. Géographiquement, la région est limitée au Nord et à l'Ouest par les chotts de l'Oued Righ, à l'Est par la région de l'Oued Souf, et au Sud par l'extension de l'Erg Oriental. Au point de vue administratif, Taïbet appartient à la wilaya de Touggourt. Elle englobe trois communes (Ben Nasseur, Taïbet, et El'Mnagueur) limitée au Nord et à l'Est par la wilaya d'El Oued, Au Sud par les communes d'El Bourma et Hassi Messoud, à l'Ouest par la commune, Elhdjira et les communes de Touggourt. La Région est située entre les latitudes Nord $33^{\circ},57'$ et 32° et les longitudes Est $6^{\circ},2'$ et $7^{\circ},13'$ (Kadi et Merad, 2019).

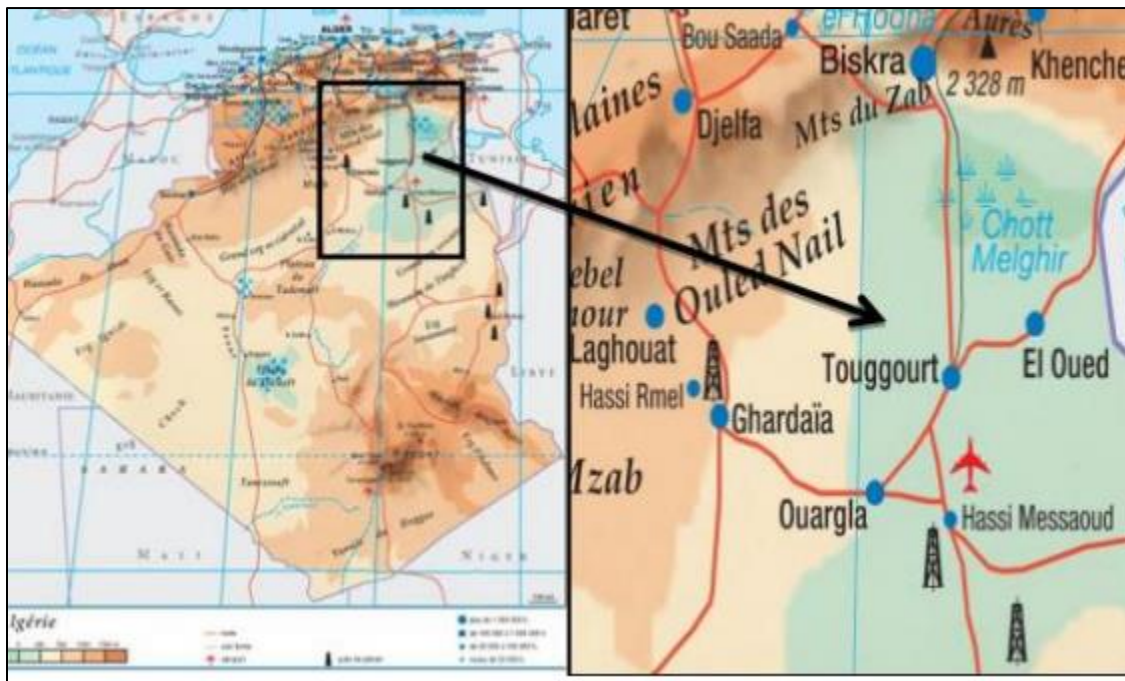


Figure 06 : Localisation géographique de la zone d'étude

I.2. Caractéristiques du milieu abiotiques

I.2.1. Relief et topographie

Le relief de la vallée de l'Oued-Righ est de basse altitude, notamment dans la zone des chotts au Nord, où les altitudes sont inférieures au niveau de la mer, d'où son appellation "Bas Sahara". La caractéristique principale de cette région est son inclinaison vers le Nord ou plus particulièrement vers les grands chotts. Cette inclinaison permet aux eaux excédentaires de s'écouler vers le Nord (Dubost, 1991). La pente générale est de l'ordre de 1% la dénivellation entre le haut et le bas du paysage est de quelques mètres seulement, les pentes sont faibles et le relief est peu marqué reposant sur les formations mio pliocènes et éocènes qui s'enfoncent progressivement vers le Nord (Helal et al., 2004).

I.2.2. Hydrologie

Selon Perennes (1979), Oued-Righ est un bassin artésien, c'est l'un des plus importants du monde. En effet, dans cette région l'alternance de couches imperméables et de couches aquifères d'une part, l'existence d'un fossé de subsistances d'autre part, ont permis la formation de nappes souterraines superposées.

la vallée de l'Oued-Righ est constituée de quatre étages aquifères : la nappe supérieure comprend elle-même trois nappes localisées, de haut en bas, dans les sables gris (entre El Goug et Touggourt) à environ 20 à 40 m sous la surface, les sables gris des puits arabes (entre El Goug et El Arfiane), à environ 50-80 m de profondeur, et les sables rouges, fins argileuses, sur l'ensemble de l'Oued-Righ, à environ 100-130 m de profondeur ; la deuxième nappe dans les grès, sables et petits graviers de l'ensemble de l'Oued-Righ, à 140- 180 m de profondeur à l'amont et 180-220 m à l'aval. La nappe des calcaires sur l'ensemble de l'Oued-Righ, profonde de 160m et plus à l'amont, 240 m et plus à l'aval ; enfin le deuxième niveau éocène calcaro-marnaux (Côte, 2005).

I.2.3. Climatologie

L'étude repose sur divers éléments climatiques, tels que la température, les précipitations, l'humidité, le vent, l'ensoleillement et l'évaporation. Ces éléments constituent une source importante pour déterminer la texture du milieu naturel et son impact sur la vie humaine. Ceux-ci, sont également étroitement liés à la propagation des polluants, notamment ceux d'origine industrielle, qui peuvent se transférer facilement entre les composants d'un même écosystème, tels que le sol, l'eau et l'air. Cela

permet ainsi le transport ou la dispersion de ces polluants vers ou depuis d'autres zones (Ben Arabi, 2023).

En général, la région d'Oued-Righ est caractérisée par un climat sec et aride, accusant un écart de températures important diurne et nocturne et entre saisons (Sayah, 2020).

Les données climatiques enregistrées durant 10 ans (2010-2020), établit par O.N.M. de Touggourt (2021) sont illustré ci-dessous.

I.2.3.1. Température

La chaleur joue un rôle essentiel dans le climat, avec des variations de température significatives à travers le monde, influençant directement les êtres humains, les animaux et les plantes. Les données thermométriques caractérisant la zone d'étude sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Températures moyennes interannuelle en (°C), période (2010-2020), (O.N.M, 2021)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
T min	5.6	6.3	10.04	14.6	19.1	23.7	26.9	26.3	22.7	16.7	9.9	5.4	15.5
T Max	18.2	19.9	24.4	29.3	33.7	38.5	42.2	41.1	36.2	30.4	23.3	18.5	27.6
T moy	10.6	13.1	17.09	21.9	28.8	31.1	35.5	33.7	29.4	23.6	13.6	11.9	23.8

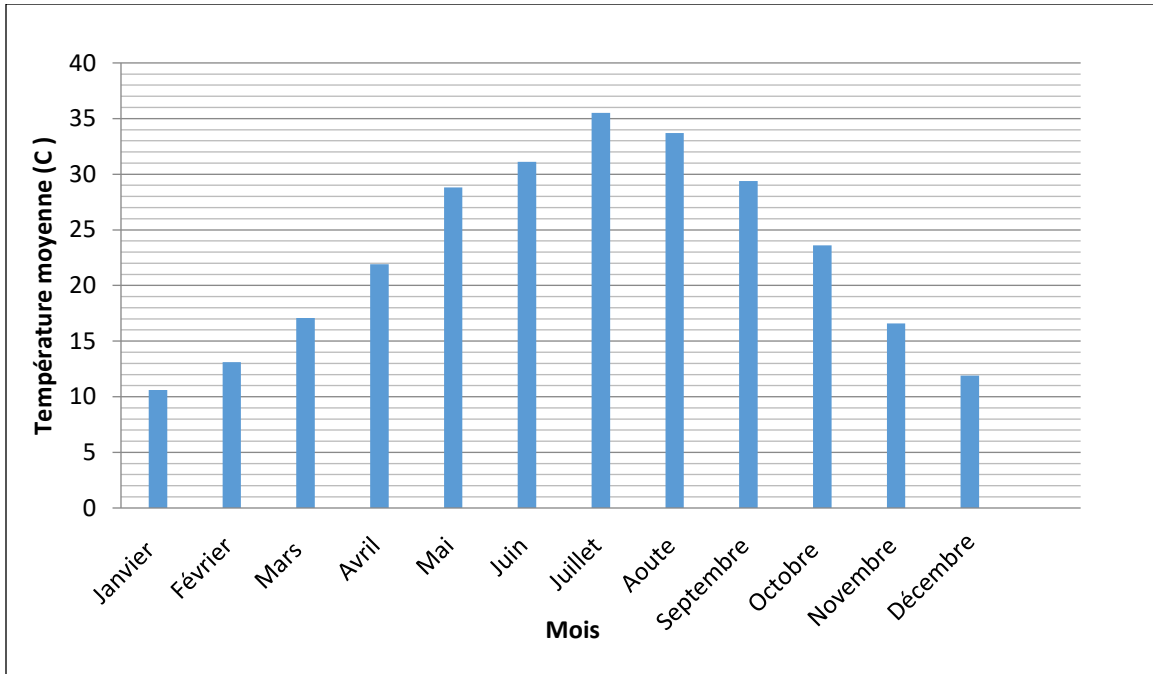


Figure 07 : Températures moyennes mensuelles de la zone de Touggourt (2010-2020)

La zone d'étude se distingue par des hivers froids, surtout nocturnes, et des étés chauds, avec une variation marquée de la température moyenne entre ces saisons. En juillet, la température maximale peut atteindre 35.5 °C, tandis que la température moyenne la plus basse, enregistrée en janvier, est d'environ 10.6 °C.

I.2.3.2. Précipitations

Les précipitations représentent une étape clé du cycle hydrologique, au cours de laquelle l'eau retourne de l'atmosphère à l'état liquide ou solide à la surface de la terre. Les données de la pluviométrie sont illustrées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 03 : Précipitations moyennes interannuelle en (mm), période (2010- 2020), (O.N.M 2021).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
Precipitations (mm)	11.49	5.01	6.79	9.66	1.80	0.47	0.05	1.2	6.02	3.75	6.35	3.41	4.35

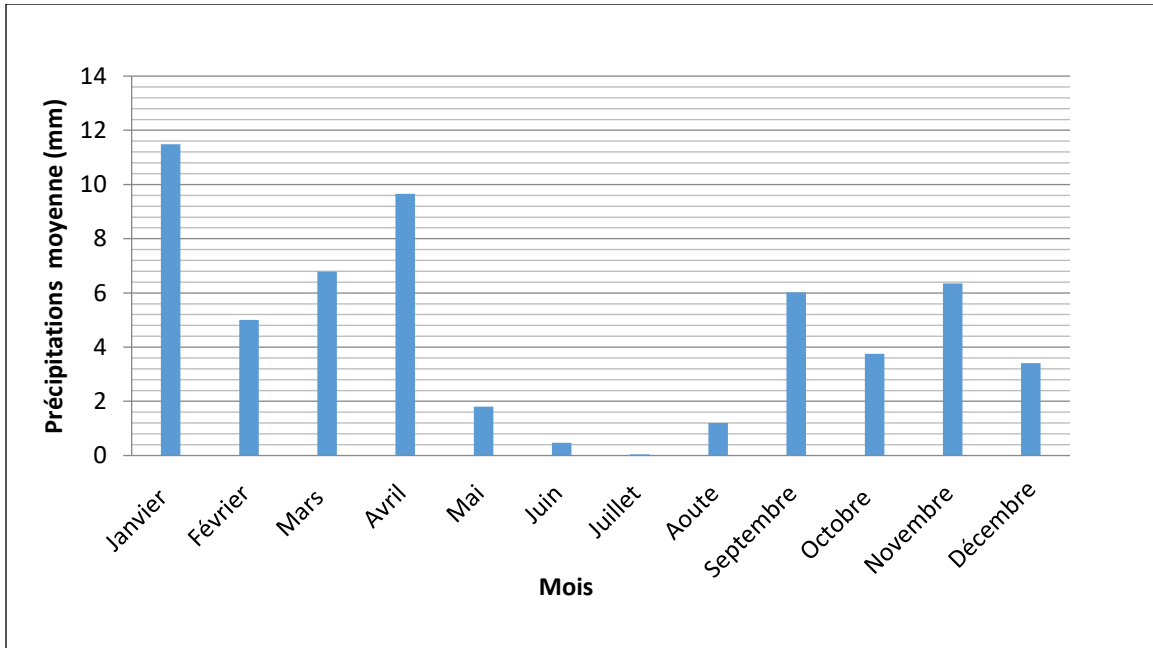


Figure 08 : Précipitations moyennes mensuelles de la zone de Touggourt (2010-2020)

L'analyse de la figure montre un maximum de pluie enregistré en mois de janvier. De plus, une des caractéristiques de la région est l'irrégularité des précipitations tout au long de l'année. Il arrive souvent que la ville enregistre des précipitations en un ou deux jours qui dépassent la quantité totale des précipitations de l'année entière.

I.2.3.3. Vent

Le vent joue un rôle géomorphologique crucial, notamment dans les zones arides et semi-arides, ce qui en fait un sujet d'étude important. Sa direction et son intensité sont particulièrement significatives en raison de leurs effets, tels que l'assèchement des zones humides et l'accélération de l'évaporation. Le vent contribue également au transport des polluants et du sable, entraînant ce que l'on appelle le phénomène de désertification, qui est l'une des plus grandes menaces pour la vie dans la région.

Tableau 04 : Vitesse du vent moyen interannuel en (m/s), période (2010-2020), (O.N.M 2021).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
Vent (m/s)	8.39	9.39	9.98	10.71	10.48	9.73	9.29	9.11	9.26	7.99	8.13	7.26	9.14

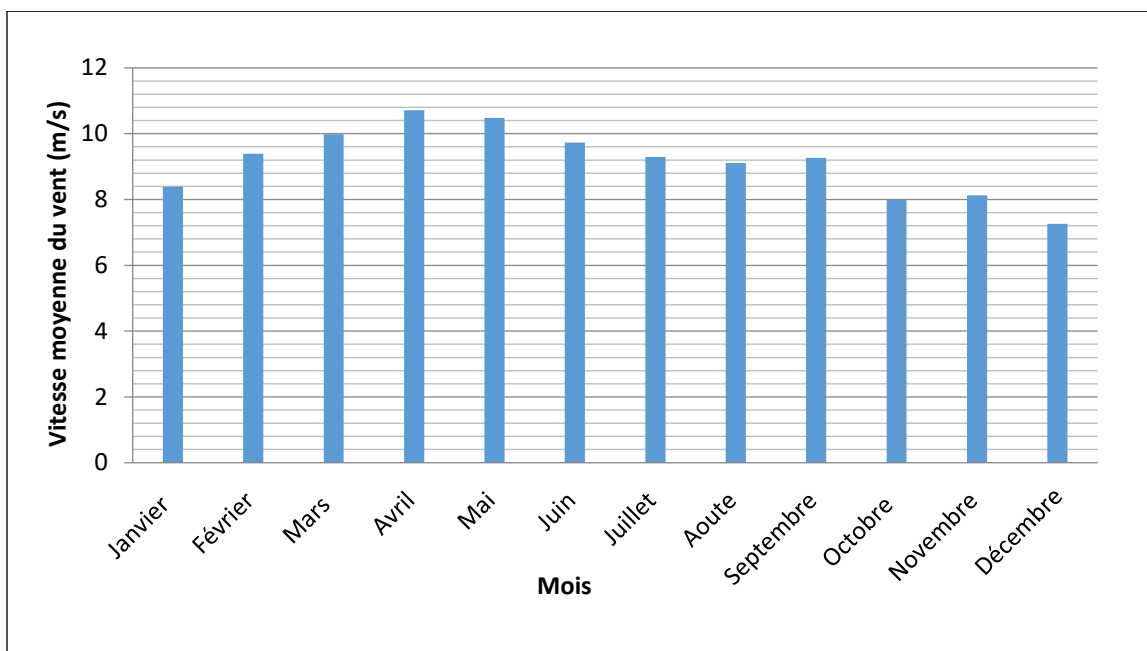


Figure 09 : Vitesse moyennes mensuelles des vents de la zone de Touggourt (2010-2020)

D'une façon générale, dans la région d'Oued Right, les vents sont fréquents surtout en période printanière ou la vitesse la plus élevée est enregistrée au mois d'avril, avec un maximum de 10.71(m/s) ; et le minimum enregistré en décembre avec 7.26 (m/s).

I.2.3.4. Humidité de l'aire

L'humidité est un état du climat qui représente le pourcentage de la vapeur d'eau qui se trouve dans l'atmosphère. Elle dépend de plusieurs facteurs à savoir : la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la température, les vents et de la morphologie de la station considérée (Faurier et al.,1980).

Tableau 05 : Humidité moyenne interannuelle (%), période (2010-2020), (O.N.M, 2021)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
H min	38.7	30.5	27.0	23.4	21.9	19.6	17.1	19.7	26.7	29.5	34.3	39.9	27.3
H Max	81.7	75.9	71.9	66.6	59.3	53.2	48.9	53.4	65.7	71.3	79.0	84.8	67.6
H moy	60.2	53.2	49.4	45.0	40.6	36.4	33.6	36.5	46.2	50.4	56.6	62.3	47.5

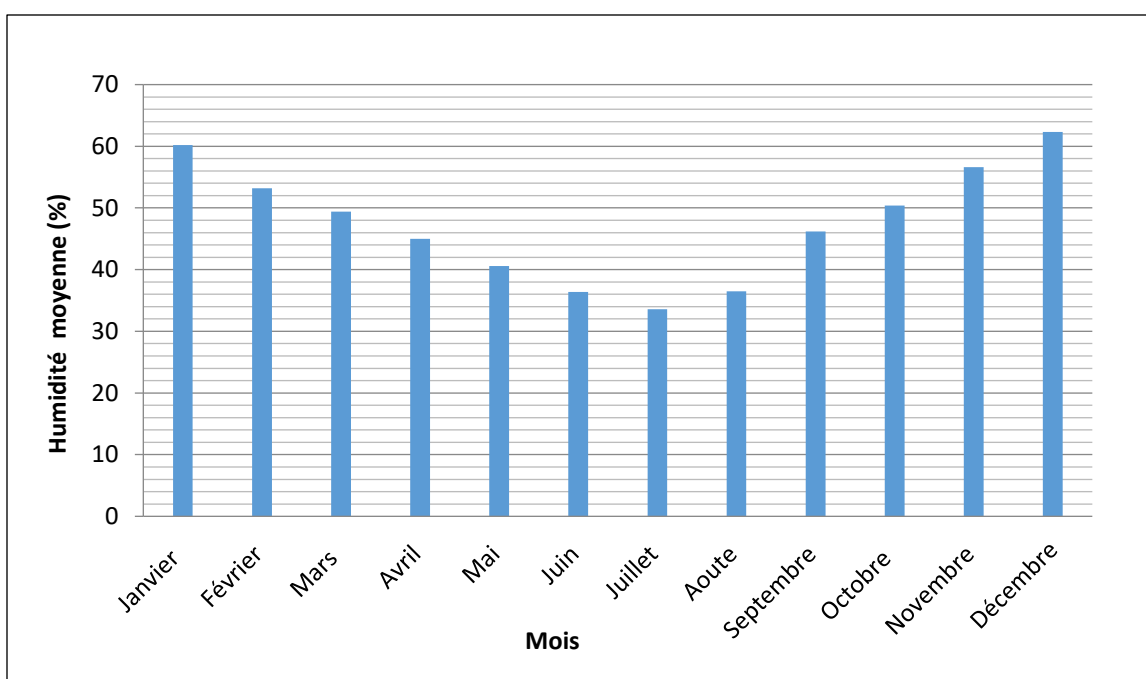


Figure 10 : Humidités moyennes mensuelles de la zone de Touggourt (2010-2020)

L'analyse de la figure relative aux données sur l'humidité de la zone d'étude, montre que l'humidité moyenne varie selon les saisons, atteignant un pic de 62.3% en décembre et un minimum de 33.6 % en juillet.

1.2.3.5. Évaporation

L'évaporation est un facteur crucial qui influence considérablement la température, la durée quotidienne d'ensoleillement et le taux de précipitations. Les variations des conditions météorologiques

d'un mois à l'autre impactent le processus d'évaporation, avec des quantités qui varient en conséquence. Le tableau ci-dessous montre les données sur la variation d'évaporation de la zone d'étude :

Tableau 06 : Évaporation moyennes interannuelles (mm), période (2010-2020), (O.N.M 2021)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
Évaporation (mm)	90.7	117.8	157.3	202.3	241.3	289.2	331.1	292.6	222.9	169.8	122.9	82.3	232.9

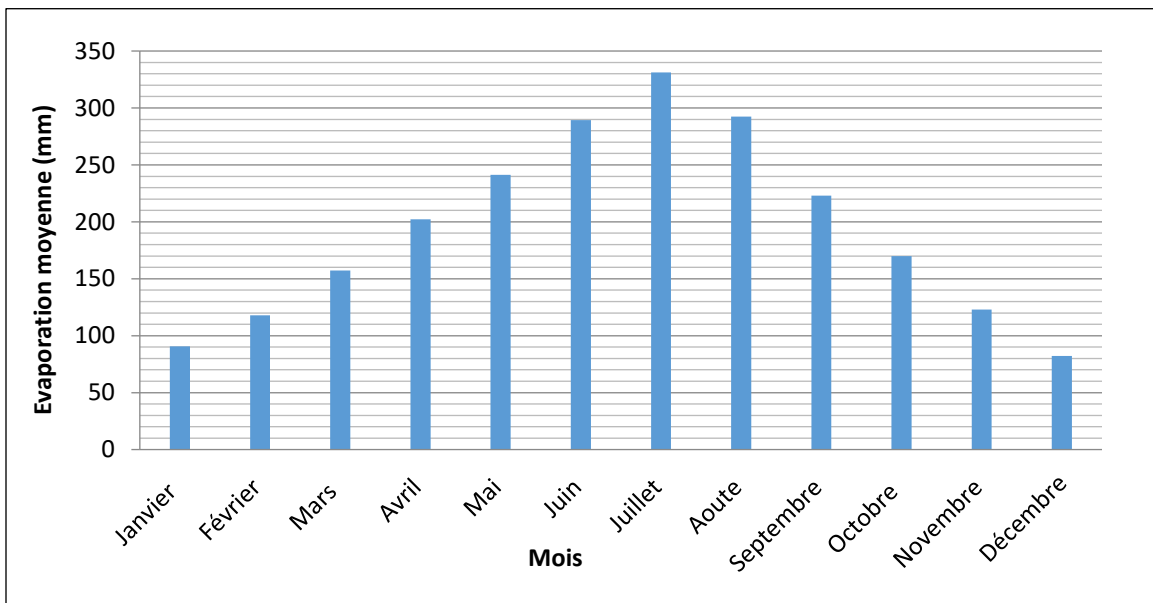


Figure 11 : Evaporations moyennes mensuelles de la zone de Touggourt (2010-2020)

Dans la zone d'Oued Right, l'évaporation moyennes mensuelles maximal est enregistré en mois de juillet avec 331.1 mm, alors que la moyenne sur le reste de l'année ne dépasse pas 230 mm.

1.2.3.6. Durée de l'insolation

La durée d'ensoleillement dépend de la période pendant laquelle le soleil peut briller, et reste effective lorsque le ciel est dégagé de nuages. Les données sur l'insolation sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau 07 : Durée d'insolation moyenne interannuelle en (h), période (2010-2020), (O.N.M, 2021)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
Durée (h)	256	239	274	286	321	322	362	340	276	267	252.2	235	286

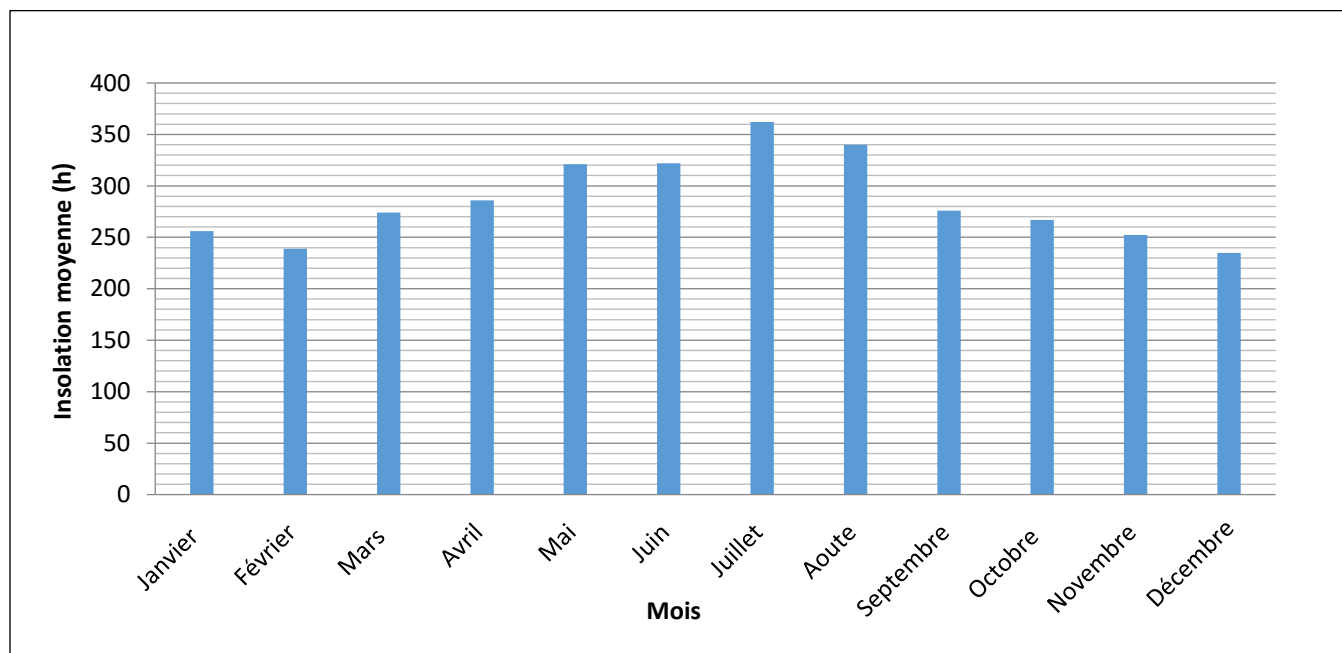


Figure 12 : Insolations moyennes mensuelles de la zone de Touggourt (2010-2020)

L'analyse des données sur l'insolation de notre zone d'étude, la vallée d'Oued Right, montre que la durée d'ensoleillement est relativement élevée, atteignant un maximum de 362 heures en juillet et un minimum de 235 heures en décembre.

❖ **Synthèse climatique sur la région d'étude**

La classification écologique des climats est faite en utilisant plusieurs facteurs climatiques, et essentiellement les deux facteurs les plus importants et les mieux connus la température et la pluviosité (Dajoz, 1971).

➤ **Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)**

D'après (Frontier et al., 2004), les diagrammes ombrothermiques sont constitués en portant en abscisses. Les mois et en ordonnées, à la fois, les températures moyennes mensuelles en (°C) et les précipitations mensuelles en (mm). L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour les températures dans les unités choisies.

Un mois est réputé «sec » si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne et réputée « humide » dans le cas contraire.

Après le traçage du diagramme de notre région d'étude, on constate que la région de Touggourt se caractérise par une période sèche, sur l'ensemble des 12 mois de l'année (Fig. 13).

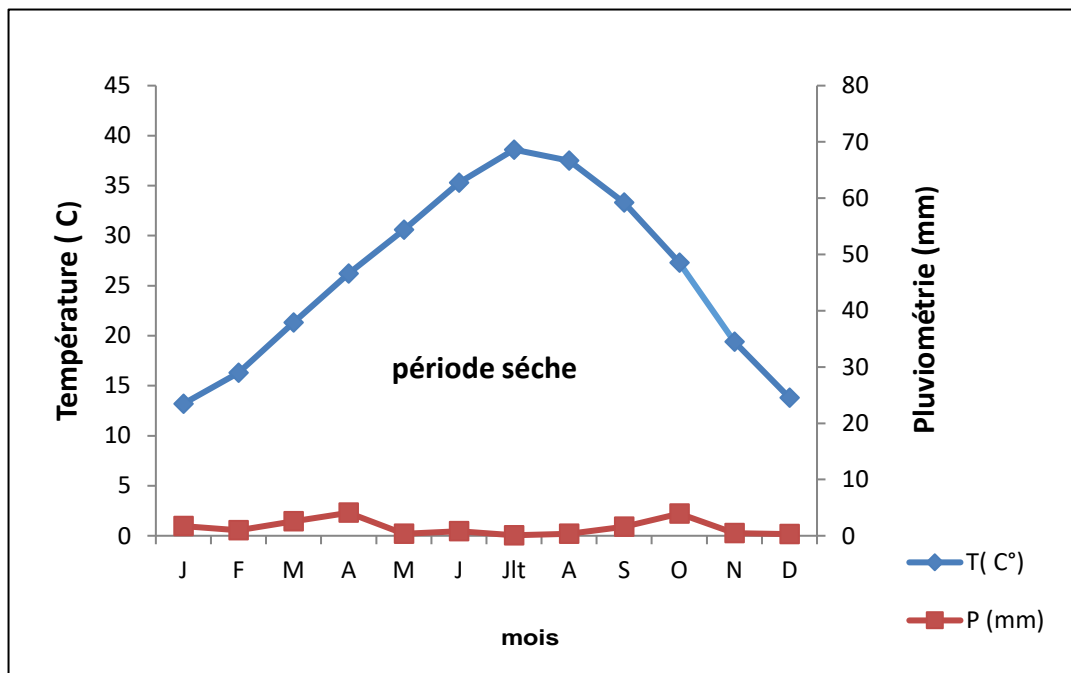


Figure 13 : Diagramme Ombrothermique de la région de Touggourt (2010-2020)

➤ **Climagramme d'Emberger**

Le quotient pluviothermique d'Emberger exprime la sécheresse globale d'un climat en mettant en rapport les précipitations et les températures, ce quotient est calculé par la formule

Suivante :

$$Q = 3.14 \times P / M - m$$

P : pluviométrie annuelle en mm.

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud en °C.

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en °C.

Selon de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

Humides pour $Q > 100$

Tempérées pour $100 > Q > 50$

Semi-arides pour $50 > Q > 25$

Arides pour $25 > Q > 10$

Désertiques pour $Q < 10$

Grâce à cette formule il est possible de calculer le quotient pluviométrique de la zone d'étude de la région de Touggourt qui est égal à $Q = 5.15$, ce qui permet de classer la zone dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (Fig. 14).

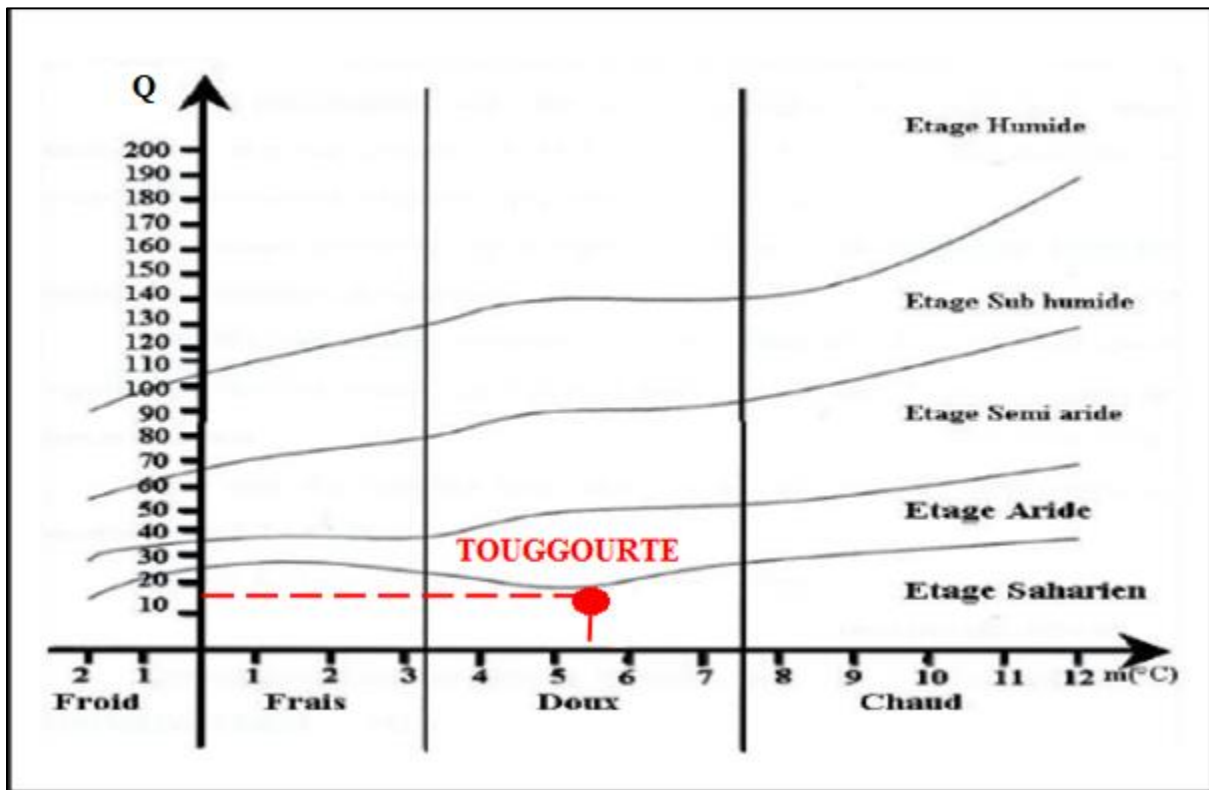


Figure 14 : Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Touggourt

II. Méthodologie du travail

II.1. L'échantillonnage

Notre étude a été réalisée dans la région de Taibet au niveau de la zone de Touggourt, notre choix est lié à l'accessibilité du milieu et à la présence du modèle biologique. Deux stations ont été choisies à savoir :

La station de El Hamraya (Sahara) : c'est une station qui se situe entre les coordonnées géographiques Latitude : 33.147778, Longitude : 6.343056 /33° 08' 51" Nord, 6° 20' 35" Est, localisé à 15Km de la commune de Taibet, caractérisé par son éloignement de tout type de pollution, c'est la station témoin (Fig. 15).



Figure 15 : Station de El Hamraya (Sahara)

La station El Djahfa (Agricole) : c'est une station se situant entre coordonnées géographiques Latitude : 33.27212, Longitude : 6.491695 /33° 16' 19" Nord, 6° 29' 30" Est, se caractérisent par une activité agricole diversifiée (tomate, pomme de terre et arachide...) au cours de l'année. (Fig. 16).



Figure 16 : Station El Djahfa (Agricole)

Les échantillons ont été collectés de manière traditionnelle (à la main) pendant la période d'activité des lézards qui s'étend de Mai à Septembre. Notre population de lézards a été collectée en Juin 2024. Les lézards capturés ont été placés dans un récipient en plastique de couleur foncée puis transportés au laboratoire.

Tableau 08 : Composition des différents échantillons étudiés

Région	Nombre de mâle	Nombre de femelle	Nombre total
Sahara (SH) El Hamraya	10	10	20
Agricole (AG) El Djahfa	16	14	30
Les deux régions	26	24	50

II.2. Présentation du matériel utilisé pour l'étude

Les techniques utilisées durant la partie expérimentale nécessitent l'utilisation des matériels et produits mentionnés dans le tableau et la figure ci-dessous :

Tableau 09 : matériel utilisé en laboratoire

• Une balance de précision
• Agitateur magnétique

•	Microscope optique
•	Micropipette.
•	Seringues
•	Cellule de Malassez
•	Etiquettes
•	Compressees
•	Verre de montre
•	Pied à coulisse
•	Tubes de prélèvement EDTA
•	Tubes sec
•	Gants d'examen
•	Lames bistouri
•	Lames et lamelles pour microscope
•	Bavette
•	Huile à immersion
•	Eau distillée
•	Alcool chirurgical
•	Produits pour préparation solution de Natt-Herrick
•	Solutions de coloration de MGG
•	Eau de javel

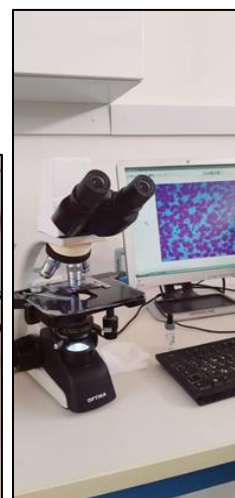


Figure 17 : photo du matériel utilisé en laboratoire (Original)

II.2. Procédé de la méthode du travail

Les animaux capturés, destinés aux analyses ultérieures, ont suivi les étapes suivantes :

Etape 01 : les lézards vivants ont été pesés par une balance de précision.

Etape 02 : des mesures morphométriques de chaque individu échantillonné ont été prises à l'aide d'un pied à coulisse électronique dont la précision est de $\pm 0,1$ mm, ou 07 variables morphométriques sont pris en considération (Fig. 18).

Toutes ces caractéristiques morphologiques ont été mesurées deux fois, par la même personne, à des moments différents, et les moyennes ont été calculées. Les traits bilatéraux ont été mesurés sur les deux côtés, droit (D) et gauche (G), puis nous avons calculé, pour chaque trait, la différence entre les deux côtés (D-G).

Par la suite, le niveau d'asymétrie fluctuante (AF) a été calculé comme la moyenne de la valeur absolue de la différence entre le côté droit et le côté gauche. De plus, on a calculé pour chaque individu un indice composite d'asymétrie fluctuante qui prend en compte le degré d'asymétrie de tous les traits mesurés : $AF = \Sigma AFi$.

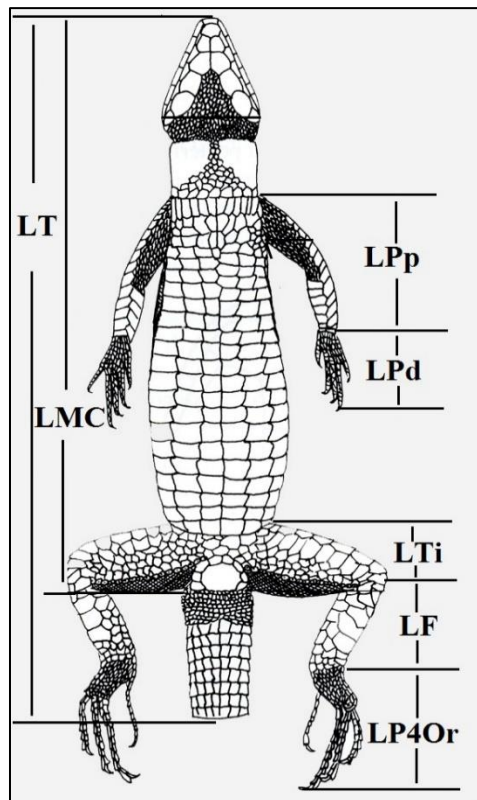


Figure 18 : Présentation des mensurations effectuées sur les lézards (Original)

LT : Longueur total.

LMC : Longueur museau-cloaque

LPp : Longueur de la patte antérieure

LPd : Longueur des doigts

LTi : Longueur du tibia

LF : Longueur du fémur.

LP4^{ème}Or : Longueur de la patte du 4ème orteil.

Etape 03 : un volume de sang a été prélevé par ponction jugulaire et placée dans un tube de prélèvement EDTA pour les analyses hématologiques.

- Les frottis sanguins sont réalisés immédiatement après la collecte directe du sang afin d'éviter toute influence potentielle des anticoagulants sur la morphologie cellulaire. Pour chaque individu, au moins deux frottis sanguins ont été préparés pour effectuer le comptage des leucocytes et déterminer la taille des érythrocytes (Annexe 01)
- La numération des leucocytes (globules blancs, GB) a été effectuée sur un frottis sanguin coloré selon la méthode de May-Grünwald-Giemsa et observé au microscope. Le nombre de globules blancs (NGB) a été compté en fonction de 1000 globules rouges. La formule utilisée pour calculer le NGB/ μ l est la suivante :

$$\text{NGB}/\mu\text{l} = \text{nombre de cellules comptées sur 1000} * (\text{NGR}/\text{ml de sang}) / 1000$$

- Les différentes catégories de globules blancs (les mononucléaires : Lymphocyte et monocyte et les polynucléaires : Basophiles, hétérophiles et éosinophiles) comptés dans mille globules rouges ont été distingués et leur pourcentage déterminé. C'est ce qu'on appelle l'équilibre leucocytaire. La formule utilisée pour déterminer le pourcentage de chaque catégorie de globules blancs est la suivante :

Le pourcentage de chaque catégorie de globules blancs = nombre de cellules de chaque catégorie de leucocytes comptées sur 1000*100 / nombre de cellules leucocytes totale comptées sur 1000.

- La numération des hématies est effectuée par comptage au microscope photonique en utilisant un hématimètre de Malassez. Le sang prélevé est dilué au rapport de 1 : 200 dans une solution

de Natt-Herrick, un solvant isotonique qui permet de préserver les hématies. Le comptage des cellules est réalisé sur les quatre rectangles formés de 20 petits carreaux situés aux coins du quadrillage. On obtient ainsi un nombre N de cellules comptées. Pour déterminer la numération totale des globules rouges, il suffit de multiplier le nombre de cellules recensées sur le quadrillage par le coefficient de dilution (200) et de diviser par le volume étudié (100) (Annexe 02)

Etape 04 : Après dissection au laboratoire, le foie, est prélevé et pesés avec une balance de précision.

Etape 05 : Pour chaque lézard, un indice de condition corporelle (ICC) a été déterminé en divisant la masse corporelle (g) par la longueur museau-cloaque (LMC) (mm). De plus, nous avons calculé le rapport hépato-somatique (RHS), qui représente le poids du foie en proportion du poids total du corps (%).

II.3. Analyse des données

Tous les variables étudiées ainsi que les indices calculés ont été traité par des méthodes statistiques adéquates :

Après avoir mesuré toutes les paramètres, physiologique et morphologique, les résultats ont révélé une distribution paramétrique, justifiant l'utilisation d'un test statistique approprié.

Afin de tester les hypothèses associées aux différentes parties de notre travail, une méthode d'analyse de données statistiques, à savoir le test t de Student, a été utilisé.

Test T de Student

Le test t de Student a été utilisé pour comparer la valeur de la probabilité p avec le niveau de signification $\alpha = 0,05$. Des différences significatives sont observées lorsque $p \leq 0,05$ (Maksema, 2007).

Chapitre III

Résultats et discussion

Dans ce chapitre, nous allons d'abord présenter les différents résultats liés à la variabilité morphologique (asymétrie fluctuante) et physiologique de différentes paramètres prises sur le lézard au niveau des deux stations d'études, puis tenter de discuter ces résultats

I. Résultats

Au total, 50 lézards *Sincus sincus* ont été capturés dans l'ensemble des 2 stations étudiées, mentionné dans le tableau suivant :

I.1. Résultats de l'analyse de la variabilité du AF des caractères morphologiques

I.1.1. Variation du caractère longueur du AF de la patte antérieure (LPP)

Les résultats montrent une variation de l'AFLPp entre les lézards du Sahara et ceux du site agricole. En effet les lézards du site Sahara présentent une moyenne de $(0,0000 \pm 0,0000)$, cette moyenne est plus élevée chez les lézards du site agricole atteignant $(0,077 \pm 0,011)$ (Fig. 19).

L'application du test t de Student montre une différence significative entre les deux stations étudiées, ($t = 6,86$; $p = 0,000$).

D'après les résultats obtenus par test t de Student, on remarque une nette différence entre les mâles et les femelles facteur de sexe ($t = 1,083$; $p = 0,284$).

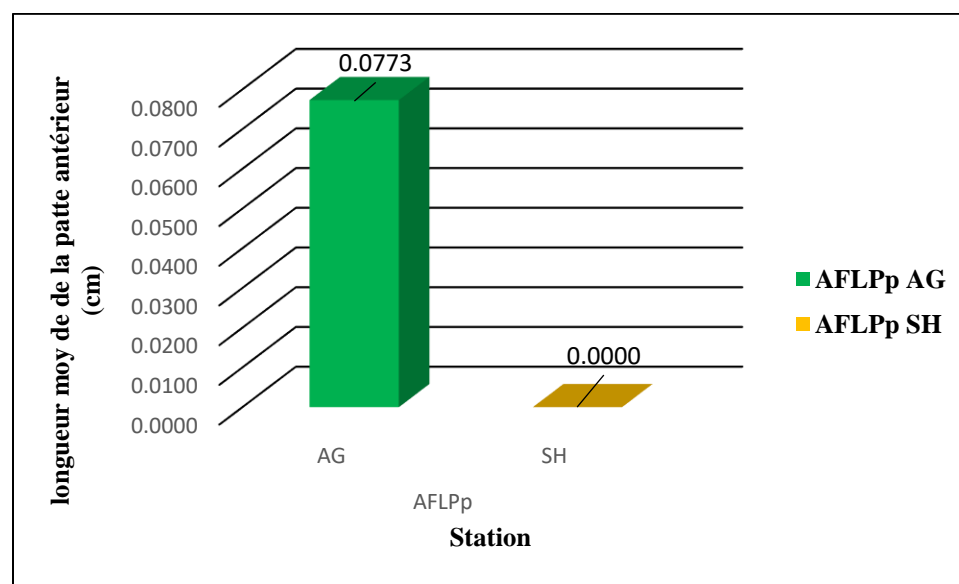


Figure 19 : Histogramme comparatif de la longueur moyenne du AF de la patte antérieure selon le facteur région

I.1.2. Variation du caractère de la longueur de AF des doigts (LPd)

Le caractère longueur des doigts présente une variation du AF, avec une moyenne de $(0,0000 \pm 0,0000)$ chez les lézards de la station Sahara. Chez les lézards de la population agricole, la moyenne du AF LPd est de $(0,118 \pm 0,02)$. (Fig.20)

En effet, l'application du test t de Student montre une différence significative entre la station Sahara et agricole, ($t = 4,63$; $p = 0,000$).

D'autre part, les résultats ont montré qu'il n'y avait aucune différence significative dans le (AF LPd) entre les mâles et les femelles (facteur sexe), ($t = 1,040$; $p = 0,303$).

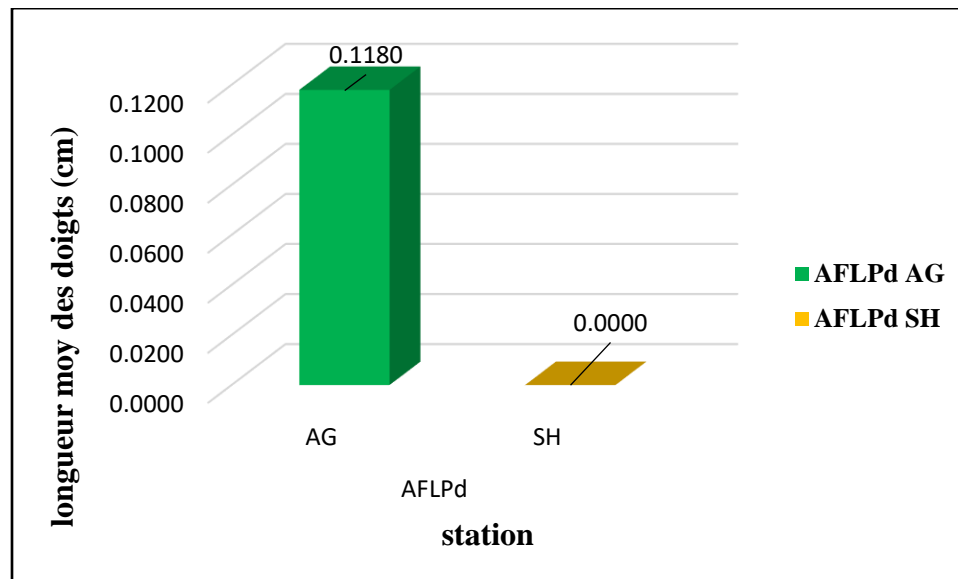


Figure 20 : Histogramme comparatif de la longueur moyenne de AF des doigts selon le facteur région

I.1.3. Variation du caractère longueur du AF du tibia (LTi)

Les résultats obtenus montrent que chez les lézards capturés de la station Sahara, la moyenne du AF LTi est de $(0,000 \pm 0,000)$, au niveau de la station agricole, la moyenne enregistrée est de $(0,149 \pm 0,002)$ (Fig. 21).

En effet, l'application du test t de Student montre une différence significative entre les deux stations étudiées ($t = 5,32$; $p = 0,000$), ($p < 0,05$).

Tans dis que, aucune différence statistiquement significative n'a été enregistré pour le caractère (AF LTi) entre les mâles et les femelles (facteur sexe), ($t = 0,904$; $p = 0,371$).

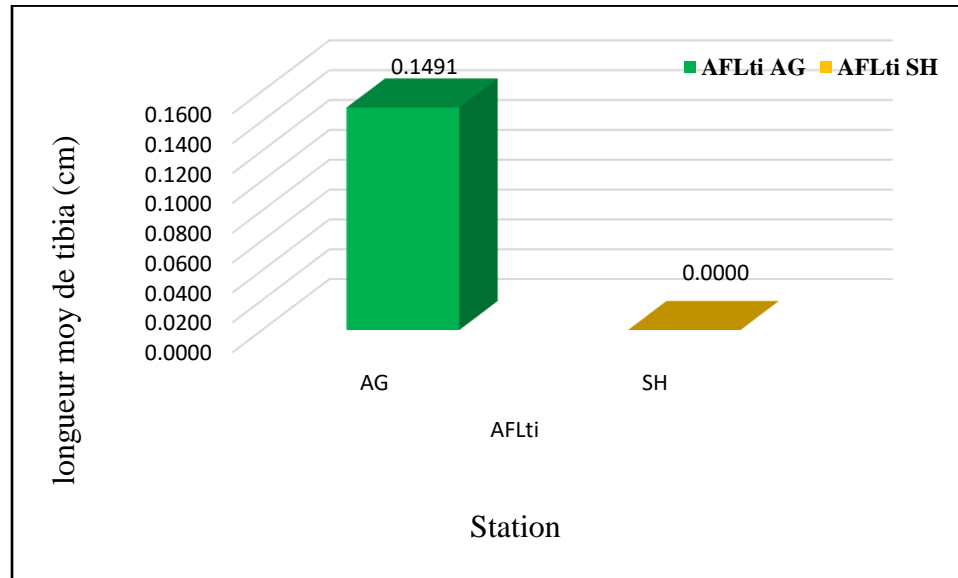


Figure 21 : Histogramme comparatif da la longueur moyenne du AF de tibia selon le facteur région

I.1.4. Variation du caractère longueur de AF du fémur (LF)

Les résultats de l'analyse de la variation des moyennes de la longueur du fémur (LF) des lézards sont élevés au niveau de la station agricole ($0,146 \pm 0,018$) par rapport à la station Sahara ($0,0000 \pm 0,0000$). (Fig.22)

En effet l'application du test t montre une différence significative du paramètre AF LF entre les deux stations ($t = 6,41$; $p = 0,000$).

Les résultats ont également montré qu'il n'y avait aucune différence significative dans le (AF LF) entre les mâles et les femelles (facteur sexe), ($t = 0,635$; $p = 0,592$).

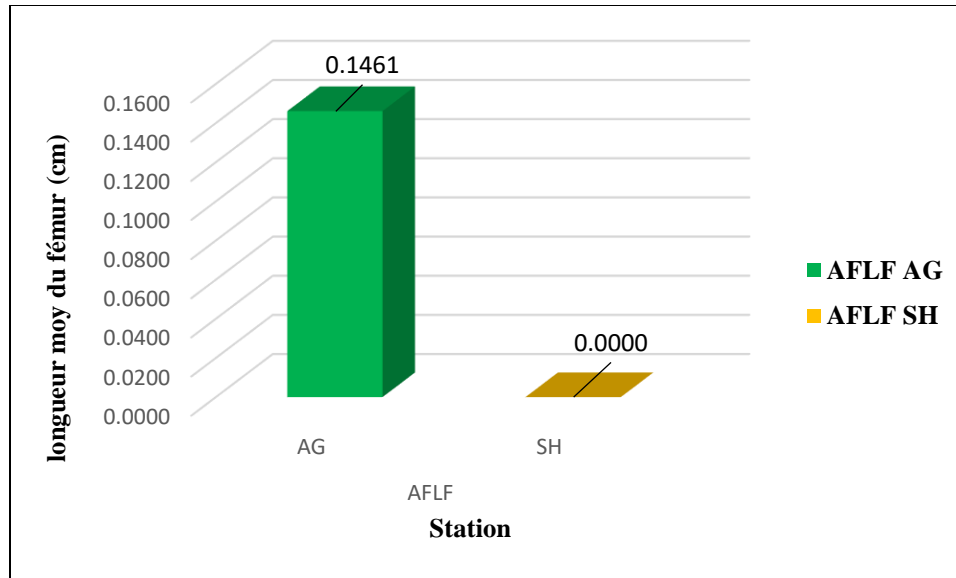


Figure 22 : Histogramme comparatif de la longueur moyenne du AF du fémur selon le facteur région

I.1.5. Variation du caractère de la longueur moyenne du AF de la patte du 4^{ème} orteil (LP4^{ème}Or)

Les résultats montrent une variation du AF pour le caractère longueur de la patte du 4^{ème} orteil, cette variation présente une moyenne de (0,0000±0,0000) chez les lézards de la station Sahara. Chez les lézards de la population agricole, la moyenne est de (0,1353±0,01662). (Fig. 23).

En effet, l’application du test t de student montre une différence significative du paramètre AF LP4 entre les deux stations Sahara et agricole, (t = 6,626 ; p = 0,000).

Alors que, aucune différence statistiquement significative n’a été enregistré pour le caractère (AF LP4) entre les mâles et les femelles (facteur sexe), (t = -1,828 ; p = 0,074).

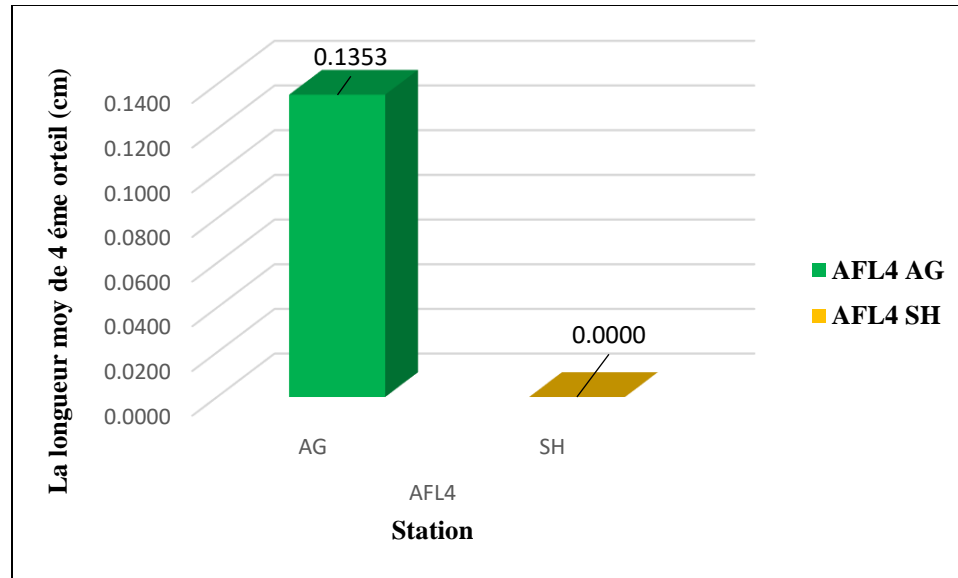


Figure 23 : Histogramme comparatif de la longueur moyenne du AF de 4^{ème} orteil selon le facteur région

I.1.6. Variation de l'indice composite d'asymétrie fluctuante (SomAfi)

Le résultat de l'analyse de la moyenne du SomAfi montre une grande variation entre la station agricole ($0,6258 \pm 0,0509$) par rapport à la station Sahara ($0,0000 \pm 0,0000$). (Fig.24)

En effet, l'application du test t de Student montre une différence significative entre les deux groupes de lézards Sahara et agricole, ($t = 9,999$; $p = 0,0000$).

Les résultats ont également montré qu'il n'y avait aucune différence significative de cet indice entre les mâles et les femelles (facteur sexe), ($t = 0,473$; $p = 0,639$).

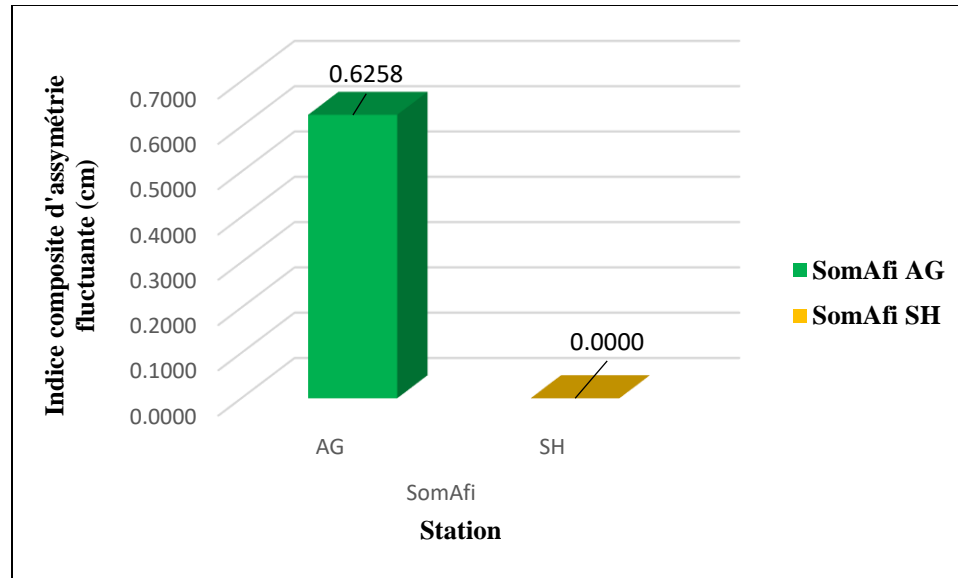


Figure 24 : Histogramme comparatif de l'indice composite d'asymétrie fluctuante selon région

I.2. Résultats de l'analyse des variables physiologiques

I.2.1. Analyse de sang

I.2.1.1. Nombre de globules rouge (NGR/ml)

Les résultats montrent que le nombre moyen de globules rouges est de $(2,6588 \pm 0,3999)$ pour les lézards capturés au Sahara, alors qu'il est estimé à $(0,2487 \pm 0,0321)$ pour ceux capturés dans la station agricole (Fig.25).

La comparaison statistique à travers le test t de Student révèle une différence significative dans le nombre de globules rouges entre les lézards du groupe Sahara et ceux du groupe agricole, indiquant une différence statistique évaluée à $(t = -7,365 ; p = 0,000)$.

D'autre part, les résultats ont montré qu'il n'y avait aucune différence significative dans le nombre de globules rouges entre les mâles et les femelles (facteur sexe), $(t = -1,568 ; p = 0,123)$.

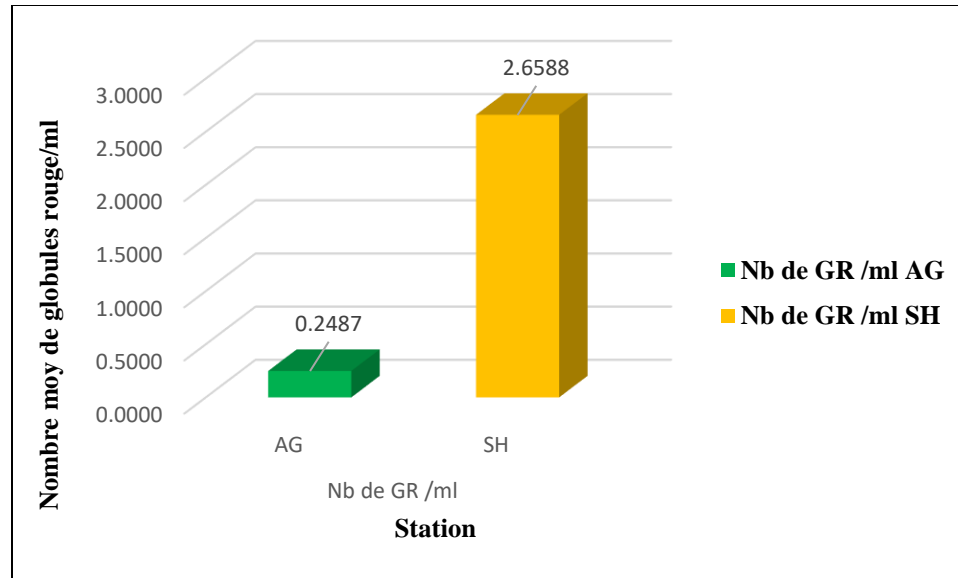


Figure 25 : Histogramme comparatif du nombre moyen de globules rouges selon le facteur région

I.2.1.2. Nombre de globules blancs (NGB/ml)

Les lézards de la station Saharienne présentent un nombre moyen de globules blancs plus élevé, atteignant $(0,123 \pm 0,025)$, tandis que chez les lézards agricoles, le nombre moyen de globules blancs est estimé à $(0,0092 \pm 0,008)$ (Fig.26).

Les résultats du test t comparant les deux échantillons de lézards, montrent une différence significative dans le nombre de globules blancs ($t = -5,53$; $p = 0,000$).

Les résultats ont également montré qu'il n'y avait aucune différence significative dans le nombre de globules blancs entre les mâles et les femelles (facteur sexe), ($t = -1,716$; $p = 0,093$).

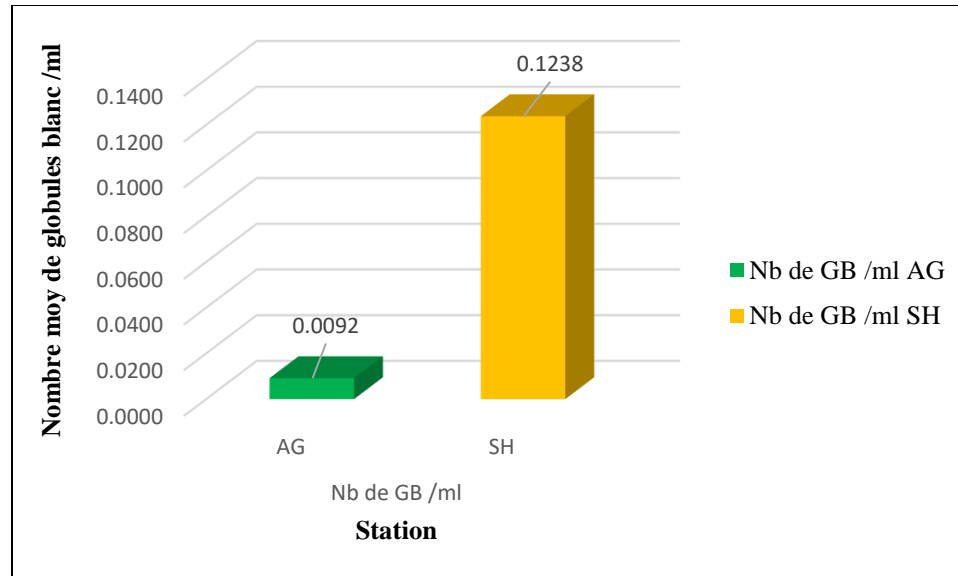


Figure 26 : Histogramme comparatif du nombre moyen de globules blancs selon le facteur région

I.2.1.3. Équilibre leucocytaire

I.2.1.3.1. Pourcentage de lymphocytes (lymp %)

Les résultats obtenus montrent que chez les lézards de la population de la station Sahara, la moyenne du pourcentage de lymphocytes est de $(66,5515 \pm 3,33343)$, alors que chez les lézards de la station agricole la moyenne est de $(77,6087 \pm 3,85711)$ (Fig.27).

La comparaison statistique à travers le test t de student, montre une différence significative du pourcentage de lymphocytes entre les deux stations étudiées ($t = 2,025$; $p < 0,048$).

Alors que, pour le facteur sexe, aucune différence significative dans le pourcentage de lymphocytes entre les mâles et les femelles n'a été relevé, ($t = -0,308$; $p = 0,759$).

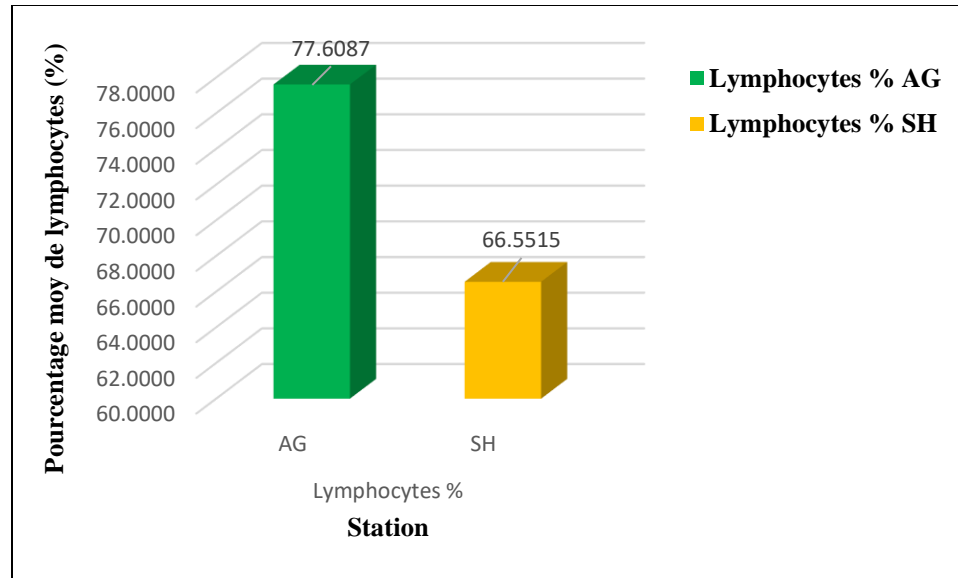


Figure 27 : Histogramme comparatif du pourcentage moyen de lymphocytes selon le facteur région

I.2.1.3.2. Pourcentage de monocytes (mono %)

Les résultats obtenus montrent que chez les lézards capturés dans la station Sahara, la moyenne du pourcentage de monocytes est de $(26,7390 \pm 2,46384)$, tandis qu'on enregistre chez les lézards de la station agricole une moyenne de $(13,4467 \pm 2,36731)$ (Fig. 28).

La comparaison statistique à travers le test t de Student, montre une différence significative de pourcentage de monocytes entre les deux stations étudiées ($t = -3,764$; $p < 0,000$).

Les résultats ont également montré qu'il n'y avait aucune différence significative dans le pourcentage de monocytes entre les mâles et les femelles (facteur sexe), ($t = 0,318$; $p = 0,752$).

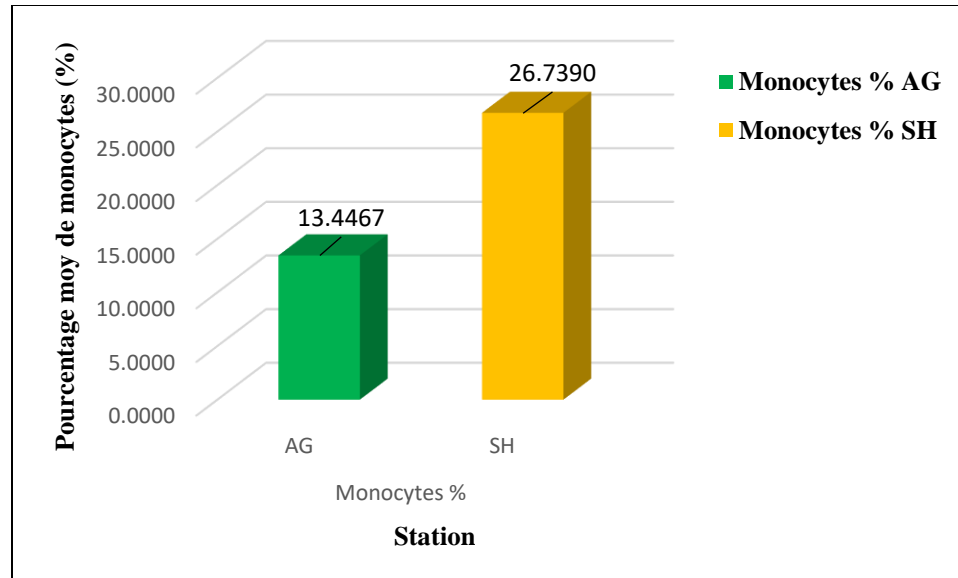


Figure 28 : Histogramme comparatif de pourcentage moyen de monocytes selon le facteur région

I.2.1.3.3. Pourcentage de basophiles (baso %)

Les résultats obtenus montrent que chez les lézards de la population Sahara, la moyenne du pourcentage de basophiles est de (3.8635 ± 1.29450) . Chez les lézards de la station agricole la moyenne est de (4.0823 ± 1.81705) (Fig. 29).

La comparaison statistique à travers le test t de student, montre aucune différence significative de pourcentage de basophiles entre les deux groupes de lézards ($t = 0,089$; $p < 0,930$).

Les résultats ont également montré qu'il n'y avait aucune différence significative dans le pourcentage de basophiles entre les mâles et les femelles (facteur sexe), ($t = 0,519$; $p = 0.606$).

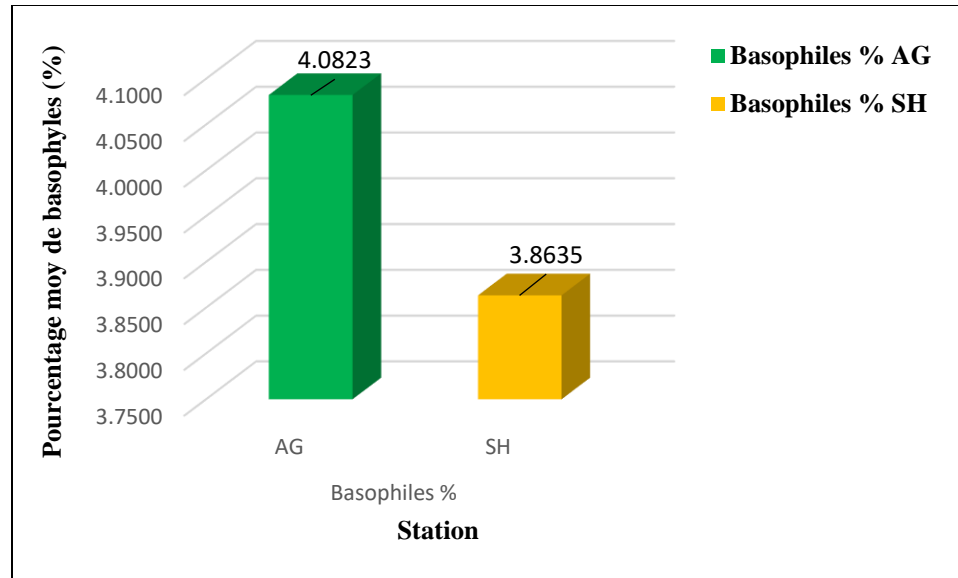


Figure 29 : Histogramme comparatif du pourcentage moyen de basophiles selon le facteur région

I.2.1.3.4. Pourcentage des hétérophiles (hété %)

Les résultats montrent que le pourcentage moyen des hétérophiles est de $(1.0790 \pm 0,75625)$, chez les lézards capturés dans la station Sahara. Alors que chez les lézards de la station agricole la moyenne est de $(1.7380 \pm 1,09918)$ (Fig. 30).

La comparaison statistique à travers le test t de student, montre aucune différence significative de pourcentage de hétérophiles entre les deux stations ($t = 0,444$; $p < 0,659$).

Les résultats ont également montré que pour le facteur sexe, aucune différence significative dans le pourcentage de hétérophiles entre les mâles et les femelles, ($t = -0,545$; $p = 0,588$).

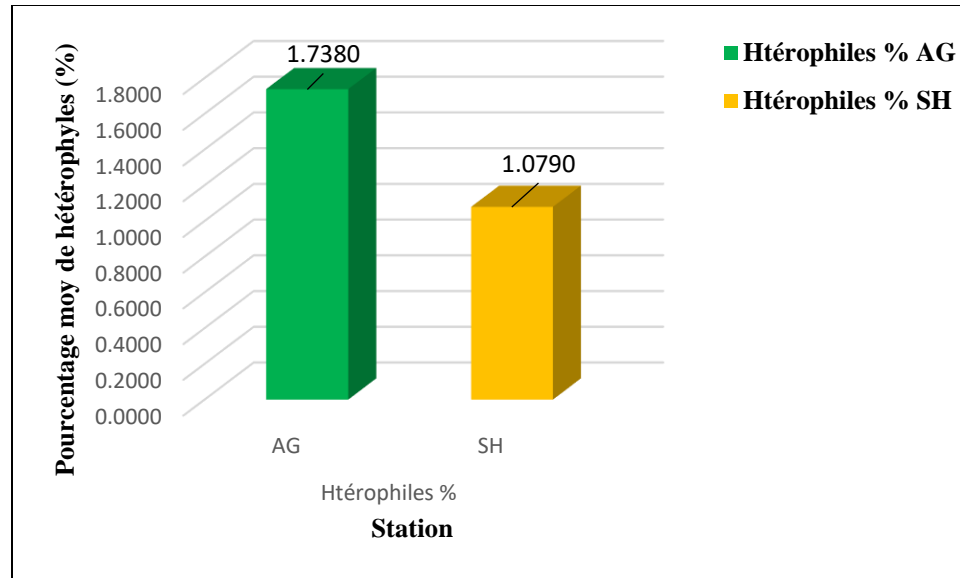


Figure 30 : Histogramme comparatif du pourcentage moyen d'hétérophiles selon le facteur région

I.2.1.3.5. Pourcentage des éosinophiles (éosi %)

Les résultats obtenus montrent, que le pourcentage moyen des éosinophiles est de $(2.2650 \pm 1,25376)$ chez les lézards de la station Sahara. Alors que chez les lézards de la station agricole la moyenne est de $(3,1237 \pm 2,01315)$ (Fig. 31).

La comparaison statistique à travers le test t de student, montre aucune différence significative de pourcentage de éosinophiles entre les deux stations ($t = 0,321$; $p < 0,750$).

Les résultats ont également montré qu'il n'y avait aucune différence significative dans le pourcentage de éosinophiles entre les mâles et les femelles (facteur sexe), ($t = -0,152$; $p = 0.880$).

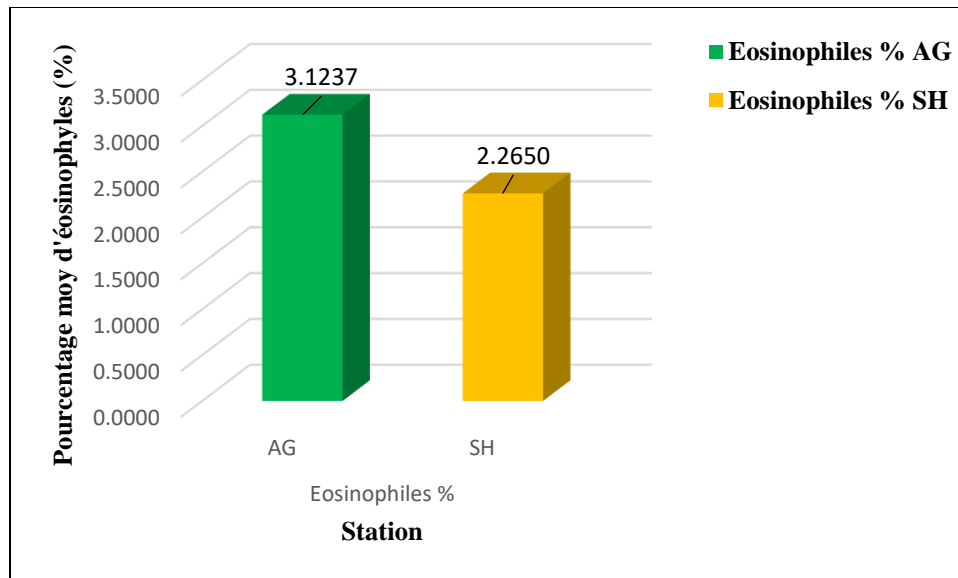


Figure 31 : Histogramme comparatif du pourcentage moyen d'éosinophiles selon le facteur région

I.2.2. Résultats d'analyses des indices physiologiques

I.2.2.1. Résultats de l'indice de condition corporel (ICC)

Les résultats obtenus montrent une différence des moyennes de l'indice de condition corporel (ICC), ou, on observe que chez les lézards capturés au Sahara une valeur moins élevée ($0,2162 \pm 0,0161$) par rapport à ceux de la zone agricole ($0,2830 \pm 0,01483$) (Fig.32).

La comparaison statistique à travers le test t révèle une différence significative entre les deux stations ($t = 2,974$; $p = 0,005$).

Les résultats révèlent aussi une nette différence statistique entre les mâles et les femelles ($t = -0,813$; $p = 0,000$).

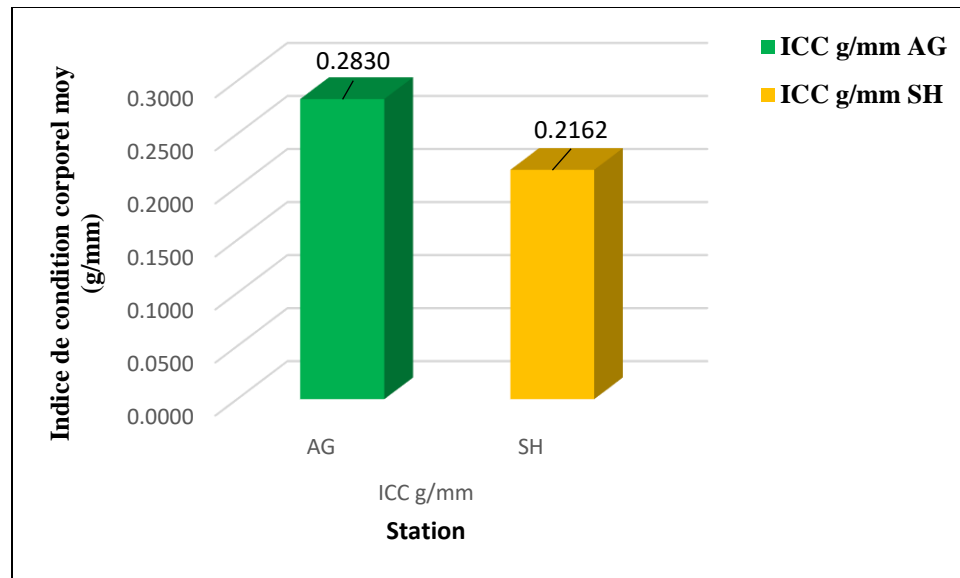


Figure 32 : Histogramme comparatif de l'indice de condition corporel moyen selon le facteur région

I.2.2.2. Résultats du rapport hépato-somatique (RHS)

Les résultats sur le rapport hépato-somatique montre une différence notable entre les deux sites d'échantillonnage. Pour les lézards du Sahara, le RHS moyen est de $(54,6 \pm 2,64)$, tandis que pour les lézards des zones agricoles, il est de $(46,8 \pm 2,46)$ (Fig. 33).

La comparaison à travers le test t de student effectué sur les échantillons révèle la présence d'une différence significative entre les lézards vivant en milieu agricole et en milieu saharien, ($t = -2,081$; $p = 0,043$).

D'après les résultats obtenus par test t de Student on remarque une nette différence entre les mâles et les femelles ($t = -6,363$; $p = 0,000$).

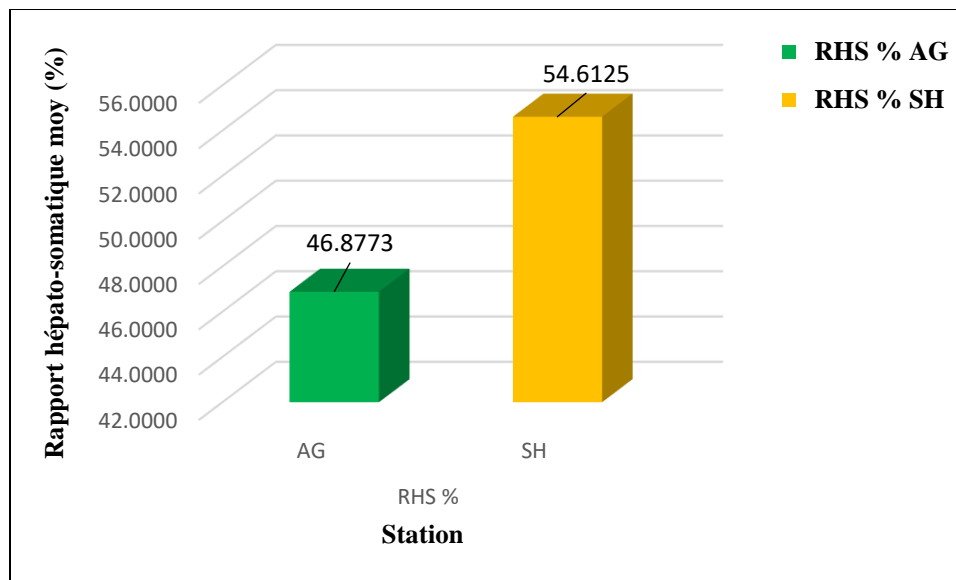


Figure 33 : Histogramme comparatif du rapport hépato-somatique moyen selon le facteur région

II. Discussion

La contamination présente et future de l'environnement, chaque jour plus inquiétant, appelle un effort croissant de recherche expérimentale. Bien qu'ils ne soient qu'au début de leur utilisation, les indicateurs biologiques peuvent fournir des données très intéressantes sur les niveaux, la disponibilité et le cheminement de divers polluants.

Afin de dévoiler l'effet de l'utilisation des pesticides sur la qualité de l'environnement, nous avons choisi deux stations distinctes, l'une à caractère agricole et l'autre désertique qui servira de témoin, dans lesquelles nous avons prélevé des échantillons de lézard et testé leurs état morphologique et physiologique.

Halle, (1980) évoque que la sensibilité d'un animal à un contaminant varie probablement en fonction de son état physiologique et métabolique. En effet, le taux de la CAT enregistré chez les femelles annélides *P.cultrifera* de Pikini Djedid (Skikda) à Saint Cloud (Annaba), et à Ain doula (collo) sont plus élevées d'une manière très hautement significative par rapport aux femelles récoltées à El Morjane (El-kala) qui signifie la présence de pollution par les métaux lourds et les hydrocarbures qui provoquent l'induction de l'activité de l'activité la CAT (Guemouda ,2015).

Les résultats obtenus pour l'ensemble des biomarqueurs étudiés (morphologiques, physiologiques) ont montré des différences significatives entre les deux stations.

Concernant les paramètres morphologiques, les lézards vivant dans le milieu agricole (localité polluée) présentent un niveau d'asymétrie fluctuante plus élevé que ceux vivant au Sahara pour les caractéristiques suivantes : longueur de la patte postérieure (LPp), longueur de doigts la patte antérieure (LPd), longueur du fémur (LF), longueur de tibia (LTi), longueur de 4ème orteil (LP4 éme Or). Typiquement, plus il y a de stress, plus le niveau d'asymétrie est élevé (Moulay et al., 2018 ; Palmer, 2003). En effet des études antérieures sur la même espèce de la région d'El Oued, ont montré des résultats similaires (Guediri et al., 2023). Ainsi, nous pouvons constater que la différence de l'AF chez les lézards étudiés est le signe d'une exposition à la pollution de pesticide de la station agricole.

D'autre part, l'indice d'état corporel (ICC) est utilisé pour évaluer la santé et la forme physique des individus. Il est indiqué que cet indice peut être influencé par des facteurs de stress environnementaux, tel que mentionné par Lazic et al., (2017).

Nous avons constaté aussi, que les lézards vivant en zone désertique présentaient un nombre de globules blancs et de globules rouges beaucoup plus élevés par rapport aux individus vivant dans la zone agricole. Ce résultat est dû au stress environnemental. Sachant que des facteurs comme le stress

nutritionnel et certaines molécules toxiques peuvent modifier les valeurs hématologiques chez les reptiles en particulier. Concernant les effets de l'exposition aux polluants métalliques sur la morphologie ou le poids de certains organes chez les reptiles, nos résultats montrent qu'à poids égal, les lézards en zone agricole ont des foies plus volumineux que ceux du Sahara. Ceci est compatible avec les conclusions d'études antérieures sur les lézards. D'une façon générale, l'hypertrophie du foie est liée à une augmentation de l'activité métabolique en réponse à une contamination (Murphy et al., 2006 ; Mann et al., 2006), de même que l'augmentation remarquée de l'indice hépato-somatique (RHS) chez les lézards vivant en zone agricole par rapport à ceux du Sahara semble indiquer une exposition plus accentuée à la pollution.

De nombreuses informations disponibles suggèrent désormais que des facteurs externes, tel que les effets de l'urbanisation et de la pollution, peuvent entraîner des modifications qui touchent plusieurs paramètres d'un organisme. Des études antérieures sur la même espèce ont bien montré et évalué le stress enregistré chez les scinques qui affecte ces milieux à travers des tests biochimiques utilisant des biomarqueurs physiologiques, qui ont montré la perturbation de l'activité de l'acétylcholinestérase au niveau de la chaire et de la tête des lézards capturés dans le milieu agricole (Kechida et Kiram, 2020), rappelons que les pesticides agissent considérablement sur le bon fonctionnement du système nerveux en inhibant les récepteurs de cette enzyme (Zinkl et al., 1991 ; Fernandez-Vega et al., 1999 ; Dutta et Arends, 2002). Cela a été aussi démontré par d'autres biomarqueurs biochimiques sur le foie des scinques des zones agricoles de la région d'El Oued, qui présentait un stress oxydatif, quantifié par des concentrations significatives de Catalase, SOD et MDA (Guediri et al., 2022).

Conclusion

Conclusion

La contamination présente et future de l'environnement, chaque jour plus inquiétant, appelle un effort croissant de recherche expérimentale. Bien qu'ils ne soient qu'au début de leur utilisation, les indicateurs biologiques peuvent fournir des données très intéressantes sur les niveaux, la disponibilité et le cheminement de divers polluants.

Les lézards jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes et la préservation de la biodiversité dans les environnements arides.

Dans le cadre de notre étude, nous explorons la possibilité d'exploiter le *Scincus scincus*, une espèce très répandue dans la région de Taibet, comme un bio-indicateur de la qualité du milieu terrestre en utilisant différents biomarqueurs morphologiques, physiologiques, testé sur deux populations de lézards, l'une provenant de station Saharien (El Hmaraya) éloigné de tout type de pollution et l'autre à caractère agricole (El Djahfa).

Les résultats révèlent :

- Une différence morphologique marquée par des valeurs plus élevées chez les lézards qui fréquente le milieu agricole par rapport à ceux vivant au Sahara pour les variables suivantes : longueur de la patte postérieure (LPp), longueur de doigts la patte antérieure (LPd), longueur du fémur (LF), longueur de tibia (LTi), longueur de 4ème orteil (LP4 éme Or).
- L'indice de l'état corporel (ICC) calculé montre une différence statistiquement significative entre les deux stations étudiées.
- Un nombre de globules blancs et de globules rouges beaucoup plus élevés par rapport aux individus vivant dans la station agricole.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence une variété de biomarqueurs qui démontrent l'effet des polluants sur les lézards.

Dans la perspective de notre étude ainsi que les résultats obtenus avec le *Scincus sincus*, il serait également pertinent d'examiner les effets de la pollution sur d'autres espèces de lézards, abondantes dans la région de Touggourt.

Références bibliographiques

Références bibliographique

- . **Achour A. F**, 2003 : Etude Bio-Ecologique De : *Apaté Monachus* Fab 1775 (Coleoptera, Bostrychidae) dans la région de l'Oued-Righ Touggourt. Thèse De Magister Sc. Agro., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 156 P.
- **ANONYME**, 2010- Produits phytosanitaires risques pour l'environnement et la santé Connaissances des usages en zone non agricole, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme île- de-France, 58 p.
- . **Al-sadoon mk et Al-johany am.** (1999). Food and Feeding habits of the sand fish lizard *Scincus mitranus*. Saudi J. Bio. SCI, 6, 91-101.
- . **Argillier C. et al.**, « Qu'entend-on par bio-indicateurs de la qualité des eaux continentales ? », L'eau, une ressource durable ? Montpellier : CRDP, 2008, pp 170-175 (ISBN 978-2-86626-333-1, lire en ligne [archive]).
- . **Banaru, D. et Perez, T.** (2010). Bio-indicateurs - Biomarqueurs, Notes de cours. Marseille, Université de Marseille, 15p. http://www.com.univ-mrs.fr/~boudouresque/Master_Oceanographie_Biologie_Ecologie_Marine/UE_363_PRO_T_1_cours_Banaru_Bio-indicateurs_biomarqueurs_2010.pdf (Page consultée le 12 novembre 2013).
- . **Bauer A, et Das I.** (1998). New species of *Cnemaspis* (Reptilia: Gekkonidae) from southeastern Thailand. *Copeia*, 439-444.
- . **Battaglia V.** (2006). Reptiles : Les scinques., Editions Proxima 2001., Encyclopédie Larousse 2006.
- . **Bechaa, M.** (2016). Chaamba. Net, Le site de la tribu des Chaâmba Algériens. Le Poisson des sables. . **Belanger. D.** (2009). Utilisation de la faune macrobenthique comme bio-indicateur de la qualité de l'environnement marin côtier Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrook, Québec
- . **Ben Arabi. A.K.** (2023). Contribuer à l'étude de quelques indicateurs de pollution de l'environnement dans la zone industrielle de Touggourt (sud-est de l'Algérie) ; Thèse de Doctorat en chimie ; UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA ;47-52.
- . **Bispo, P. Grand, C. & Galsomies, L.** 2009. Le programme ADEME « Bioindicateurs de qualité des sols ». Étude et gestion des sols. Volume 16, 3/4 pp 145-158.

Références bibliographique

- . **Chapman. P. M, Wang. F et Caeiro. S. S.** (2013). Assessing and managing sediment contamination in transitional waters. *Environment International*, 55, 71- 91. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.02.009>
- Chaumeton H.**, 2001 – Reptiles. Edition Proxima, Losange. 319p*.
- . **Conti M. E., Cecchetti G.** (2001) Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment D a review. *Environmental Pollution* : 22.
- . **Dajoz, R.**, 1971. Précis d'écologie. Ed. DUNOD. Paris. 434p.
- . **Douglas, M., Considine, D., & Considine.** (2013). Van No Strand's Scientific Encyclopedia. New York: Springer Science & Business Media. 3524 p.
- . **Douthwaite, R. J., Dewhurst, C. F.** 2002. Méthodes de suivi écotoxicologique pour évaluer les effets des pesticides dans les tropiques : Les oiseaux, pp 229-242.
- . **Dubost, D.**, 1991. Ecologie. Aménagement et développement des oasis algériennes. Thèse d'état de l'université de Tours, 45-48 P.
- Dutta H. M. & ArendsD.A.**, 2003.Effects of endosulfan on brain acetylcholinesterase activity in juvenile blue gill sun fish. *Environmental Research*, 91 :157-162.
- . **El- Bakry A.M., Abdeen Ahmed M & Abo- Eleneen R.** (2012). Anatomical and Morphometrical Study of the Alimentary Canal of the Lizard *Scincus scincus* and the snake *Natrix tessellate.*, *Life Science Journal*. 9(4) ., <http://www.lifesciencesite.com>.
- . **EL- Taib, Jarrar N.T & B El- Ghandour M.H.** (1982). Morphology and histology of the alimentary tract of *Chalcides levidtoni* (Reptilia: Scincidae). *Bangladesh J. Zool.*, 10 (1) : 1- 14....
- Viviane, T.** (2009). Actualités. Nager comme un poisson des sables.
- . **Fcarion, j.** 2017 ; Les escargots, bio-indicateurs de la qualité des sols.
- . **Fernandez-Vega C., Sancho E., Ferando M. D. & Andreu-Mliner E,** 1999. Thiobencarb toxicity and plasma AchE inhibition in the euppen eel. *Jour. Environ. Sci. Health*. B34, 64.
- . **Fountain, H.** (2009). À Saharan Lizard Is à Sand Swimmer. The New York Times Company,1p.
- Frontier S., Pichod-Viale D., Leprêtre A., Davoult D. & Ch. Luczak,** 2004- Ecosystèmes, Structure, Fonctionnement, Evolution. 3ème édition, Ed. DUNOD, Paris,549 p.

Références bibliographique

- . **Gharbi, M., Powroznik, B. & Rusu, D.**, 2005. Vivre en ville : quels risques pour notre santé ? Faculté de Médecine, SC Biomédicales, Biochimie et Physiologie générale, 10 p.
- . **Greeley, M.S.** (2002). Reproductive indicators of environmental stress in fish. Dans *Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress*, S.M. Adams, editor. (Bethesda: American Fisheries Society), pp. 321-378.
- . **Greer, A.E.** (1970). A subfamilial classification of scincid lizards. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 139, 151-183.
- . **Griffith, C., Ngo., Murphy.** (2000). A cladistic evaluation of the cosmopolitan genus *Eumeces Wiegmann* (Reptilia, Squamata, Scincidae). *Russian Journal of Herpetology*, 7(1), 1-16.
- Guediri, S, Kaddouri, I, Mim, M,** (2022). Contribution à la connaissance de l'effet des pesticides sur le foie des lézards *Scincus scincus* dans la région d'El Oued, Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED, Diplôme de Master Académique en Science biologiques, Spécialité : Toxicologie.
- . **Guediri, A, Kechida M, Oubira, K,** (2023). Contribution à la connaissance de l'effet de la pollution sur une population de lézard des zones aride. Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED, Diplôme de Master Académique en Science biologiques, Spécialité : Toxicologie.
- . **Habes, D., Morakchi, S., Aribi, N., Farine, J.P. & Soltani, N.**, 2006. Boric acid toxicity to the German cockroach, *Blattellagermanica*: Alteration in midgut structure, and acetylcholinesterase and glutathione S-transferase activity. *Pest. Biochem. Physiol.*, 84 : 17-24.
- . **Harrag, A.** (2012). Bio-indication : Concepts et biosurveillance, Notes de cours. Sétif, Université Ferhat Abbas, 7p. <http://fr.calameo.com/read/0018058687a447e5d0152> (Page consultée le 8 novembre 2013).
- . **Hutchins, M.N., & Donnellan, S.C.** (2003). Taxonomy and genetic variation in the Australian lizards of the genus *Pseudemoia* (Scincidae: Lygosominae), *Journal of Natural History*, 26 (1), 215-264.
- . **Jean, F. T., Sébastien, T., & Laurent, C.** (2012). *Lézards crocodiles et tortues d'Afrique occidentale et du Sahara*. RD Éditions ; Institut de recherche pour le développement, Marseille. 505p.

Références bibliographique

. **Kadi O, Merad L**, (2019). Contribution à l'étude de la Remantéede la nappe phréatique dans la Région de Taibet. Université EchahidHamma Lakhdar EL-OUED, diplôme master Professional en hydraulique Option : Conception et Diagnostique de système d'AEP et d'assainissement.

. **Kaiser, J.** (2001). Bio indicators and biomarkers of environmental pollutions and risk assessment. Hartford, Science Publisher, 304 p.

. **Kayalto, M.** (2009) Étude bibliographique sur les bio-indicateurs et bio marqueurs des effets de

Perturbations des écosystèmes par les pesticides. Thèse de doctorat, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Maroc, 58p. http://www.memoireonline.com/01/13/6745/m_Etude-bibliographique-sur-les-bio-indicateurs-et-biomarqueurs-des-effets-des-perturbations-des-ecosy34.html (Pageconsultée le 8 janvier 2014).

. **Kayalto Mathias.** 2011 ; **Mémoire Online** ; Etude bibliographique sur les bio-indicateurs et biomarqueurs des effets des perturbations des écosystèmes par les pesticides. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Complexe Horticole d'Agadir, p (29,33,34,37).

Kechida O, Kiram R, (2020), Etude de l'impact des pesticides sur une population de Léopard *Scincus scincus* dans la région d'El Oued, Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED, diplôme de Master Académique en Sciences Biologiques, Spécialité : Toxicologie.

. **Kerckhove, O.** (2012). Espèces ou association d'espèces de poissons en tant que bioindicateur de l'état de santé des récifs coralliens ; en vue de l'obtention du grade de maître en écologie internationale (maîtrise en biologie incluant un cheminement de type cours en écologie internationale) ; université de Sherbrooke (Sherbrooke, Québec, Canada).3,4,11,12,13.

. **Khebbab, M.E.H., Gaouaoui, R. & Bendjeddou, F.**, 2008. Tebufenozide effects on the reproductive potentials of the Mediterranean flour moth. *Ephesiakuehniella*. *Affric. J. Biotech*, 7(8): 1166-1170.

. **Landres, P., Verner, J. et Ward Thomas, J.** (1988). Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conserv. Biol.* 2, 316-328.

Lazic, M.M; Carretero, M.A; Živkovic, U; Crnobrnja-Isailovic, J (2017), city life has fitness costs: Reduced body condition and increased parasite load in urban common wall lizards, *Podarcis muralis*. *Salamandra*, 53, 10–17

Références bibliographique

- Le Berre, M.**, 1989. La faune du Sahara I, Poissons, Amphibiens, Reptiles. Ed Raymond Chanbaud le chevalier. Paris. Coll (Terre Africaine). 328 P.
- . **Le Bras, G. J.** 2007. Ecotoxicologie et Méthodes d'Investigation : les Bio indicateurs ; version 2000 - 2007. Enseignement MI - ISA & Université Catholique de Lille, 87p.
- . **Linnaeus, C.** (1758). Systema naturae per regna tria naturae : secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymiis, locis (10^{éd}). Latin. Stockholm : Laurentius Salvius, 823p.
- . **Loucif-Ayad, W., Aribi, N. & Soltani, N.**, 2008. Evaluation of secondary effects of some acaricides on *Apis mellifera intermissa* (Hymenoptera. Apidae) : acetyl cholinesterase and glutathione S- transferase activities. Europe. J. Sci. Res., 21(4) : 642-649.
- . **Louis, v. j** 2015 – DAECH ANNONCE UNE Stratégie DU SCINCUS POUR S'Etendre dans 8 pays.
- . **Maladen, R. D., Ding, Y., Umbanhowar, P. B. and Goldman, D. I.** (2011). Undulatory swimming in sand: experimental and simulation studies of a robotic sandfish. Int. J. Rob. Res. 30, 793-805.
- **Mann RM, Serra EA, Soares AMVM, (2006)**, Assimilation of cadmium in a European lacertid lizard: is trophic transfer important? Environmental Toxicology and Chemistry. 25, 3199-3203.
- . **Moulay A, AIT B, Mohammed Z, Teresa A (2018)** Etude comparative de l'asymétrie fluctuante crânienne chez deux sous-espèces de la gazelle dorcas (*Gazella dorcas massaesyala* vs *G. d. neglecta*).
- . **Markert, B.A., Breure, A.M., et Zechmeister, H.G.** (2003). Bioindicators and Biomonitors. Principles, concepts and applications. (Vienne: Elsevier).
- . **Marques, J.C., Salas, P., Patricio, J., Texeira, H. and Neito, J.M.** (2009). Ecological indicators for coastal and estuarine environmental assessment - A user guide. Southampton, WIT Press, 183 p.
- . **Mc Geoch, M.A.** (1998) The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. Biol. Rev. 73, 181-201.
- . **Meffe, G.K., et Carroll, C.R.** (1994). Principles of Conservation Biology. (Sunderland: Sinauer).
- . **Mittleman**, (1952). A generic synopsis of the lizards of the subfamily Lygosominae. Smithsonian Miscellaneous Collections, 117(17), 1-35.

Références bibliographique

- . **Morin, S.** (2006). Bio-indication des effets des pollutions métalliques sur les communautés de diatomées benthiques : approches in situ et expérimentales. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Bordeaux, France, 302 p. http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/16/49/71/PDF/Morin_2006.pdf (Page consultée le 20 décembre 2013).
- . **Nasri I.** (2017). Eco-biologie du lézard *Acanthodactylus boskianus* dans la plaine littorale du golfe de Gabès ; Thèse de Doctorat en biologies Université de Gabes ;21, 24,25,92.
- . **O.N.M-** Données climatologiques enregistrées au niveau de la station météorologique de Touggourt 2010-2020.
- Palmer A.R; Strobeck C (2003)**, Fluctuating asymmetry analyses revisited. In *Developmental Instability: Causes and Consequences*; Polak, M., Ed.; Oxford University Press: New York, NY, USA, pp. 279–319.
- . **Power, M.** (2002). Assessing fish population responses to stress. Dans *Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress*, S.M. Adams, éditeur. (Bethesda: American Fisheries Society), pp. 379-430.
- . **Rahmani C.,** (2000). The report on the environmental state and future. Algeria, 118p
- . **Reboud, D.** (2000). De la présence du scinque officinal dans les dunes de l'Algérie. *Gazette medical*, 136-137.
- . **Savage, J.M.** (2002). The amphibians and reptiles of Costa rico. Chicago: university of Chicago press, 3(1),97-107.
- Sayah, L. M.** (2020). L'Oued Righ : importance dégradation et perspectives. Diplôme de Doctorat Sciences En Construction hydraulique et Aménagement. UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA Faculté des Sciences Appliquées Département de Génie civil et Hydraulique.
- . **Sharpe, S., & Goldman, D.** (2013). Environmental interaction influences muscle activation strategy during sand-swimming in the sandfish lizard *Scincus scincus*. *The Journal of Experimental Biology*, 216, 260-274.
- . **Singh, V., & Banyal, H.S.** (2013). Study of herpetofauna of khajjiar lake of chamba district, himachalpradesh, India. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 3(2), 2231-4490.

Références bibliographique

- . **Soltani, N., Chouahda, S. & Smaghe, G.**, 2008. Evaluation of halofenozide against prey mosquito larvae *Culex pipiens* and the predator fish *Gambusia affinis*: impact on growth and enzymatic activities. *Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent.*, 73(3): 659-666.

- . **Steinberg, E.W., Geyer, H.J., et Kettrup, A.A.F.** (1994). Evaluation of xenobiotic effects by ecological techniques. *Chemosphere* 28, 357-374.

- . **Sewell, D., et Griffiths, R.A.** (2009). Can a single amphibian species be a good biodiversity indicator? *Diversity* 1, 102-117.

- . **Schleich H. H., Kästle W., et Kabisch K.** (1996). *Amphibians and Reptiles of North Africa*. Koeltz Scientific Publishers, Koenigstein, Allemagne, 627 p.

- . **Trape, J. F., Trape, S., & Chirio, L.** (2012). *Lézards, crocodiles et tortues d'Afrique occidentale et du Sahara*. IRD éditions.

- . **Toumi-Nesri I** (2018) *La chair du scinque (Scincus scincus) de la région du Souf (Algérie) ; consommation, caractéristiques physico-chimiques et biochimiques et composition nutritionnelle ; Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques ; Université Kasdi Merbah Ouargla ; 132p.*

- . **Touzin, D.**, 2008 ; *Utilisation des macroin vertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la Qualité de l'eau des rivières au Québec*. Université Laval. P 11.

- . **Van Gestel, C.A.M., et Van Brummelen, T.C.** (1996). Incorporation of the biomarker concept in ecotoxicology calls for redefinition of terms. *Ecotoxicology* 5, 217-22

- . **Véronique Benoit-Chabot**, (2014), *les facteurs de sélection des bio-indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques : élaboration d'un outil d'aide à la décision*. Université de Sherbrooke.

- . **Warren, D.** (2015). *Small animal care and management*. American: Cengage Learning. 656p.

- . **Werner D.-I.**, 1991. The rational use of green iguanas. In: *Neotropical wildlife use and conservation* (Robinson J.-G. and Redford K.-H., Eds.). University of Chicago Press, Chicago, Chicago, Illinois, USA: 181-201.

- . **Whiting, A. S., Sites, J. W. & Bauer, A. M.** (2003). Molecular phylogenetics of Malagasy skinks (Squamata: Scincidae). *African Journal of Herpetology*, 5, 135-146.

- . **Wizard, S.** (2008). *Animaux de compagnie, renseignements poissons des sables*

Références bibliographique

. **World Health Organization.** (1993). International Programme on Chemical Safety (IPCS)– Environmental Health Criteria 155: Biomarkers and risk assessment: concepts and principles. Geneva, Gland.

. **Zinkl J.G., Lockhart W.L., Kenny S.A., & F.J. Ward,** 1991. The effects of cholinesterase inhibiting insecticides on fish. In: Cholinesterase-Inhibiting Insecticides (Mineau P., ed.), pp. 233-254. New York: Elsevier.

Sites web

<https://www.centre-antipoison-environnemental.com/biodiversite.html>.

https://www.researchgate.net/publication/365703805_Bioindication_de_la_qualite_de_l'air_par_les_lichens_a_Louvain-la-Neuve .

Annexes

Annexe 1

Frottis sanguin

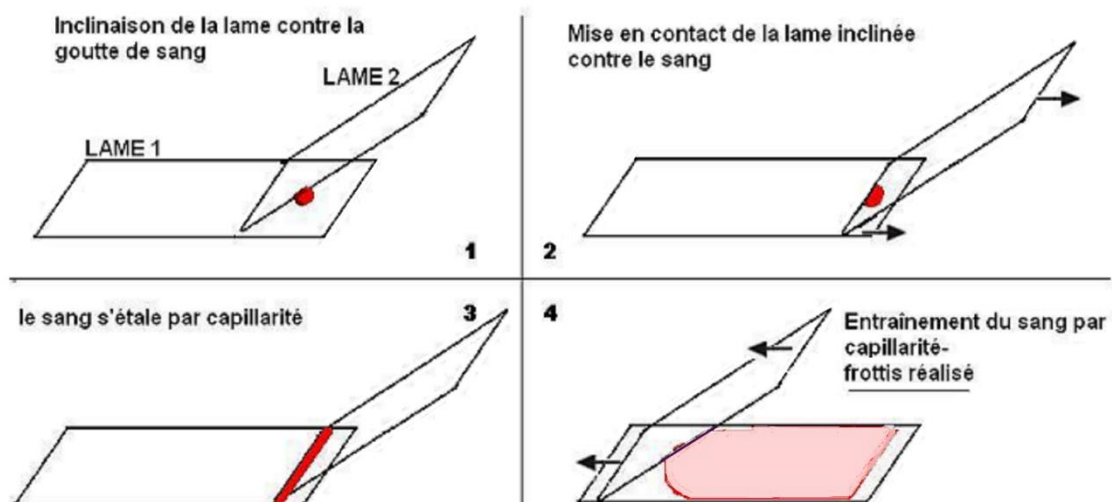
Prélèvement et étalement sur une lame de cellules du sang en vue d'une observation microscopique de celles-ci après coloration spécifique.

Principe

Le frottis sanguin sert à évaluer la taille et la morphologie des différents constituants du sang « la taille et la forme des érythrocytes, l'aspect et la différenciation des leucocytes.

Réalisation de frottis sanguin

1. **Nettoyer** 2 lames à l'alcool (faces et tranches), les sécher avec du papier absorbant, les déposer sur papier absorbant.
2. **Prélever** une goutte à l'aide du compte-goutte.
3. **Déposer** la goutte à l'extrémité d'une lame (figure 1).
4. **Appliquer** une autre lame inclinée à 45° en avant de la goutte de façon à ce qu'elle s'étale sous la lame par capillarité. (Figure 2 et 3).
5. **Faire glisser** la lame inclinée à 45° pour étaler uniformément la goutte. (figure 4).
6. **Laisser sécher** le frottis.
7. **Déposer** éventuellement un colorant.
8. **Laisser sécher**.
9. **Observer** au microscope sans lamelle.

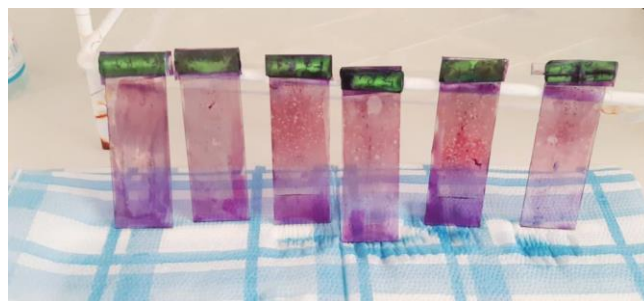
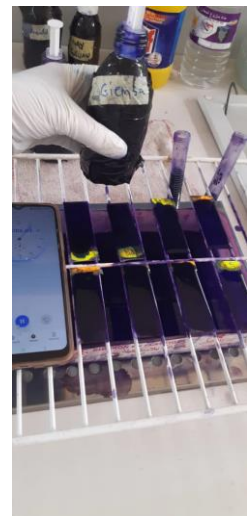
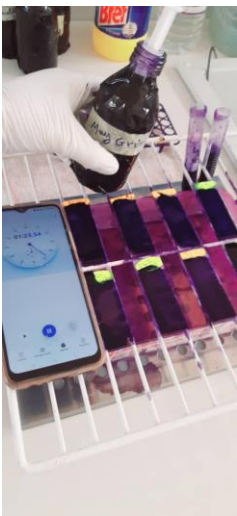


Annexe 2

La coloration de **May-Grünwald-Giemsa** (MGG) est la coloration de référence pour l'analyse des cellules en hématologie cellulaire. Elle fait partie des colorations polychromes dites de Romanowsky dont le principe même est un mélange d'éosine Y et d'azur B de méthylène. Grâce aux affinités tinctoriales de ses constituants, elle permet la coloration des différents éléments cellulaires (noyau, cytoplasme et granulations) permettant ainsi une identification précise des cellules observées.

Méthode

- 1) Frottis séchés à l'air.
- 2) Solution de May Grünwald soluzione, 5 minutes.
- 3) Laver à l'eau courante, 1 minute.
- 4) Solution de Giemsa prête à l'emploi*, 15 minutes.
- 5) Laver à l'eau courante, 1-2 minutes.
- 6) Sécher à l'air.



Étapes de coloration MGG

Annexe 3

La solution de Natt Herrik est une solution aqueuse qui contient certains produits chimiques utilisés pour maintenir les cellules sanguines dans leur état normal, les empêchant de s'agglutiner ou de se décomposer. Cette solution contient généralement des ingrédients tels que des sels, des conservateurs et des stabilisants qui aident à maintenir l'intégrité des cellules sanguines pendant une période de temps spécifiée, permettant ainsi d'effectuer avec précision des analyses de laboratoire telles que la numération des globules rouges.

La solution mère Natt-Herrick (1 L) est préparée comme suit

Ingrédients :

3,88 g de chlorure de sodium

2,50g Na₂SO₄

2,18 g Na₂HPO₄-7H₂O (ou 1,16 g Na₂HPO₄ anhydre)

0,25 g KH₂PO₄

0,10 grammes de violet de méthyle 2B

7,5 ml de formaldéhyde 37%

Détecteur d'eau de première classe



Solution de Natt- Herrik

Procédure :

Ajouter tous les ingrédients indiqués dans une fiole jaugée de 1 000 ml ; Remplissez la ligne.

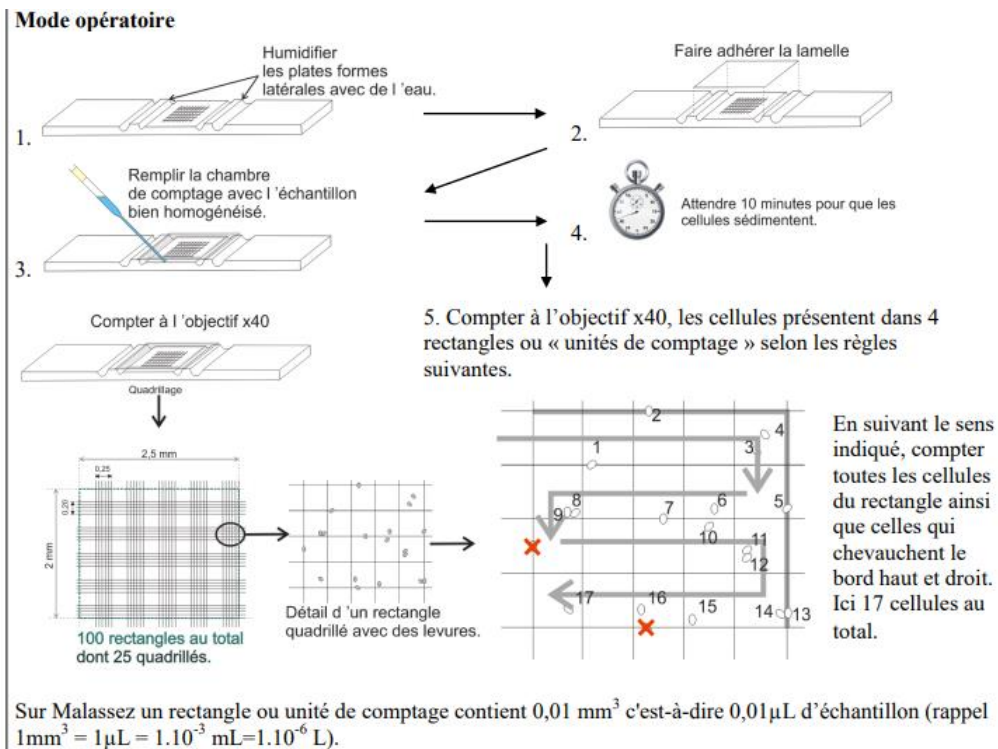
Mélanger sur une plaque à agitation magnétique pendant 3 à 5 jours.

Filtrer et absorber 1980 µL de solution dans des récipients réfrigérants.

Conserver dans un endroit frais et sec. Sensible à la lumière. Durée de conservation : jusqu'à deux ans.

Annexe 4

La cellule de Malassez est un hématimètre qui permet de compter le nombre de cellules en suspension dans une solution. Cette méthode de dénombrement ne permet de compter que les cellules dans une solution, et non d'autres organismes tels que les Bactéries.



Calculs

Formule à appliquer :

$$N = \frac{n}{a.v} \times Fd$$

Nombre de cellules par unité de volume → N
 Nombre de cellules comptées → n
 Facteur de dilution → Fd
 Nombre d'unités de comptage dénombrées → $a.v$
 Volume d'une unité de comptage → $a.v$
 nombre de cellules par unité de volume → $\frac{n}{a.v}$

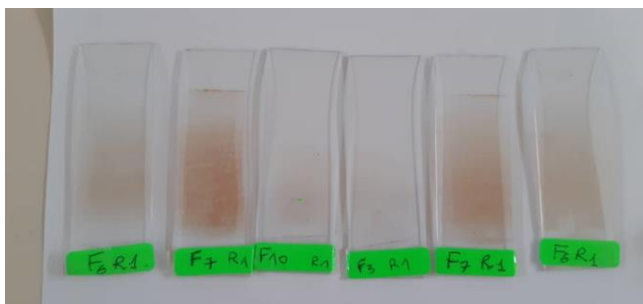
Annexe 5



Prélèvement sanguin



Dissection des échantillons



Frotti sanguin

