



République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Larbi Tébessi-Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Etres vivants

MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE : Sciences de la nature et de la vie (SNV)

Filière : Ecologie et environnement

Option : Ecologie

Thème :

**Diversité scorpionique dans le sud de la wilaya de
Tébessa**

Présenté par :

ABIDI Haroun

SLIMANE Ferial

Devant le jury :

Dr. Noujoud BENARFA

Université de Tébessa

Présidente

Dr. Mohamed Nacer MEKAHLIA

Université de Tébessa

Promoteur

Mme. Amel MACHEROUM

Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance :

29/05/2018

Année 2017/2018

Note :

/20

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de notre promoteur **Dr. Mekahlia Mohamed Nacer**, Nous le remercions pour toute sa patience et sa disponibilité dont il a fait preuve à notre égard. Ses conseils et remarques constructives nous ont permis d'améliorer grandement la qualité de notre travail et de notre mémoire. Nous tenons à lui exprimer nos remerciements pour l'honneur qu'il nous fait en participant à ce jury.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à **Mr Sadine Salah Eddine** pour l'identification des Scorpions.*

*Nos profonds remerciements vont également à **Ali Ahmed** et **Bel-Alla Ali** qui nous aidé dans la collecte des scorpions.*

*Nous sommes conscients de l'honneur que nous a fait Mme **Benarfa Noujoud** en étant présidente du jury et Mme **Machroum Amel** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nos remerciements s'adressent également à nos enseignants pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidées et soutenues de près ou de loin.

Merci 

Résumé

Ce travail a été réalisé afin de savoir la biodiversité scorpionique dans la région sud de la wilaya de Tébessa selon un gradient climatique dans trois stations qui sont : El-Botna (Safsaf), Betita (Bir el-Ater) et Negrine pendant quatre saisons de l'année 2017/2018 (de Juin 2017 à Avril 2018). Une technique d'échantillonnage stratifié selon un gradient climatique et un échantillonnage aléatoire était effectué dans ces trois stations dont les sorties sont fait 01 fois par semaine pendant deux heures. Nous avons récoltés 257 individus de scorpions regroupé en 05 espèces, identifier selon des clefs d'identification comme suit : *Buthus aures*, *Buthus tunetanus*, *Androctonus australis*, *Androctonus aeneas* et *Scorpio punicus* qui est l'espèce la plus abondante dans cette étude appartenant à 02 famille qui sont : la famille des Buthidae et la famille des Scorpio.

La distribution des scorpions est étudiée par des indices écologiques et par des analyses statistiques (AFC, CAH et ANOVA), après on a discuté les résultats selon les stations et les saisons.

Mots Clefs : Scorpion, Biodiversité, Espèce, Tébessa.

Abstract

This work have been realised in order to figure out the scorpionic biodiversity in the southern region of Tébessa according to a climatic gradient in three stations which are: El-Botna (Safsaf), Betita (Bir-el-Ater) and Negrine during four seasons of the year 2017/2018 (from June 2017 to April 2018). A sampling technique stratified according to a climatic gradient and random sampling was carried out in these three stations whose outings are done once a week for two hours. We collected 257 individuals of scorpions grouped in 05 species, identifying according to identification keys as follows: *Buthus aures*, *Buthus tunetanus*, *Androctonus australis*, *Androctonus aeneas* and *Scorpio punicus* which is the most abundant species in this study belonging to 02 family who are: the family Buthidae and the family Scorpio.

The distribution of scorpions is studied by ecological indices and by statistical analyzes (AFC, CAH and ANOVA), after which the results were discussed according to the stations and the seasons.

Key words: Biodiversity, Scorpion, Climatic gradient, Tebessa.

ملخص

التنوع البيولوجي يتعلق بالتنوع و الاختلاف بين مختلف أشكال الحياة. فقدان هذا التنوع له اثار ضارة على العديد من جوانب التوازن البيئي.

تم تنفيذ هذا العمل من أجل تقدير التنوع البيولوجي للعقارب في المنطقة الجنوبية لولاية تبسة حسب التدرج المناخي، في ثلاث محطات هي: البوطنة و بتيتة و نقرين، خلال الفصول الأربعة من السنة 2018/2017

النتائج المحصل عليها من خلال هذا العمل نتج عنها جمع 257 فرد من افراد العقارب ينتمون الى عائلتين وهما عائلة Buthidae و عائلة Scorpionidae . كما تم تحديد 5 انواع وفقا لمفاتيح التحديد. الانواع هي : *Buthus* و *Buthus aures* و *Androctonus aeneas* و *Androctonus australis* و *tunetanus* و *Scorpio punicus* التي تمثل النوع الاكثر وفرة و هو جزء من عائلة Scorpionidae.

يجب أن تستمر هذه الدراسة عن طريق إجراء بحث في المنطقة الشمالية من ولاية تبسة ، التي لا تزال غير مستكشفة ، وهذا على أمل العثور على أنواع جديدة من العقارب.

الكلمات المفتاحية : التنوع البيولوجي، العقارب، التدرج المناخي، تبسة.

Table de matières

Remerciement.....	I
Résumé.....	III
Abstract.....	IV
ملخص	
Table de matières.....	VI
Liste des tableaux.....	IX
Liste des figures.....	X
Introduction.....	1

CHAPITRE I : Bibliographie

1. Morphologie	4
1.1.Prosoma	4
1.2.Mésosoma.....	5
1.3.Métasoma.....	5
1.4.Appendices	6
1.4.1. Chélicères.....	7
1.4.2. Pattes mâchoires.....	7
1.4.3. Pattes ambulatoire.....	7
1.4.4. Opercule génital et peigne	7
2. Autoécologie.....	7
3. Reproduction.....	9
4. Développement.....	10
5. Ennemies.....	10
6. Envenimation.....	11
7. Systématique.....	12
8. Répartition géographique.....	13
8.1 Répartition dans le monde	13
8.2 Répartition en Algérie	1

CHAPIRE II : Matériel et méthode

1. Présentation de la zone et des stations d'étude.....	16
2. Techniques d'échantillonnage.....	17
3. Période d'étude, matériel utilisé, et paramètres étudiés.....	18
3.1 Période d'étude	18
3.2 Matériel utilisé.....	18
3.3 Matériel de capture.....	18
4. Paramètres étudiés	19
4.1. Richesse spécifique	19
4.2. Abondance relative.....	19
4.3 Répartition.....	19
4.4 Constance.....	20
4.5. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H').....	20
4.6 Équitabilité.....	20
4.7 Indice de similarité de Jaccard.....	20
4.8 Indice de dissimilarité de Bray-Curtis.....	21
5. Clés d'identification.....	21
6. Analyse statistique.....	21

CHAPITRE III : Résultats et discussion

1. RESULTATS.....	23
1.1 Répartition de scorpions selon les saisons.....	23
1.2 Répartition des scorpions selon les stations.....	23
1.3 Identification des scorpions collectés.....	24
1.4 Description des espèces rencontrées.....	25
1.5 Indices écologiques	28
1.5.1 Richesse spécifique.....	28
1.5.2 Abondance relative.....	30
1.5.3 Constance.....	34
1.5.4 Répartition.....	3

1.5.5	Indice de diversité de Shannon Weaver H' , H'_{Max} et équitabilité (E).....	36
1.5.5.1	Indice de diversité de Shannon.....	36
1.5.5.2	Indice de diversité maximale (H'_{Max}).....	37
1.5.5.3	Indice d'équitabilité (E).....	39
1.5.6	Indices de similarité.....	40
1.5.6.1	Indice de similarité de Jaccard.....	40
1.5.6.2	Indice de dissimilarité de Bray-Curtis.....	41
1.6	Analyse factorielle des correspondances (AFC).....	41
2.	Discussions.....	43
	Conclusion	46
	Références bibliographiques	49
	Annexes	53

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des espèces inventoriées dans les trois stations.....	25
Tableau 2. Richesse spécifique saisonnière et totale dans les différentes stations.....	28
Tableau 3. Test ANOVA pour la variable Richesse spécifique (RS).....	29
Tableau 4. Abondance relative saisonnière et par station.....	30
Tableau 5. ANOVA représentant l'effet des trois variables saison, station et espèce sur le nombre d'individus de scorpions.....	33
Tableau 6. Constance par saison et totale.....	34
Tableau 7. Répartition par station et totale pour les différentes espèces.....	35
Tableau 8. Test ANOVA pour la variable de l'indice de diversité de Shannon (H').....	36
Tableau 9. Test ANOVA pour la variable de l'indice de diversité maximale (H'max).....	38
Tableau 10. Test ANOVA pour la variable Equitabilité (E).....	40
Tableau 11. Indice de Jaccard.....	41

Liste des figures

Figure 1. Morphologie du scorpion.....	6
Figure 2. Terrier d'un scorpion.....	8
Figure 3. Reproduction sexuée des scorpions.....	9
Figure 4. Femelle du scorpion quelque minutes après la mise en bas.....	10
Figure 5. Prédateur de scorpions (Hérisson).....	11
Figure 6. Systématique des scorpions.....	12
Figure 7. Répartition des scorpions dans le monde.....	13
Figure 8. Répartition des scorpions dans l'Algérie.....	14
Figure 9. Localisation géographique et carte des types de bioclimats de la zone d'étude.....	16
Figure 10. Stations d'étude.....	17
Figure 11. Répartition des scorpions selon les saisons.....	23
Figure 12. Répartition des scorpions selon les stations.....	24
Figure 13. Espèces rencontrées dans les stations d'étude.....	27
Figure 14. Richesse spécifique et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison.....	30
Figure 15. Abondance relative des espèces de scorpions recensées dans les 3 stations.....	31
Figure 16. Abondance des individus et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison.....	34
Figure 17. Indice de diversité de Shannon Weaver H' dans les différentes stations.....	36
Figure 18. Indice de Diversité de Shannon Weaver (H') et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison.....	37
Figure 19. Indice de diversité maximale (H'_{\max}) dans les différentes stations.....	38

Figure 20. Indice de Diversité maximale (H'max) et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison.....	39
Figure 21. Indice d'équitabilité (E) dans les différentes stations.....	39
Figure 22. Equitabilité (E) et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison.....	40
Figure 23. Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante (CAH) appliquée sur les stations d'étude.....	41
Figure 24. Analyse factorielle des correspondances selon les stations.....	42

Introduction

La biodiversité est la variété des formes vivantes y compris leur complexité génétique et biologique (**Léveque, 1994**). Elle joue un rôle important dans le maintien de la structure et le fonctionnement des écosystèmes (**Dajoz, 2008**).

Dans le monde, le nombre d'espèces décrites est de 1.4 millions. L'inventaire est très loin d'être achevé (**Barbault, 1993**).

En Algérie, la biodiversité est considérée parmi les plus élevées du bassin méditerranéen (**Achoubi, 2007**). En effet, la biodiversité Algérienne compte environ 16000 espèces. L'écosystème marin englobe 713 espèces végétales et 3080 espèces animales. Les zones humides renferment 39 espèces de poissons d'eau douce dont 2 sont endémiques et 784 espèces végétales aquatiques. Quant à l'écosystème montagneux, il compte 52 espèces d'arbres (**Laouar, 2010**). Pour assurer la protection de cette importante biodiversité, l'Algérie a créé des aires protégées (**Derrij, 2001**).

Les scorpions figurent parmi les animaux qui ont une large répartition à travers le monde (**Polis, 1990**), notamment dans les déserts et les zones arides (**Sadine, 2018**). En Afrique du Nord, ils sont considérés comme la faune des déserts chauds (**Goyffen et El-Ayeb, 2002**),

En l'Algérie 28 espèces, 13 genres et 03 familles sont inventoriées (**Sadine et al., 2012**) ce nombre d'espèces représente 1.4% de la biodiversité scorpionique dans le monde (**Dupré, 2012**). En effet, les conditions édaphiques et climatiques du Sahara algérien sont des conditions favorables pour la survie des scorpions (**Sadine, 2005**). Plus de 30% de la biodiversité scorpionique en Algérie est localisée dans le Sahara septentrional (**Sadine, 2012**).

Par ailleurs, les travaux réalisés sur les scorpions en Algérie restent encore dans un état embryonnaire. En majorité ce sont des travaux de systématique. Les travaux sur leur écologie restent minimales (**Sadine, 2018**).

À Tébessa, jusqu'ici, aucune étude sérieuse sur les scorpions n'a été effectuée. Dans cette optique, cette étude a été menée pour évaluer la diversité scorpionique et sa répartition spatiotemporelle dans la partie sud de la région de Tébessa, et ceci dans le but d'explorer et de mieux connaître cette zone, afin de pouvoir, grâce aux résultats obtenus, mieux guider les efforts de protection de la population contre les accidents d'envenimation scorpionique.

Cette étude se divise en trois chapitres :

- Le premier chapitre présente le cadre général de l'étude par des rappels bibliographiques sur les scorpions.
- Le deuxième concernant l'étude expérimentale, présente les stations d'étude ainsi que le matériel utilisé et les méthodes adoptées pour la réalisation de ce travail.
- Le troisième et dernier chapitre renferme la discussion des résultats du travail entrepris ainsi qu'une conclusion et quelques perspectives.

Bibliographie

L'apparition des scorpions était marqué il y a environ 425-450 millions d'années au Silurien (**Polis, 1990**). Depuis le 19^e siècle la présence des arthropodes dans le milieu souterrain est liée à l'ordre des scorpions (**Lourenço et Francke, 1985**).

Les scorpions apparaissent pour la première fois comme des animaux aquatiques (**Lourenço, 2015**). Ils sont les plus primitifs et les premiers qui ont envahies le milieu terrestre dans l'embranchement des arthropodes. (**Beaumont et Cassier, 1983**).

A l'heure actuelle on compte 2100 espèces de scorpions, 190 genres et 16 à 19 familles (**Stockman, 2015**).

1. Morphologie

Les scorpions peuvent atteindre jusqu'à 20 cm pour les adultes. En Afrique du nord la longueur du corps varie entre 2 à 12 cm. (**Vachon, 1952**).

Le corps d'un scorpion est divisé en 3 parties qui sont : le prosoma (céphalothorax), le mésosoma (abdomen) et le metasoma (la queue) (**Figure 1**) (**Vachon, 1952**).

1.1 Prosoma

Le céphalothorax est la conséquence de la fusion d'un lobe préoral et les six premiers métamères (**Beaumont et Cassier, 1983**).

Dorsalement, le céphalothorax est recouvert d'un bouclier chitineux unique, mais représentant un certain nombre de plaques initiales fusionnées ; il ne porte aucun sillon transversal. La chitine est parfois lisse, mais souvent parsemée de granulations disposées en carènes. Ce bouclier céphalothoracique est généralement trapézoïdal (**Vachon, 1952**). La carapace porte 2 yeux médiodorsaux de grande taille situé sur des tubercules et 2 groupes symétriques de 2 à 5 yeux latéraux (**Beaumont et Cassier, 1983**).

Ventralement, le céphalothorax est presque entièrement occupé par les hanches et les pattes. Les hanches laissent entre elles un espace occupé par une plaque impaire qui est le sternum (**Vachon, 1952**).

1.2 Mésosoma

A l'encontre du prosoma, le mésosoma est segmenté, aussi bien dorsalement que ventralement (**Vachon, 1952**).

Dans l'abdomen on compte 7 plaques dorsales, les antérieures étroites, la postérieure rétrécie vers l'arrière en trapèze. Ces plaques sont parfois lisses, ou ont souvent des crêtes granulées. Ventralement on ne distingue que 5 plaques qui correspondent aux 5 plaques dorsales postérieures, sauf la dernière, chaque plaque porte une paire de fentes stigmatiques latérales (**Vachon, 1952**).

En avant de ces plaques, les segments sont ventralement reconnaissables grâce à leurs appendices ou à leurs dérivés : les peignes et l'opercule génital (**Vachon, 1952**)

1.3 Métasoma

La queue est en général plus longue que le tronc, rarement plus courte (**Vachon, 1952**). Elle est étroite, mobile, susceptible de se relever au-dessus du corps, et comporte 5 segments distincts articulés entre eux (apodes) (**Beaumont et Cassier**).

L'anus débouche ventralement entre plusieurs papilles blanchâtres à travers la chitine, reliant le cinquième anneau et la vésicule à venin (**Vachon, 1952**)

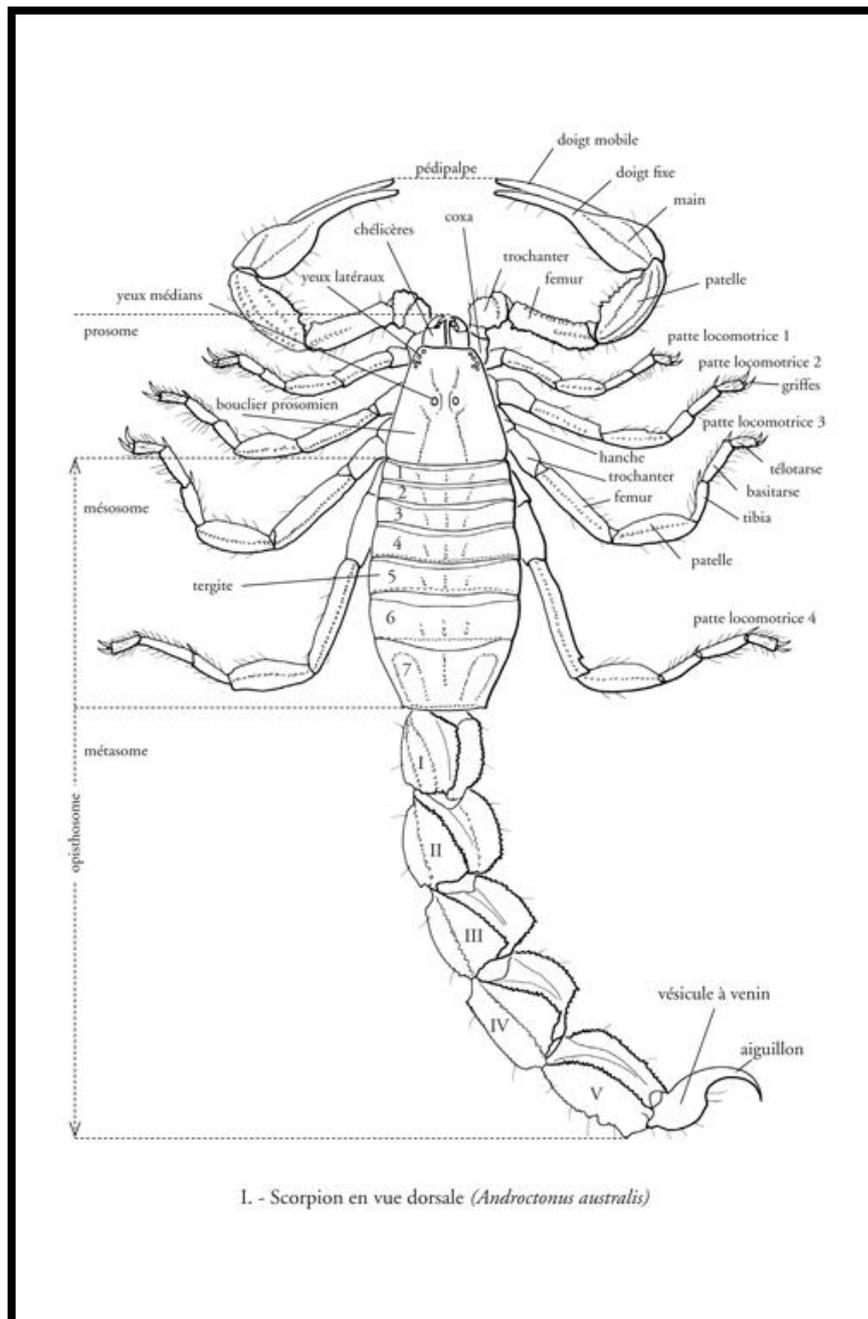


Figure 1. Morphologie du scorpion (site web1)

1.4. Appendices

On compte 6 paires au niveau de prosoma qui sont ; les chélicères, les pattes mâchoires, et les 4 paires de pattes ambulatoires. Au niveau de l'abdomen on considère les opercules génitaux et les peignes comme des dérivants d'appendices (Vachon, 1952)

1.4.1 Chélicères

Situés en avant, petites, rétractées sous le scutum céphalothoracique. Chez certaines espèces les chélicères sont considérées comme un organe stridulant (**Vachon, 1952**).

1.4.2 Pattes mâchoires

Très développées, ont 6 articles : les hanches (participent à la formation de la cavité buccale), le trochanter, le préfumur (avant-bras), le fémur (bras) et les 2 derniers articles qui sont transformés en pinces.

Les pattes mâchoires servent à la capture des proies et aussi aux mouvements, les doigts de ces pattes ne contiennent pas d'organes de sécrétion de venin (**Vachon, 1952**).

1.4.3 Pattes ambulatoires

Les pattes ambulatoires ont deux articles de plus que les pattes mâchoires. Les hanches des pattes 2 plus développées et elles sont dirigées vers l'avant ils forment la majeure parties du planche buccale, cette planche sépare les hanches des pattes 1. Les hanches des pattes 3 et 4 sont moins développées elles sont obliques. Les autres articles portent des poils sauf le talon, il porte deux griffes fines (**Vachon, 1952**)

1.4.4 Opercule génital et peigne

L'opercule génital est toujours formé de deux plaques de forme variable se touchant suivant l'axe du corps. Il faut ouvrir ces 2 plaques pour voir l'ouverture génitale (**Vachon, 1952**).

Le peigne est une plaque impaire de forme variable qui sert à l'insertion aux appendices caractéristiques des scorpions. Les peignes varient selon l'espèce et le sexe (**Vachon, 1952**). Chez le mâle adulte les dents du peigne sont longues que chez les femelles (**Gitaly, 1931**)

2. Autoécologie

En général les scorpions vivent en groupe. Leurs habitats varient selon la région ; sous les pierres, dans des petites cavités du sol où ils creusent des véritables terriers, sous l'écorce des arbres,... Certaines espèces habitent au près des habitations de l'être humain (**Vachon, 1952**)

Les terriers creusés par les scorpions (**Figure 2**) ont généralement une profondeur de 15 à 30 cm et un diamètre de 10 à 20 mm (**Berland, 1933**)



Figure 2. Terrier d'un scorpion (photo personnelle, 2018)

Il existe des scorpions hygrophiles et d'autres xérophiles, ils sont très sensibles au changement de climat. (**Vachon, 1952**).

Les scorpions sont des animaux nocturnes, leur métabolisme est faible c'est ce qui facilite leur adaptation à la vie souterraine (**Lourenço et Francke, 1985**). Ils ont une longue durée de vie 2 à 10 ans (**Lourenço, 2000a**)

L'activité du scorpion est marquée pendant la saison chaude et il entre en hibernation dès que la saison froide commence c'est une semi hibernation car s'il est dérangé il se met en garde (**Vachon, 1952**).

La marche des scorpions est lente, ils tâtonnent en marchant et ils vont tout droit (**Vachon, 1952**). Ils ont un déplacement réduit et sont attachés à leur biotope (**Vachon, 1952**)

Tous les scorpions sont des prédateurs venimeux avec des mécanismes sensoriels très efficaces (**Stockman, 2013**). Ils sont des carnivores qui se nourrissent essentiellement d'invertébrés, principalement d'insectes. Ils captent les proies à l'aide de ses pédipalpes et ils le tuent ou paralysent par un coup d'aiguillon (**Beaumont et Cassier, 1983**). Les scorpions préfèrent les proies vivantes ou les cadavres frais, mais il existe des cas de cannibalisme chez les scorpions (**Vachon, 1952**).

Lorsque le scorpion sent qu'il est en danger il se suicide par une pique mortelle de venin. **(Vachon, 1952).**

Au cours de 450 millions d'années les scorpions ont subis différentes adaptations (physiologiques, biochimiques, comportementaux...) pour assurer leur survie **(Lourenço, 2015)**. C'est pourquoi ils sont considérés comme les plus adaptables aux conditions défavorables **(Polis, 1990)**

Le dimorphisme sexuel chez les scorpions est facile à distinguer chez certaines espèces mais difficile chez d'autres **(Stockman et Ythier, 2010)**

3. Reproduction

Les scorpions sont des animaux ovovivipares qui ont une durée de gestation d'environ 11 mois **(Vachon, 1952)**. La reproduction chez les scorpions est effectuée par une danse qui s'appelle « Court-ship », cette danse et le transfert du sperme est un processus complexe qui implique plusieurs aspects de comportement **(Lourenço, 2000b)**.

Le male se place vis-à-vis la femelle les queues sont relevées verticalement puis il la retient par ses pinces **(Figure 3) (Vachon, 1952)**.



Figure 3. Reproduction sexuée des scorpions **(Site web 2)**

Après la gestation, la femelle pond des œufs sous forme de vers (**Vachon, 1952**), elle peut produire 14 à 100 pullus (**Sadine, 2018**). Le nombre des petits varie selon l'espèce (**Vachon, 1952**).

Dès que les petits sont libres ils montent sur le dos de la mère où ils restent quelques jours (**Figure 4**). Ces petits deviennent des adultes en 1 année (**Vachon, 1952**).



Figure 4. Femelle du scorpion quelque minutes après la mise en bas (**Site web 3**)

Pendant le développement embryonnaire les scorpions sont divisés en 2 types : ovovipare ; où le jeune (pullus) naît entouré d'un chorion, le 2eme type vivipare où le jeune sort avec aucune enveloppe (**Stockman, 1990**). Le développement post embryonnaire est long environ 7 à 85 mois (**Lourenço, 2000b**)

4. Développement

Les scorpions sont des animaux à métamorphose incomplète. Leur développement est discontinu et s'effectue par des mues successives. Pendant le premier stade de leur vie leurs appendices présentent quelques particularités, notamment la présence de ventouses pédieuses à la place des griffes aux pattes ambulatoires, l'absence de sculpture sur tout le corps et la rareté des soies. Au cours de leur développement, les scorpions passent par six stades larvaires successifs (**Vachon, 1952**).

5. Ennemies

Les ennemis les plus redoutables des scorpions sont : l'homme, les oiseaux, les volailles, les chats, les hérissons,... (**Figure 5**) (**Vachon, 1952**)



Figure 5. Prédateur de scorpions (Hérisson) (photo personnelle, 2018)

6. Envenimation

Les scorpions sont tous venimeux (**Goyffon, 2002**). Les envenimations par piqûres des scorpions constituent un problème de santé publique surtout durant l'été (**Chgoury et al., 2011**)

Le venin est en général basique et est constitué de polypeptide de faible poids. Il cible les canaux ioniques et les canaux de sodium, potassium, calcium et chlore (**Devaux et Rochat, 2002**).

L'envenimation scorpionique est fréquente en Afrique (**Attamo et al., 2002**). C'est un problème de santé publique (**Hamouda et Ben Salah, 2010**). La région qui est marquée par un grand taux de mortalité par piqûres s'étale de l'Afrique de Nord jusqu'au Pakistan et à l'Inde (**Gonzalez, 1979**).

La lutte anti-scorpionique nécessite l'identification des espèces dangereuses et leur distribution sur le territoire (**Goyffon et Guette, 2005**)

7. Systématique

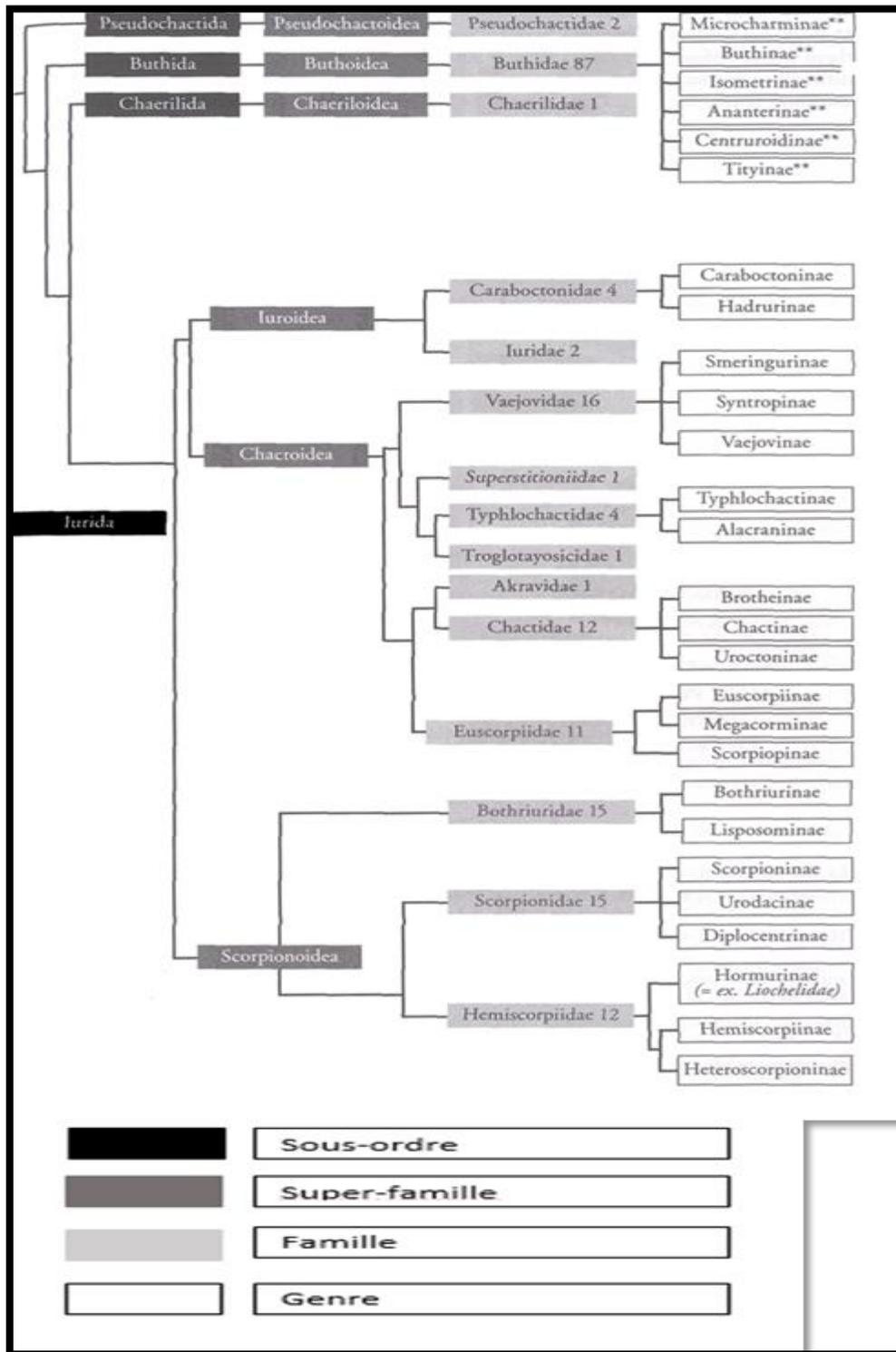


Figure 6. Systématique des scorpions (Stockman et Ythier, 2010)

8. Répartition géographique

8.1 Répartition dans le monde

Les scorpions sont des animaux lents, à déplacements réduits, attachés à leurs biotopes. C'est pourquoi ils ont une grande répartition horizontale (longitudes et latitudes) et verticale (altitudes) (Vachon, 1952).

Aucune espèce ne dépasse, tant vers le Nord que vers le Sud, le 50° de latitude (Figure 6) où les conditions de vie de ces animaux thermophiles expliquent aisément cette répartition (Vachon, 1952).

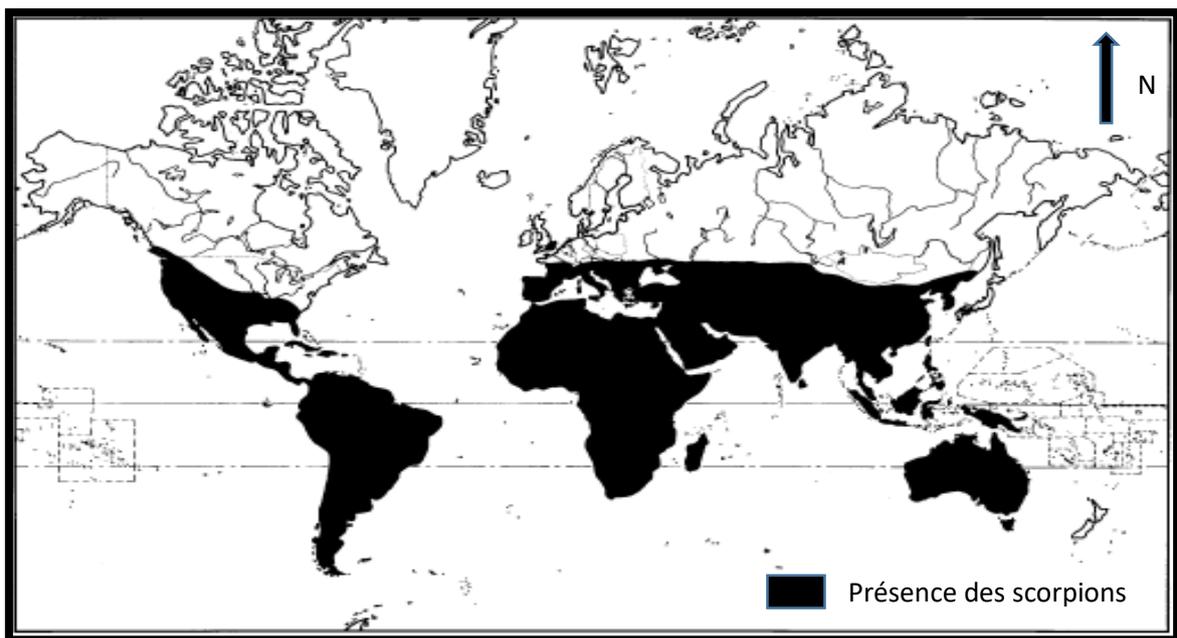


Figure 7. Répartition des scorpions dans le monde (Lourenço, 2015).

8.2 Répartition en Algérie

La répartition des scorpions dans l'Algérie est très vaste et diversifiée. Pour connaître leur distribution dans le territoire national il faut connaître leur répartition latitudinale qui permet d'indiquer l'absence ou la présence de certains genres dans le Nord et le Sud, aussi la répartition longitudinale permet de connaître la répartition des genres dans l'est et l'ouest (Figure 8) (Vachon, 1952).

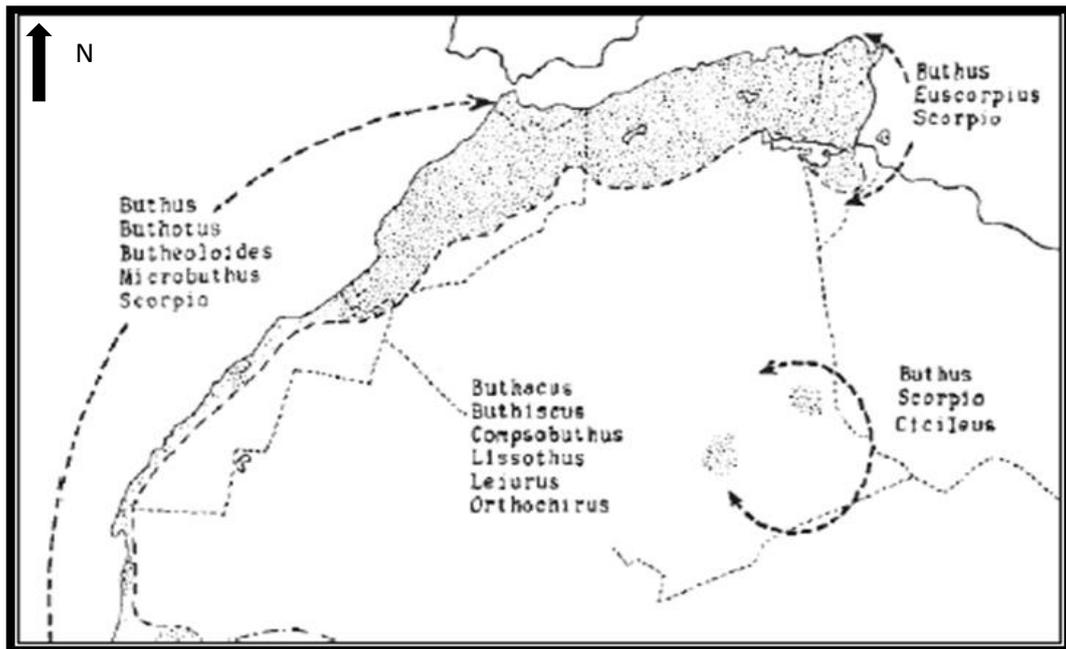


Figure 8. Répartition des scorpions dans l'Afrique du nord (Vachon, 1952)

Materiel
et
Méthodes

5. Présentation de la zone et des stations d'étude

La wilaya de Tébessa se situe au Nord-Est de l'Algérie. Sa superficie est de 13878 km². Elle est caractérisée, par une succession d'étages bioclimatiques, allant du nord vers le sud (**Figure 9**).

Le cortège floristique est de type steppique dominé par les plantes herbacées telle que : l'Alfa (*Stipa tenacissima*) l'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) et l'Atriplex (*Atriplex halimus*). Les formations boisées sont rencontrées dans les montagnes et les piémonts dont les arbres les plus dominantes sont le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) et le chêne vert (*Quercus ilex*).

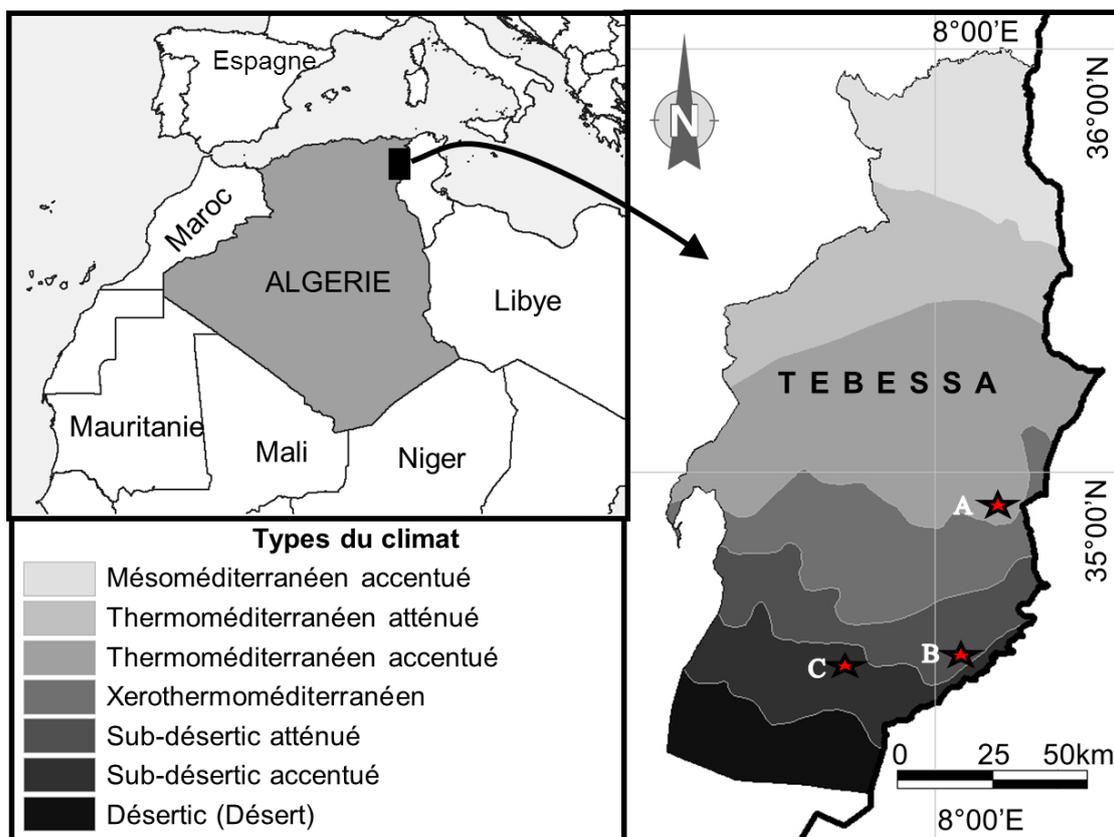


Figure 9. Localisation géographique de la zone d'étude sur la carte bioclimatique

(A: El-Botna, B: Betita, C: Negrine)

(Carte climatique Source : UNESCO, 1963)

Selon un gradient climatique, nous avons choisi trois stations d'études dans le sud de la wilaya de Tébessa : la station El Botna (Safsaf El-Ouesra), la station Betita (Bir el-Ater) et la station Negrine (**Figure 10**).

-Le premier site "El Botna" (34° 52' 48" N, 08° 06'41" E) est une dominée, en apparence, par l'Alfa (*Stipa tenacissima*), le Remth (*Haloxylon salicornicum*) et l'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) et caractérisé par un climat Thermo méditerranéen accentué, qui est considéré comme climat aride à hiver froid (**Figure 10**).

- Le deuxième site "Betita" (34°27'30" N, 07°55'24" E) est une steppe dominée, en apparence, par le begl (*Haloxylon articulata*), l'Harmale (*Peganum harmala*) et hmadha (*Bassia muricata*) et caractérisée par un climat Subdésertique atténué, qui est considéré comme climat aride à hiver frais (**Figure 10**).

- Le troisième site "Negrine" (34°29'29"N, 07°30'30"E) est dominé, en apparence, par le begl (*Haloxylon articulata*), et l'Harmale (*Peganum harmala*) caractérisé par un climat Subdésertique accentué, qui est considéré comme climat aride inférieur à hiver doux (**Figure 10**).

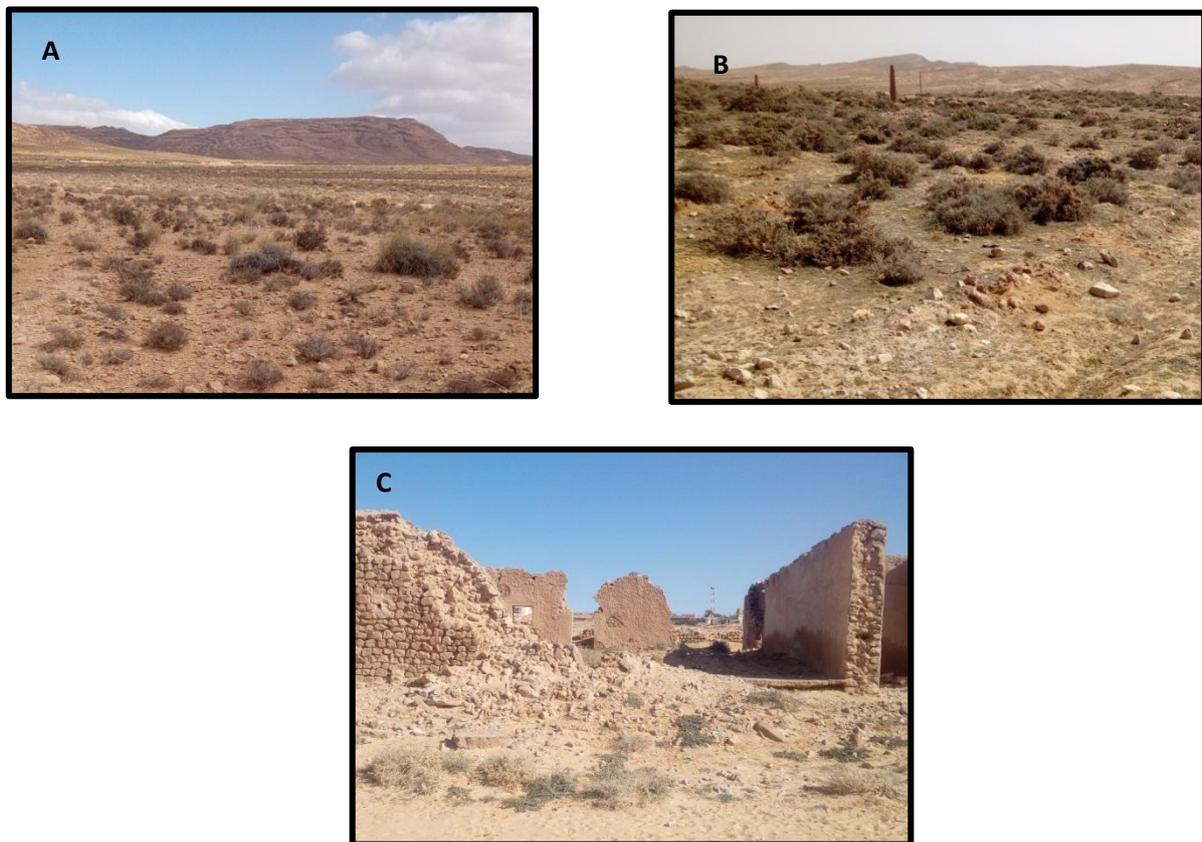


Figure 10. Stations d'étude ; **A** : El Botna, **B** : Betita, **C** : Negrine (Photos personnelles, 2018)

6. Techniques d'échantillonnage

Pour réaliser notre étude, nous avons eu recours à un échantillonnage mixte. En effet, deux techniques d'échantillonnage ont été adoptées simultanément :

- La première technique qui consiste en un échantillonnage stratifié, a été utilisée afin de choisir les sites d'étude. L'étage bioclimatique a été adopté comme choix pour le critère de stratification.
- La deuxième technique d'échantillonnage utilisée a été représentée par un échantillonnage aléatoire. En effet, dans chaque site choisi, les scorpions recueillis ont été recherchés aléatoirement.

7. Période d'étude, matériel utilisé, et paramètres étudiés

3.1. Période d'étude

La présente étude est déroulée sur une période allant du mois de Juin 2017 au mois d'Avril 2018. Durant cette période, et pour avoir un bon aperçu de la diversité et de l'hétérogénéité des espèces de scorpions présentes, dans chaque station, seize sorties sur terrain (de deux heures chacune) ont été réalisées, durant les quatre saisons.

3.2 Matériel utilisé

La collecte des scorpions a été réalisée pendant la période diurne (manque d'appareil à ultraviolet). Les individus ont été recherchés et collectés aléatoirement dans différents endroits ; à savoir soit dans leurs cachettes ou leurs terriers, dans des vieilles constructions, sous les pierres ou les planches de bois, ou tout autre abri potentiel qui pourrait abriter les scorpions.

Les individus capturés sont conservés dans des boîtes en plastiques étiquetées contenant de l'éthanol à 70° et sur lesquelles sont mentionnés, la date, la station, l'endroit et le nombre d'individus.

3.3 Matériel de capture

Afin de réaliser la capture des scorpions, le matériel suivant a été utilisé :

Pince : Pour la capture des individus, elle permet une bonne sécurité du ramasseur.

Fil de fer : Pour tracer les scorpions dans leurs terriers

Pioche et truelle : Pour creuser les terriers afin de trouver les scorpions

Boîtes de ramassage : Généralement sont des boîtes hermétiques en plastiques, pour la conservation des échantillons récoltés.

Gants et bottes : Généralement fabriqués en caoutchouc ou en cuir et sont des moyens de protection.

Produits chimiques : Pour tuer et conserver les individus ramassés, de l'éthanol à 70° a été utilisé.

Outils d'observations et de mensurations : Plusieurs moyens ont été utilisés, savoir :

- Loupe binoculaire
- Appareil photo
- Trousse de dissection
- GPS

8. Paramètres étudiés

Pour expliquer les différents résultats obtenus sur les espèces de scorpions rencontrés, plusieurs descripteurs écologiques ont été étudiés, à savoir :

4.1 Richesse spécifique

C'est l'une des mesures les plus communes de la biodiversité. Elle indique le nombre d'espèces recensées par unité de surface (Magurran, 2004).

4.2 Abondance relative

L'abondance relative d'une espèce correspond au rapport du nombre des individus de cette même espèce au nombre total des individus toutes espèces confondues. Elle renseigne sur l'importance de chaque espèce par rapport à l'ensemble des espèces présentes.

$$A_{rel} = (N_a / N_a + N_b + N_c + \dots) * 100$$

A_{rel} = abondance relative de l'espèce prise en considération.

$N_a, N_b, N_c,$ = nombres des individus des espèces a, b, c.

4.3 Répartition

L'indice de répartition (I_R) permet de connaître le type de répartition spatiale de la population échantillonnée.

$$I_R = \sigma^2 / \bar{X}$$

σ^2 : Variance de l'espèce considérée

\bar{X} : Moyenne de l'espèce considérée

$I_R < 1$: (Répartition régulière)

$I_R > 1$: (Répartition en agrégat)

$I_R = 1$: (Répartition aléatoire)

4.4 Constance

La fréquence d'occurrence (constance) d'une espèce est le rapport exprimé en pourcentage, du nombre de prélèvements noté de cette espèce au nombre total de prélèvements effectués :

$$F = (P_a/P) * 100$$

F = fréquence d'occurrence de l'espèce.

P_a = nombre total de prélèvements contenant l'espèce prise en considération.

P = nombre total de prélèvements effectués.

Espèces constantes : $F \geq 50 \%$

Espèces accessoires : $25 \% < F < 50 \%$

Espèces accidentelles : $F \leq 25 \%$

4.5. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus (Magurran, 2004).

$$H' = -\sum F_i \log_2 F_i \text{ (bits)} / F_i = N_i/N$$

F_i : fréquence d'une espèce

N_i : nombre d'individus pour chaque espèce

N : nombre total d'individus de toutes les espèces

4.6 Équitabilité

L'équitabilité est un indice complémentaire à l'étude de la diversité spécifique, Il permet de comparer la diversité des peuplements.

Selon Blondel (1979), l'équirépartition est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale.

$$E = H' / H'_{\max}$$

E est l'équirépartition.

H' est l'indice de diversité observée.

H'_{\max} est l'indice de diversité maximale.

4.7 Indice de similarité de Jaccard

Utilisé pour comparer la similarité entre les différentes espèces

$$J = a/a+b+c$$

a : nombre d'espèces présentes simultanément dans les stations 1 et 2

b : nombre d'espèces présentes dans la station 2 mais absentes dans la station 1

c : nombre d'espèces présentes dans la station 1 mais absentes dans la station 2

4.8 Indice de dissimilarité de Bray-Curtis

La distance de Bray-Curtis, ou indice de dissimilarité de Bray-Curtis, est utilisé en écologie et biologie pour évaluer la dissimilarité entre deux échantillons donnés, en termes d'abondance d'espèces présentes dans chacun de ces échantillons

L'indice de dissimilarité de Bray-Curtis est compris entre 0 (les deux échantillons ont la même composition) à 1 (les échantillons sont totalement dissemblables)

9. Clés d'identification

Après la collecte des échantillons, les individus trouvés dans les différentes stations sont ramenés au laboratoire pour identification.

L'identification est réalisée en utilisant une loupe binoculaire, et basée sur des caractères morphologiques à savoir ; les trichobothries ou soies, les carènes, la vésicule et aiguillon, la patte mâchoire, la patte ambulatoire, les peignes et yeux. Ces caractères sont appliqués en utilisant les clés d'identification de VACHON (1952).

10. Analyse statistique

Dans le but de tester la significativité de la variation de la moyenne des descripteurs écologiques, pour les différentes espèces, évalués dans les différentes stations selon les différentes saisons, des analyses de la variance à trois facteurs de classification (ANOVA) ont été adoptées. Toutes les analyses de variance ont été effectuées par des tests de *type I* à un seuil de significativité $\alpha=0,05$.

Lorsque le test est significatif, c'est-à-dire $P<0,05$, un Post-hoc test de comparaison multiple des moyennes est appliqué (test HSD de Tukey).

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) et un test AFC ont été utilisés pour tester la similarité entre les différentes espèces scorpionique rencontrées dans les différentes stations (Test de Jaccard. (On utilise le logiciel EXCEL STAT)

Résultats
et
Discussion

1. RESULTATS

Les 48 sorties effectuées, également, dans les trois stations et qui se sont déroulées pendant la période allant de juin 2017 à avril 2018 ont permis de récolter 257 individus répartis sur les différentes stations.

1.1 Répartition de scorpions selon les saisons

La **figure 11** résume la répartition des scorpions selon les saisons.

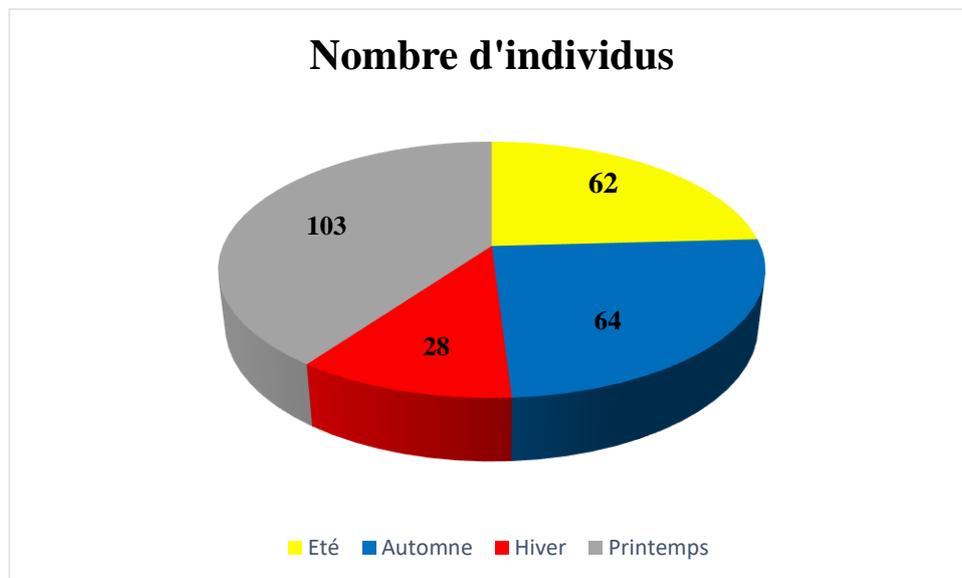


Figure 11. Répartition des scorpions selon les saisons

D'après la **figure 11**, il en ressort que le nombre d'individus collectés en été est relativement moyen (62 individus) par rapport au nombre total, bien que la saison estivale est connue comme celle pendant laquelle les scorpions sont le plus actifs.

Les sorties effectuées en automne ont permis de ramasser 64 individus. Quand à celles de l'hiver, elles ont permis de collecter seulement 28 individus. Le nombre le plus important des individus collectés a été enregistré pendant la saison printanière avec 103 individus.

1.2 Répartition des scorpions selon les stations

La **figure 12** montre que le nombre d'individus ramassés dans les trois stations est variable bien que l'effort d'échantillonnage est le même pour les différentes stations (16 sorties de deux heures pour chacune). En effet, le nombre de scorpions récoltés dans les deux stations d'El-

Botna (109 individus) et de Betita (103 individus), est largement supérieur par rapport à celui de Negrine qui n'est que de (45 individus).

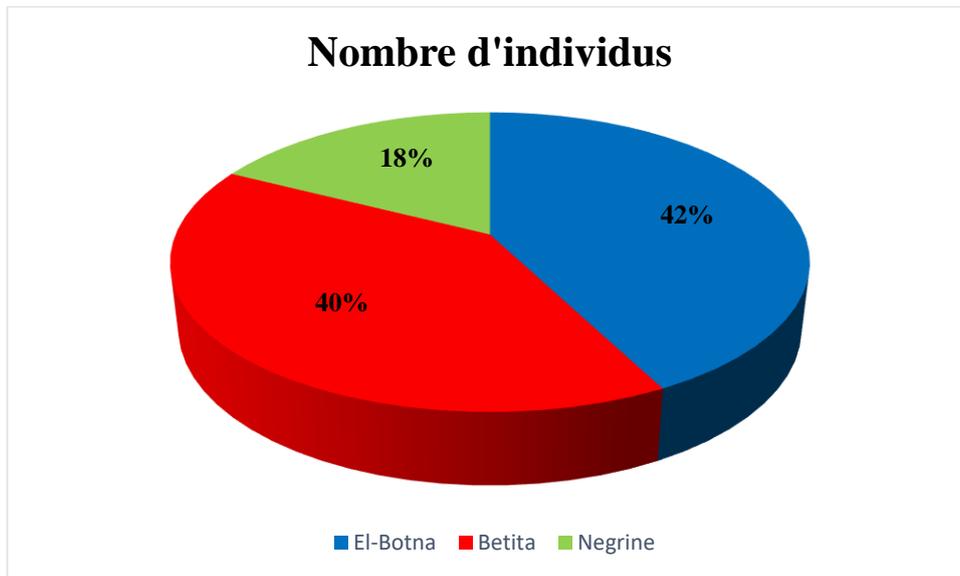


Figure 12. Répartition des scorpions selon les stations

1.3 Identification des scorpions collectés

La clé d'identification des familles scorpioniques décrites par **VACHON (1952)**, nous a permis de dresser la liste systématique pour les différents scorpions rencontrés.

L'inventaire faunistique réalisé dans les stations d'échantillonnage a permis d'identifier un total de 5 espèces (**Tableau 1**). Ces espèces appartiennent à deux familles :

- La famille des Buthidae : renferme deux genres ; *Androctonus* et *Buthus*.
- La famille des Scorpionidae : représentée par un seul genre ; *Scorpio*

Tableau 1. Liste des espèces inventoriées dans les trois stations

Famille	Genre	Espèce
Buthidae (KOCH, 1837)	<i>Androctonus</i> (Ehrenberg ,1828)	<i>Androctonus australis</i> (AUDOUIN ,1826)
		<i>Androctonus aeneas</i> (LINNAEUS ,1758)
	<i>Buthus</i> (LEACH ,1815)	<i>Buthus aures</i> (LOURENCO& SAADINE, 2016)
		<i>Buthus tunetanus</i> (HERBST, 1800)
Scorpionidae	<i>Scorpio</i>	<i>Scorpio punicus</i> (SIMON, 1910)

1.4 Description des espèces rencontrées

- *Androctonus australis*

Grand scorpion, de couleur jaune brun avec des parties du corps plus au moins foncées selon l'âge, queue large profondément concave dorsalement (**Figure 13**). Ses doigts fixes et mobiles ont 12-14 séries semi obliques de granules de couleur sombre, ses peignes avec 30-36 dents chez le male et 22-26 chez la femelle (**Louernço, 2005**)

A. Australis a été trouvé dans les 3 stations étudiées (35 individus), avec 5 individus dans la station El-Botna, 13 dans la station Betita et 17 dans la station Negrine.

- *Androctonus aeneas*

Scorpion de taille moyenne (70.1 mm), sa coloration générale principalement brun foncé à noirâtre (**Figure 13**). Ses peignes ont 27-32 dents chez les mâles et de 21-27 chez les femelles (**Lourenço et al., 2015**).

Cette espèce a été trouvée dans 2 stations qui sont El-Botna et Negrine mais elle n'a pas été trouvée dans la station de Betita. C'est une espèce rare avec un faible nombre d'individus (7 individus).

- *Buthus tunetanus*

Scorpion de taille moyenne et de couleur jaune paille avec un abdomen plus foncé mais sans bandes latérales bien marquées (**Figure 13**). Ses doigts fixes et mobiles ont 10-11 séries

obliques de granules, les peignes sont avec 24-29 dents chez les femelles et 29-35 chez les males (**Fet et Soleglad, 2006**)

Avec 68 individus, *Buthus tunetanus* figure parmi les espèces les plus fréquentes qu'on a trouvées pendant notre étude.

- *Buthus aures*

Cette espèce récente qui appartient à la famille des Buthidae, a été identifiée en Algérie par Lourenço et Saadine en 2016 dans la région de Batna. C'est un scorpion principalement de couleur jaune à orange-jaunâtre, qui peut atteindre une longueur totale de 61 mm pour les mâles (**Figure 13**).

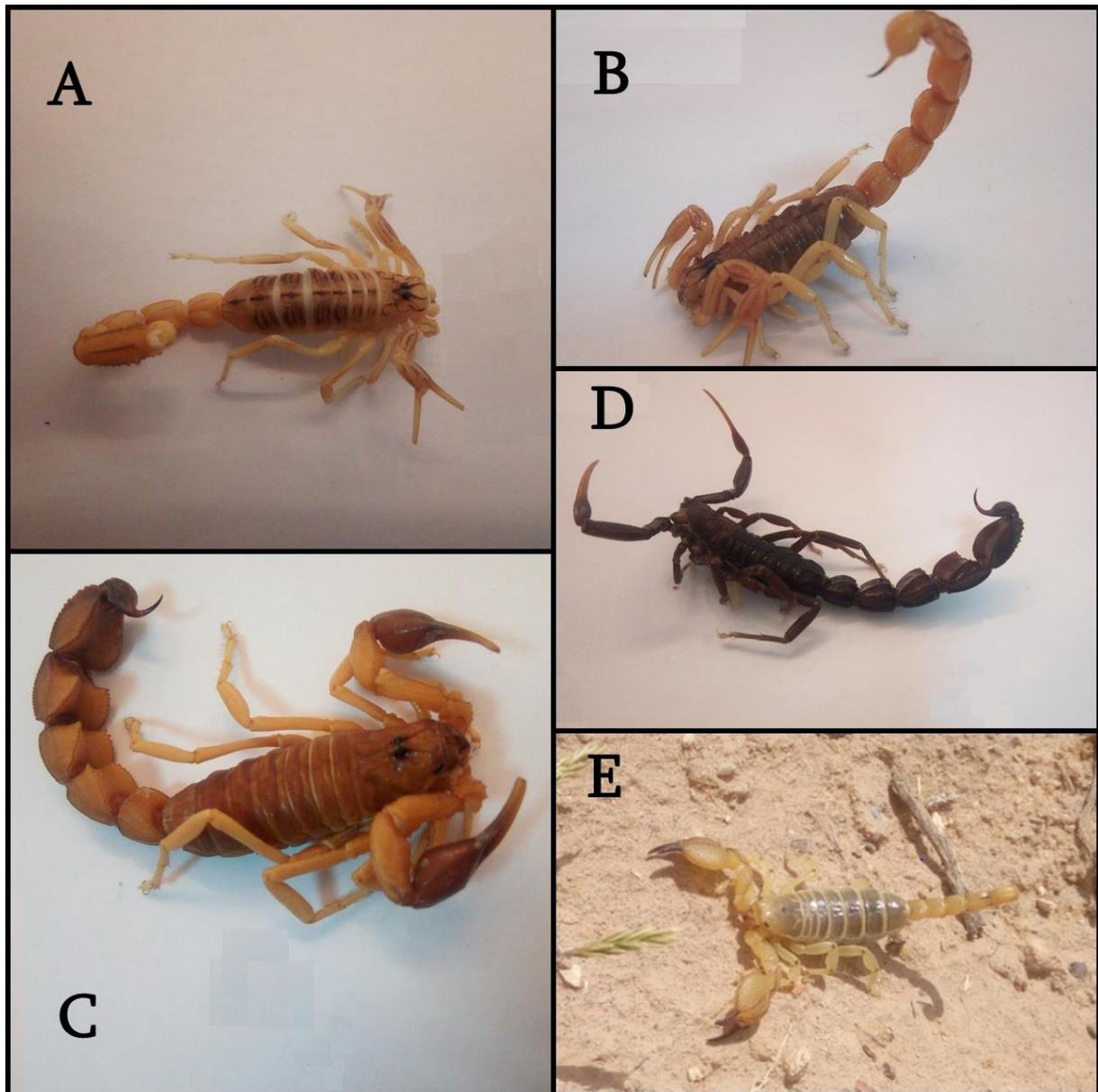
Cette espèce a des doigts fixes et mobiles avec 11-12 séries obliques et des peignes de 30 à 31 dents chez les males. (**Lourenço et Sadine 2016**).

Parmi les 54 individus de *Buthus aures* qui ont été capturés, 48 individus appartiennent à la station El Botna. Les autres stations ont affichées une faible fréquence avec 4 individus pour la station Betita et seulement 2 individus pour la station Negrine.

- *Scorpio punicus*

Scorpion brun clair à brun rougeâtre. Il a de forts pédipalpes et un céphalothorax avec un front bilobé (**Figure 13**).

Scorpio punicus était l'espèce la plus fréquente dans notre étude, avec un taux de 36% des individus capturés. Cette espèce était présente le plus dans la station de Betita avec 93 individus



A : *Buthus aures* **B** : *Buthus tunetanus* **C** : *Androctonus australis*

D : *Androctonus aeneus* **E** : *Scorpio punicus*

Figure 13. Espèces rencontrées dans les stations d'étude (**Photo personnelle, 2018**)

1.5 Indices écologiques

1.5.1 Richesse spécifique

Notre étude spatiotemporelle dans le sud de la région de Tébessa nous a permis d'identifier un total de cinq (05) espèces (**Tableau 2**).

Tableau 2. Richesse spécifique saisonnière et totale dans les différentes stations

Station	El Botna				Betita				Negrine			
	été	Aut	Hiv	Pri	été	Aut	Hiv	Pri	été	Aut	Hiv	Pri
<i>B.aures</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-
<i>B.tunetanus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>S.punicus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>A. australis</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A.aeneas</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Richesse saisonnière	5	5	3	4	3	4	4	4	3	5	2	3
Richesse totale	5				4				5			

D'après ce tableau on constate que la richesse spécifique varie entre les stations et les saisons.

En été, la richesse spécifique varie entre les trois stations, le nombre d'espèces dans la station d'El-Botna est égale à 5 tandis que dans les stations Betita et Negrine il est égal à 3.

En automne, les stations El-Botna et Negrine ont chacune 5 espèces alors que la station de Betita a seulement 4 espèces.

Le nombre d'espèces dans les trois stations en hiver est comme suit : 4 espèces dans la station Betita, 3 espèces dans la station El-Botna et 2 espèces dans la station Negrine.

Au printemps, la richesse spécifique dans les stations El-Botna et Betita est égale à 4 alors que dans la station Negrine elle est seulement de 3.

Pour la richesse totale, les stations El-Botna et Negrine abritent 5 espèces chacune, tandis que la station Betita abrite seulement 4 espèces.

L'analyse de la variance pour le paramètre Richesse Spécifique a fait ressortir qu'il n'existe aucune différence significative et ceci que ce soit, entre les stations, entre les saisons, ou l'interaction station et saison.

Tableau 3. Test ANOVA pour la variable Richesse spécifique (RS)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Station	2	3,87	1,94	2,41	0,104
Saison	3	4,64	1,55	1,93	0,143
Station*Saison	6	7,55	1,26	1,57	0,186
Erreur	36	28,93			
Total	47	45,00			

Le test de Tukey a permis de déterminer les groupes homogènes mentionnés dans la **figure 14**

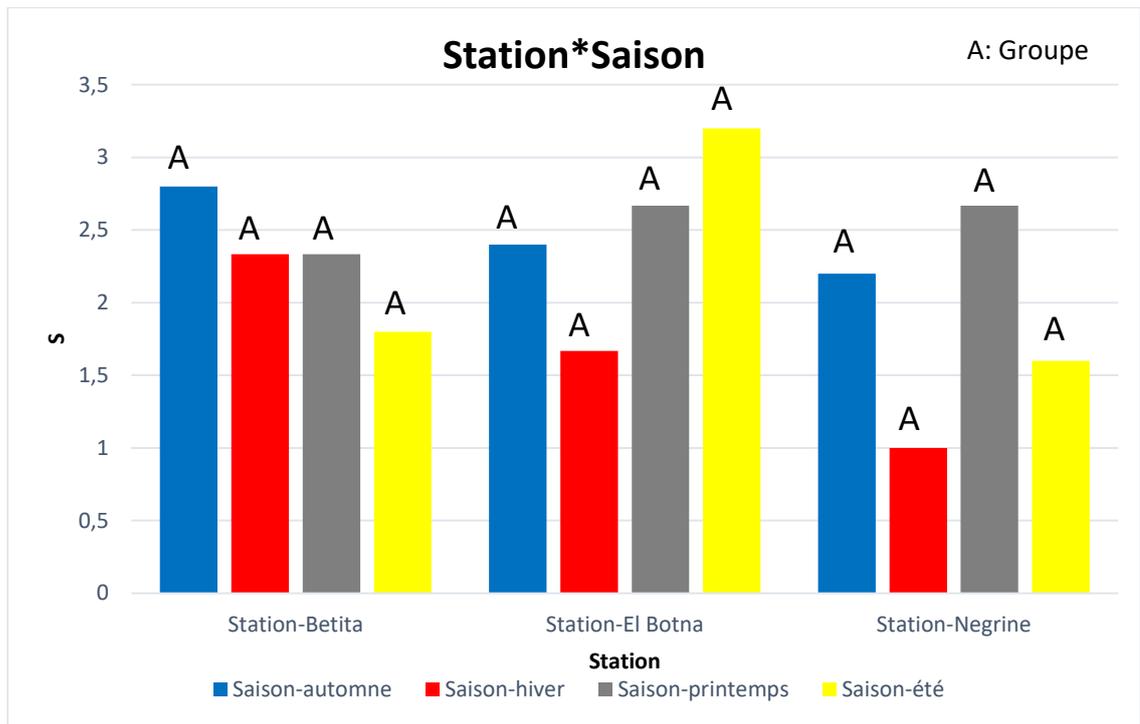


Figure 14. Richesse spécifique et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison

1.4.4 Abondance relative

Les valeurs de l'abondance relative des 05 espèces sont mentionnées dans le **tableau 4**.

Le **tableau 4** montre que l'abondance relative spatio-temporelle des espèces de scorpions recensées est très variable.

Dans la station El-Botna, *Buthus aures* est l'espèce la plus dominante pendant les saisons d'été et d'automne tandis que dans la saison d'hiver les espèces les plus dominantes sont *Buthus aures* et *Buthus tunetanus*. Cette dernière est l'espèce abondante au printemps.

Dans la station Betita, nous avons trouvé que *Scorpio punicus* est l'espèce la plus répandue quelle que soit la saison.

A Negrine, *Androctonus australis* s'est avérée comme l'espèce dominante pendant l'été. En automne, *Buthus tunetanus* représente le taux le plus important. Cependant, *Scorpio punicus* est l'espèce la plus abondante pendant l'hiver et le printemps.

Le total d'abondance pour les différentes espèces montre que l'espèce la plus abondante est *Scorpio punicus* (36%) suivie par *Buthus tunetanus* (26%). L'espèce *Androctonus aeneas* représente le plus faible taux avec seulement 3% (**Figure 15**).

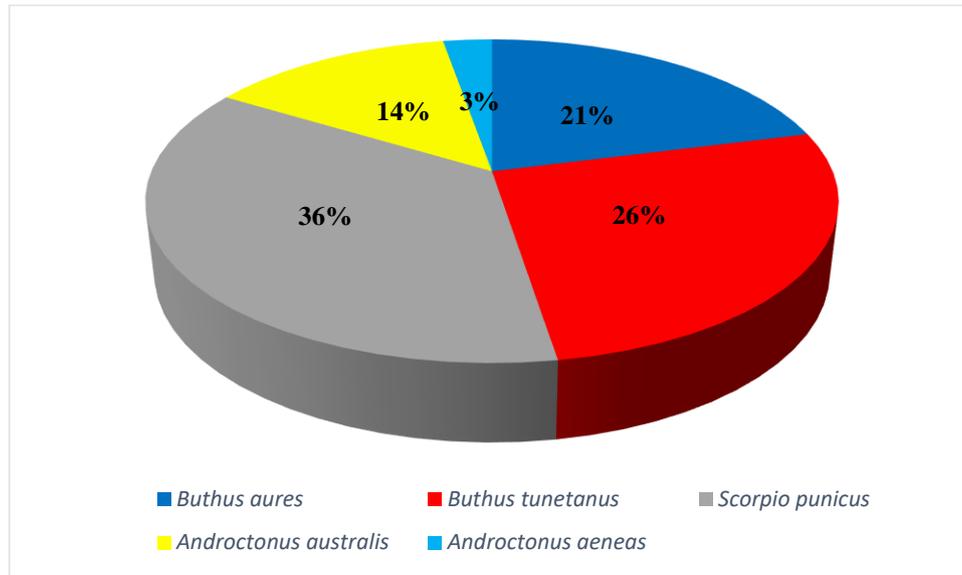


Figure 15. Abondance relative des espèces de scorpions recensées dans les 3 stations

Tableau 4. Abondance relative saisonnière et par station

(Abondance relative = A.rel)

Station	El Botna		El Botna		El Botna		El Botna		Betita		Betita		Betita		Betita		Negrine		Negrine		Negrine		Negrine	
	Eté		Aut		Hiv		Pri		Eté		Aut		Hiv		Pri		Eté		Aut		Hiv		Pri	
	ni	A.rel	ni	A.rel	ni	A.rel	Ni	A.rel	Ni	A.rel	Ni	A.rel	ni	A.rel	Ni	A.rel	Ni	A.rel	ni	A.rel	ni	A.rel	ni	A.rel
<i>Buthus aures</i>	14	0,52	13	0,50	3	0,38	18	0,38	0	0,00	2	0,08	1	0,06	1	0,03	0	0,00	2	0,14	0	0,00	0	0,00
<i>Buthus tunetanus</i>	6	0,22	9	0,35	3	0,38	25	0,52	4	0,17	6	0,25	2	0,12	1	0,03	4	0,33	6	0,43	0	0,00	2	0,13
<i>Scorpio punicus</i>	1	0,04	2	0,08	2	0,25	4	0,08	15	0,65	14	0,58	12	0,71	32	0,82	0	0,00	1	0,07	2	0,67	8	0,50
<i>Androctonus australis</i>	3	0,11	1	0,04	0	0,00	1	0,02	4	0,17	2	0,08	2	0,12	5	0,13	6	0,50	4	0,29	1	0,33	6	0,38
<i>Androctonus aeneas</i>	3	0,11	1	0,04	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,17	1	0,07	0	0,00	0	0,00
<i>Total</i>	27	1,00	26	1,00	8	1,00	48	1,00	23	1,00	24	1,00	17	1,00	39	1,00	1	1,00	14	1,00	3	1,00	1	1,00

Le test ANOVA à trois facteurs (**Tableau 5**), montre que ces facteurs (les stations, les saisons et les espèces) ainsi que les interactions entre eux ont un effet très hautement significatif sur la variation du nombre d'individus de scorpions exceptée pour l'interaction station*saison qui a un effet significatif sur la variation du nombre d'individus de scorpions.

Tableau 5. ANOVA représentant l'effet des trois variables saison, station et espèce sur le nombre d'individus de scorpions

Source	DDL	SCE	CM	F	P
Station	2	31,2	15,6	11,69	< 0.0001
Saison	3	83,8	27,9	20,93	< 0.0001
Espèce	4	88,6	22,2	16,59	< 0.0001
Station*Saison	6	19,9	3,3	2,49	0,0246
Station*Espèce	8	262,8	32,8	24,59	< 0.0001
Saison*Espèce	12	72,3	6,0	4,51	< 0.0001
Station*Saison*Espèce	24	156,7	6,5	4,89	< 0.0001
Erreur	180	240,4	1,3		
Total	239	955,8			

Le test post-hoc (ou test de comparaisons multiples) de Tukey, et ceci dans le but de déterminer les différences significatives entre les moyennes de groupes trouvées dans cette analyse de variance, a permis de déterminer les groupes mentionnées sur **la Figure 16**.

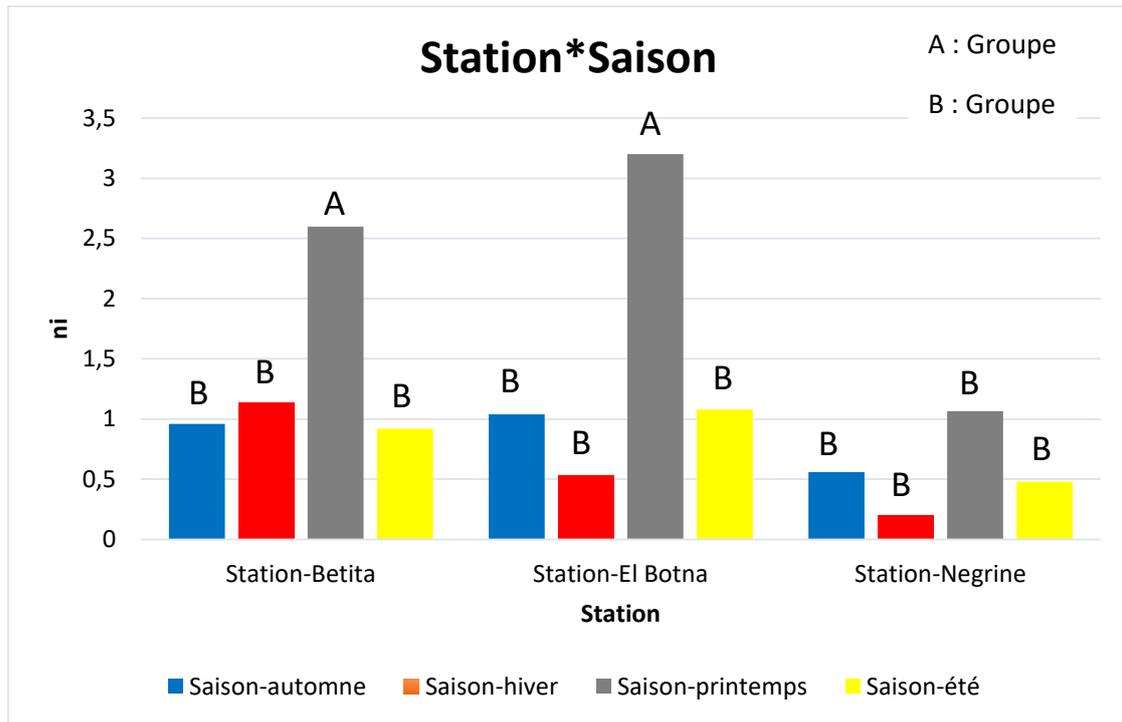


Figure 16. Abondance des individus et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison

1.4.5 Constance

Les valeurs de constance de chaque espèce pendant chaque saison et la constance totale sont représentées dans le **tableau 6**.

Tableau 6. Constance par saison et totale

Saison	Eté		Automne		Hiver		Printemps		Total	
Espèce	Constance		Constance		Constance		Constance		Constance	
<i>Buthus aures</i>	33.33%	accessoires	100%	constante	66.66%	constante	66.66%	constante	41,67%	accessoires
<i>Buthus tunetanus</i>	100%	Constante	100%	constante	66.66%	constante	100%	constante	64,58%	constante
<i>Scorpio punicus</i>	66.66%	Constante	100%	constante	100%	constante	100%	constante	56,25%	Constante
<i>Androctonus australis</i>	100%	Constante	100%	constante	66.66%	constante	100%	constante	47,92%	accessoires
<i>Androctonus aeneas</i>	66.66%	Constante	66.66%	constante	/	/	/	/	14,58%	accidentelles

D'après les données mentionnées dans le **tableau 6**, on observe que pendant l'été toutes les espèces recensées sont des espèces constantes à l'exception du *Buthus aures* qui est considérée comme espèce accessoire.

Pendant les saisons d'automne, d'hiver et de printemps toutes les espèces sont des espèces constantes sauf l'espèce *Androctonus aeneas* qui est absente pendant l'hiver et le printemps.

Pour la constance totale, il en ressort que *Buthus aures* et *Androctonus australis* sont des espèces accessoires, *Buthus tunetanus* et *Scorpio punicus* sont des espèces constantes, alors que l'*Androctonus aeneas* est considéré comme une espèce accidentelle.

1.5.4 Répartition

En ce qui concerne la répartition des différentes espèces par station, les résultats obtenus et mentionnés dans le **tableau 7** montrent que dans la station El Botna, *Buthus aures*, *Buthus tunetanus* et *Androctonus aeneas* sont répartis en agrégats, par contre les espèces de *Scorpio punicus* et *Androctonus australis* sont répartis régulièrement.

A Betita, *Buthus aures* et *Androctonus australis* sont réparties régulièrement, alors que *Buthus tunetanus* et *Scorpio punicus* sont réparties agrégativement.

A Negrine, les espèces *Buthus aures*, *Buthus tunetanus* et *Scorpio punicus* ont une répartition agrégative tandis que *Androctonus australis* et *Androctonus aeneas* sont réparties régulièrement.

Pour la répartition totale des espèces, toutes les espèces ont une répartition agrégative.

Tableau 7. Répartition par station et totale pour les différentes espèces

(IR : indice de répartition)

Station	El Botna		Betita		Negrine		Total	
	IR	Répartition	IR	Répartition	IR	Répartition	IR	Répartition
<i>Buthus aures</i>	2,54	En Agrégats	0,5	Régulière	1,5	En Agrégats	25,03	En Agrégats
<i>Buthus tunetanus</i>	6,71	En Agrégats	1,13	En Agrégats	1,66	En Agrégats	9,12	En Agrégats
<i>Scorpio punicus</i>	0,52	Régulière	3,51	En Agrégats	3,52	En Agrégats	28,47	En Agrégats
<i>Androctonus australis</i>	0,95	Régulière	0,51	Régulière	0,98	Régulière	2,13	En Agrégats
<i>Androctonus aeneas</i>	1,5	En Agrégats	/	/	0,91	Régulière	1,23	En Agrégats

1.5.5 Indice de diversité de Shannon Weaver H' , H'_{Max} et équitabilité (E)

1.5.5.1 Indice de diversité de Shannon

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon Weaver (**Figure 17**) varient entre 1.44 pendant le printemps et 1.85 en été dans la station d'El-Botna. Cet indice varie entre 0.89 en printemps et 1.55 en automne dans la station de Betita et entre 0.92 en hiver et 1.99 en automne dans la station de Negrine.

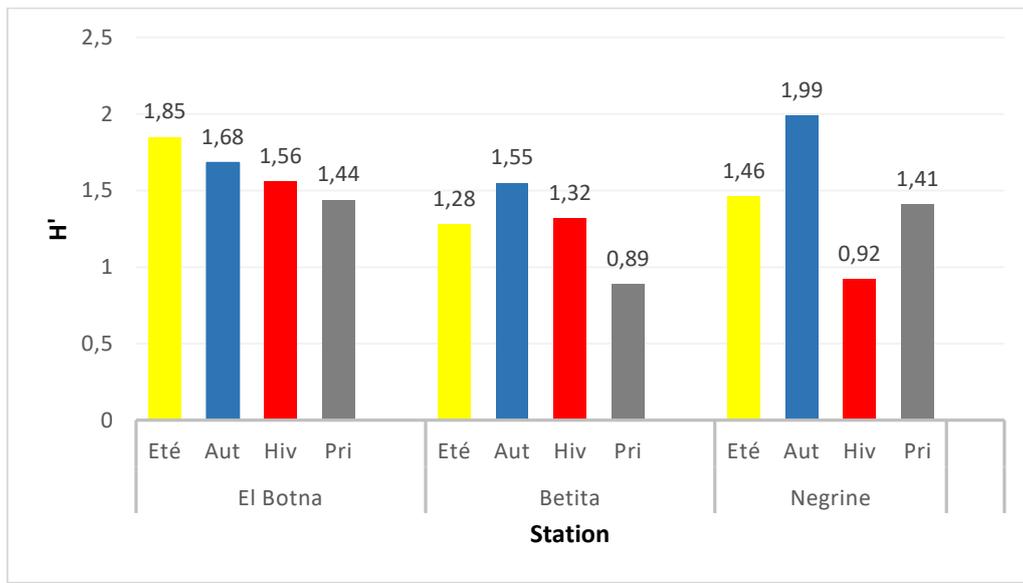


Figure 17. Indice de diversité de Shannon Weaver H' dans les différentes stations

Pour l'indice de diversité de Shannon (H'), l'analyse de la variance (**Tableau 8**) a fait ressortir qu'il n'existe aucune différence significative, et ceci entre les stations, les saisons et l'interaction station*saison.

Tableau 8. Test ANOVA pour la variable de l'indice de diversité de Shannon (H')

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Station	2	0,99	0,50	1,65	0,21
Saison	3	2,16	0,72	2,39	0,08
Station*Saison	6	3,16	0,53	1,75	0,14
Erreur	36	10,81	0,30		
Total corrigé	47	17,12			

Le test de Tukey a permis de déterminer les groupes homogènes mentionnés sur **la figure 18.**

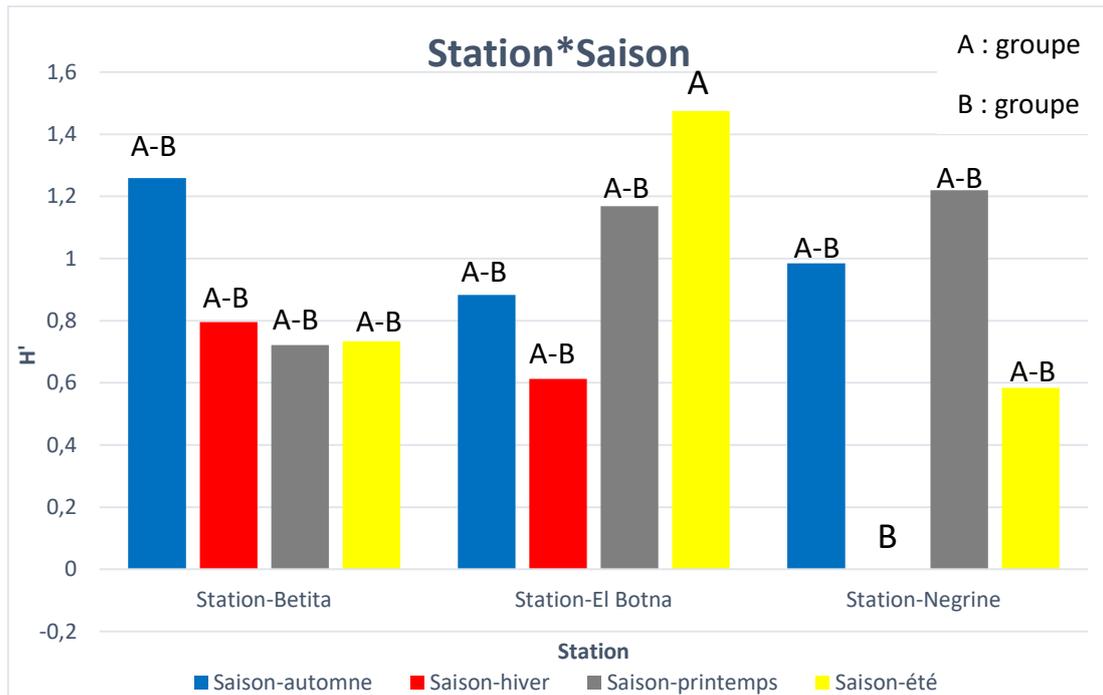


Figure 18. Indice de Diversité de Shannon Weaver (H') et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison

1.5.5.2 Indice de diversité maximale (H'_{Max})

Les calculs de l'indice de diversité maximale (H'_{Max}) (**Figure 19**) indiquent que dans la station d'El-Botna, les valeurs de cet indice sont égales à 2.32 pendant l'été et l'automne, 1.58 en hiver et 2.00 en printemps.

Dans la station de Betita les valeurs pour les saisons d'automne, hiver et printemps sont égales à 2 et 1.58 en été.

Pour la station de Negrine, les valeurs de cet indice sont égales à 1.58 pour l'été et le printemps, 1 pour l'hiver et 2.32 pour l'automne.

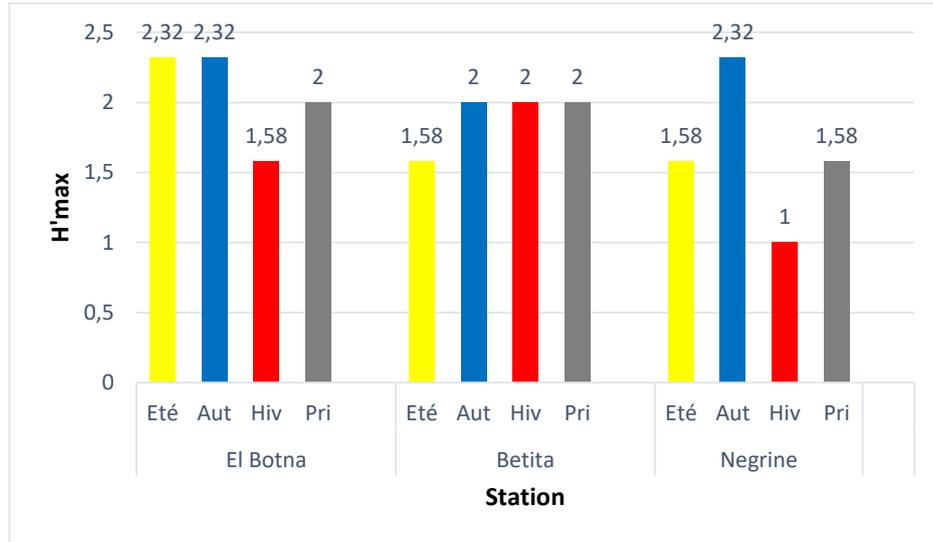


Figure 19. Indice de diversité maximale (H'_{max}) dans les différentes stations

Le test ANOVA pour le paramètre diversité maximale (H'_{max}) montre qu'il n'existe pas une différence significative entre les stations, entre les saisons et entre les interactions station*saison.

Tableau 9. Test ANOVA pour la variable de l'indice de diversité maximale (H'_{max})

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Station	2	1,67	0,84	2,18	0,13
Saison	3	2,71	0,90	2,35	0,09
Station*Saison	6	3,91	0,65	1,70	0,15
Erreur	36	13,80	0,38		
Total corrigé	47	22,08			

Le test de post hoc a permis de déterminer les groupes homogènes mentionnés sur la **figure 20**.

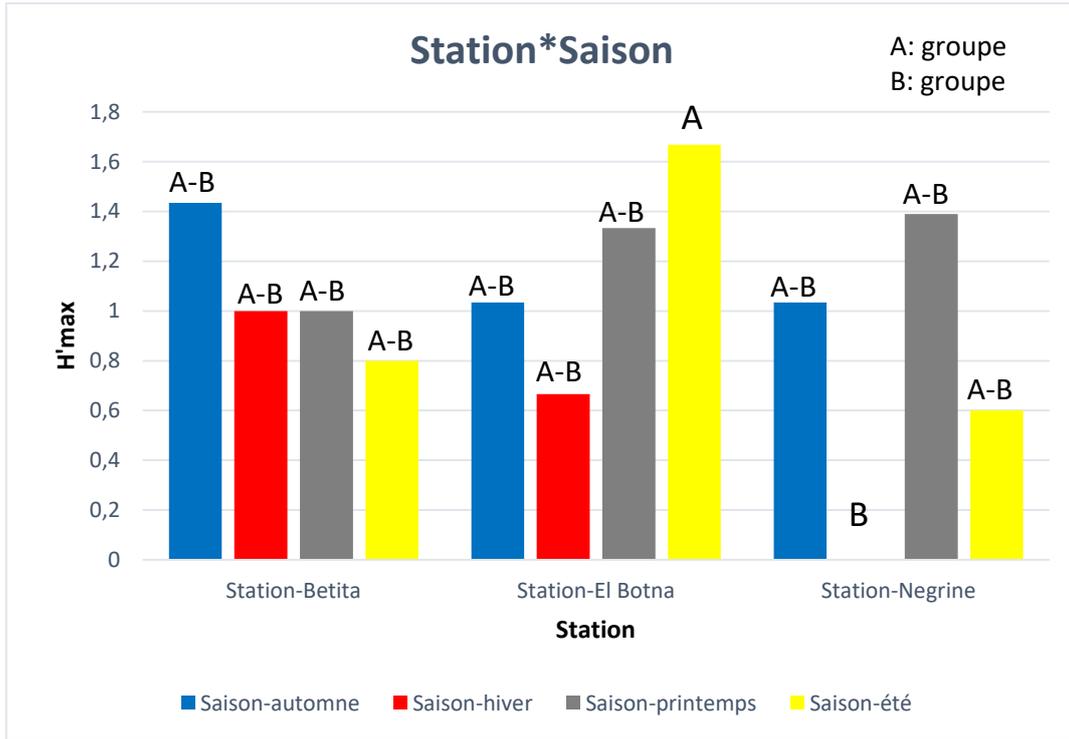


Figure 20. Indice de Diversité maximale (H'max) et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison

1.5.5.3 Indice d'équitabilité (E)

Le calcul de l'indice d'équitabilité (**Figure 21**) montre un équilibre pendant toute les saisons dans les 3 stations, excepté la station de Betita au printemps qui est marquée par un déséquilibre).

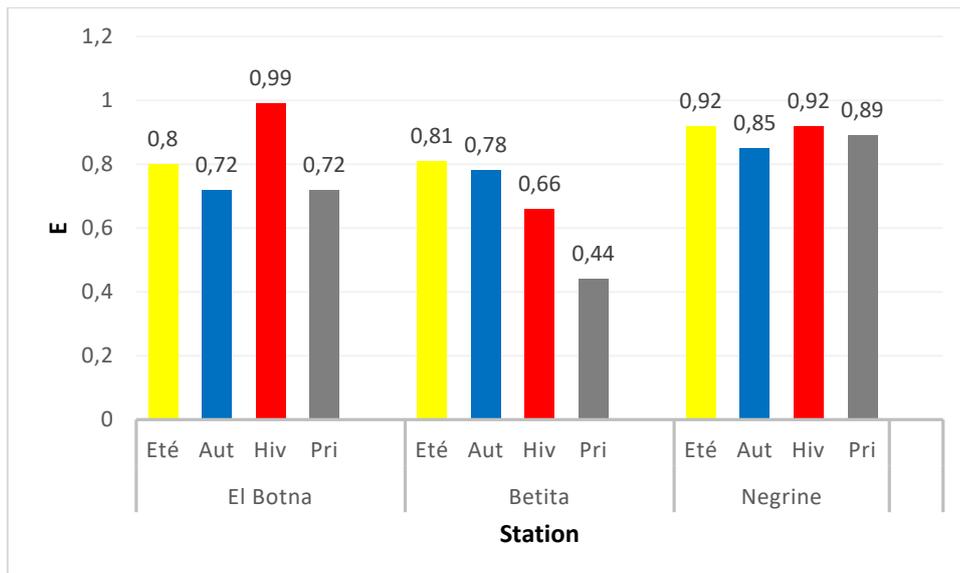


Figure 21. Indice d'équitabilité (E) dans les différentes stations

L'analyse de la variance pour l'indice Equitabilité (E) a fait ressortir qu'il n'existe pas une différence significative entre les stations, les saisons et entre les interactions station*saison.

Tableau 10. Test ANOVA pour la variable Equitabilité (E)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Station	2	0,16	0,08	0,59	0,56
Saison	3	0,99	0,33	2,43	0,08
Station*Saison	6	1,34	0,22	1,66	0,16
Erreur	36	4,86	0,13		
Total corrigé	47	7,34			

Le test de Tukey a permis de déterminer les groupes homogènes mentionnés sur la **figure**

22

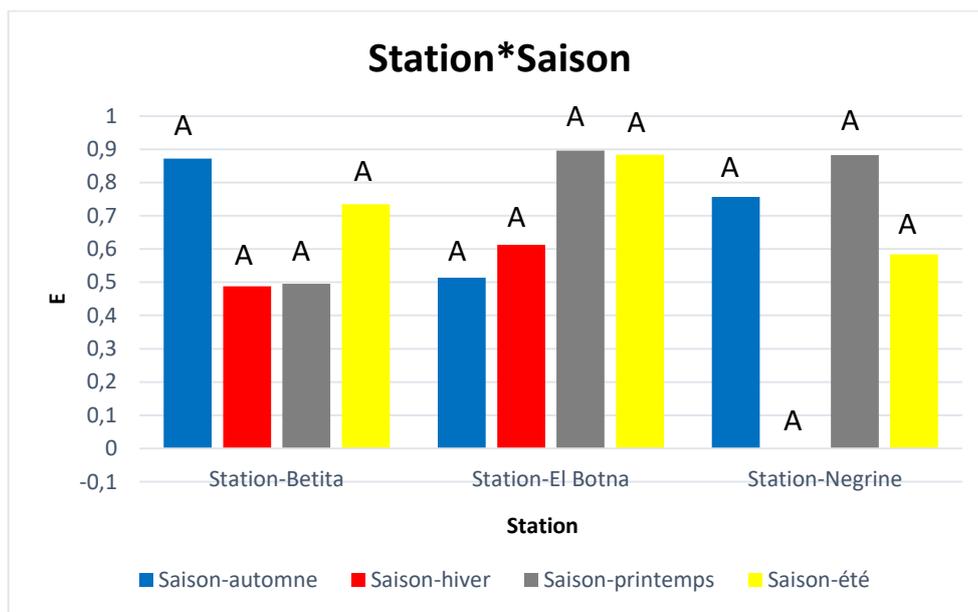


Figure 22. Equitabilité (E) et groupes révélés par le test de Tukey en fonction de l'interaction station*saison

1.5.6 Indices de similarité

1.5.6.1 Indice de similarité de Jaccard

Les résultats de l'indice de Jaccard sont représentés dans le **tableau 11**

Tableau 11. Indice de Jaccard

	El Botna	Betita	Negrine
El Botna	0	0,80	1,00
Betita	0,80	0	0,80
Negrine	1,00	0,80	0

Le calcul de l'indice de similarité de Jaccard entre les différentes stations montre que la plus grande similarité existe entre les stations El-Botna et Negrine avec $J=1.00$ puis entre les stations El-Botna et Betita et entre Betita et Negrine est $J=0.80$.

1.5.6.2 Indice de dissimilarité de Bray-Curtis

La classification ascendante hiérarchique (CAH) (**figure 23**) pour les différentes stations montre qu'il y a deux classes et trois groupes où chaque station représente un groupe à part.

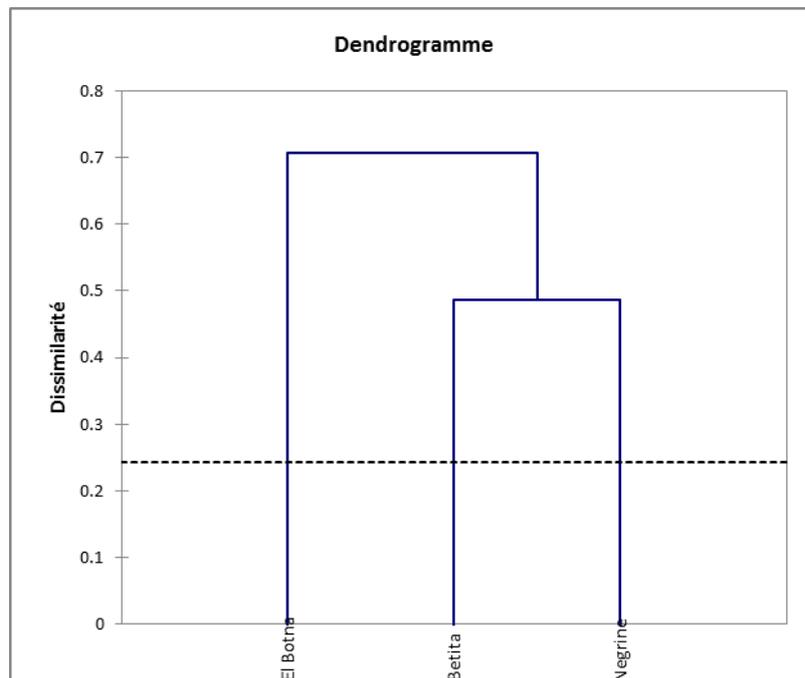


Figure 23. Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante (CAH) appliquée sur les stations d'étude

1.6 Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) appliquée à la répartition des espèces recensées suivant les trois stations (**Figure 24**).

Le graphique symétrique de l'AFC est représenté sur un plan factorielle avec 100% d'inertie (axe F1=77.62%, axe F2=22.38%) ce qui témoigne d'une bonne qualité d'analyse. Il sépare la station d'El-Botna dans le côté positif de l'axe F1 et le côté positif de l'axe F2, et caractérise cette station par l'espèce *Buthus aures*. L'espèce *Scorpio punicus* caractérise la station de Betita qui se trouve dans le côté négatif de l'axe F2 et le côté positif de l'axe F1. La station de Negrine se trouve dans le côté négatif de l'axe F1 et le cote négatif de l'axe F2 ; elle est caractérisée par l'espèce d'*Androctonus australis*.

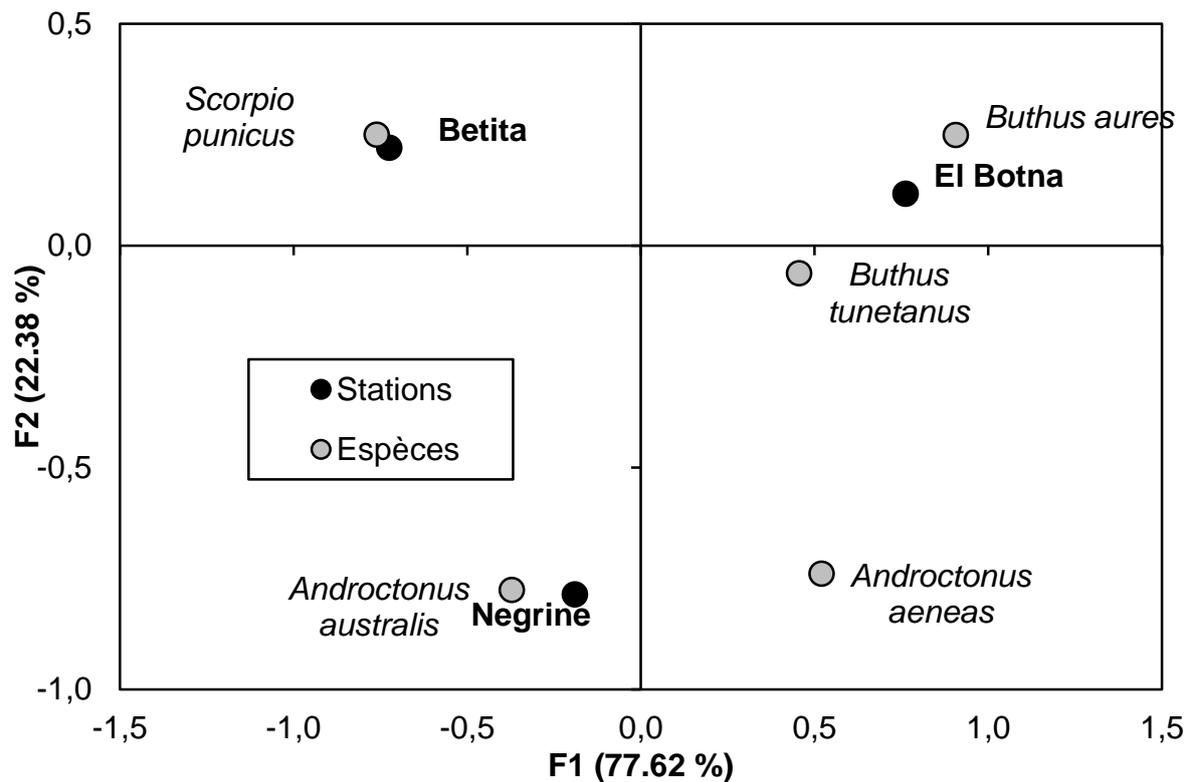


Figure 24. Analyse factorielle des correspondances selon les stations

1. Discussions

La qualité d'échantillonnage de cette étude indique une bonne différenciation spatiotemporelle.

Du point de vue systématique, on a pu identifier au cours de ce travail cinq (05) espèces appartenant à deux (02) familles. Les espèces : *Buthus aures*, *Buthus tunetanus*, *Androctonus australis*, et *Androctonus aeneas* appartiennent à la famille des Buthidae ; alors que l'espèce *Scorpio punicus* appartient à la famille des Scorpionidae. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par **Meddour et al (2017)**, qui ont trouvé les mêmes espèces que les nôtres dans la région de Khenchela ayant presque les mêmes caractéristiques écologiques et géographiques que la région de Tébessa.

D'après nos résultats, l'espèce dominante est *Scorpio punicus* avec 36%, suivie par *Buthus tunetanus* avec 26%, ensuite *Buthus aures* (21%), puis *Androctonus australis* (14%). Cependant, *Androctonus aeneas* n'a affiché qu'un très faible taux de 3%. Ce résultat diffère, d'une part, de celui obtenu par **Meddour et al (2017)** et dans lequel ils ont trouvé que l'espèce la plus abondante était *Buthus tunetanus*. Mais ressemble d'autre part à cette même étude par le fait qu'*Androctonus aeneas* représentait aussi le plus faible taux de présence.

D'autres travaux réalisés sur la répartition en Algérie des scorpions, ont permis d'identifier *Buthus aures* dans la région de Batna (**Lourenço et Sadine, 2016**) et *Buthus tunetanus* dans la région de Khenchela (**Meddour et al., 2017**). De par le monde, *Buthus tunetanus* a été signalé par **Vachon (1952)** en Algérie et en Tunisie. L'espèce *Androctonus australis* est distribuée, selon **Mahnert et Lienhard (2005)** en Afrique de Nord (Algérie, Egypte, Libye, Soudan et Tunisie). **Vachon (1952)** quant à lui a signalé *Androctonus aeneas* en Algérie dans la bande horizontale centrale de Tébessa et Khenchela à l'est, jusqu'à Naama à l'ouest, mais aussi en d'autres pays comme en Egypte, Erythrée, et au Moyen orient.

Dans ce même travail, Vachon a aussi signalé la présence de *Scorpio punicus* en Algérie et en Tunisie. Toutes ces études confirment nos résultats concernant la présence de ces espèces dans notre région.

La répartition spatiale montre une bonne différenciation et une bonne variation des espèces d'une station à une autre. L'espèce *Buthus aures* a été trouvée en grand nombre dans la station d'El-Botna qui est caractérisée par une haute altitude. Ces résultats sont semblables à ceux élaborés

Par **Lourenço et Sadine (2016)** témoignant de la présence de *Buthus aures* dans les altitudes des Aures

L'espèce *Scorpio punicus* a été trouvée majoritairement dans la station de Betita, qui est située près d'une palmeraie. Cette information rappelle les travaux de **Sadine (2012)** qui a trouvé cette espèce en grand nombre dans une palmeraie.

L'espèce *Androctonus australis* a été trouvée en grand nombre dans la station de Negrine, qui est un milieu de vieux déchets de construction. Ceci concorde avec le travail de **Sadine (2012)** et dans lequel il explique que cette espèce est fréquente dans les milieux urbains.

La répartition temporelle des espèces montre que la saison du printemps est la saison favorable pour la collecte des scorpions. En effet, on a récoltés 103 individus pendant 09 sorties seulement. Ceci peut être expliqué par le fait que l'activité scorpionique commence pendant cette saison cette information est confirmé par **Polis (1990)** qui a trouvé que le développement maximal des scorpions est pendant le printemps, il a montré aussi que pendant cette saison la nourriture des scorpions est disponible fréquemment. Les résultats obtenus ont affiché 62 individus collectés en été et 64 individus en automne. Ceci démontre que l'automne est considéré comme une saison propice pour l'accouplement des scorpions comme cela a été exposé par les travaux de **Sadine (2005)**. En hiver, le nombre d'individus récoltés est très faible (28 individus en 09 sorties), cela s'explique par le fait qu'en cette saison les scorpions rentrent en hibernation.

Selon un gradient d'étage bioclimatique, les résultats obtenus sur la répartition des espèces montrent qu'il y a un effet de ce gradient sur la distribution et la biodiversité scorpionique. Ceci concorde avec les travaux réalisés par **Vachon(1952)** qu'il a dit que la répartition des genres et des espèces des scorpions se diffère selon la latitude. En effet, le nombre d'individus de *Buthus aures* et *Buthus tunetanus* diminuent lorsqu'on passe du nord vers le sud. Alors que, le nombre d'individus d'*Androctonus australis* diminue quand on passe du sud vers le nord.

Conclusion

Cette étude a été menée sur la biodiversité scorpionique dans la région sud de Tébessa dans trois stations : El-Botna (Safsaf), Betita (Bir El-Ater), et Negrine durant les quatre saisons de l'année 2017/2018.

Au terme de ce travail nous avons récolté un total de 257 individus de scorpions répartis sur 5 espèces appartenant à deux familles : Les Buthidae et les Scorpionidae. La famille de Buthidae inclut *Buthus aures*, *Buthus tunetanus* qui font partie du genre *Buthus* et les espèces *Androctonus australis* et *Androctonus aeneas* qui font partie du genre *Androctonus*. La famille Scorpionidae contient une seule espèce : *Scorpio punicus* qui appartient au genre *Scorpio*.

Les résultats obtenus de ce travail montrent que l'espèce *Scorpio punicus* est la plus abondante avec un total de 36%, suivie par *Buthus tunetanus* avec 26% puis *Buthus aures* avec un pourcentage de 21%, ensuite *Androctonus australis* avec 14%, et enfin *Androctonus aeneas* qui représente la plus faible abondance avec seulement 03%.

Après le recensement des individus des scorpions collectés, il en ressort que plusieurs paramètres ont un impact sur la distribution de la faune scorpionique, parmi lesquels : l'étage bioclimatique qui diffère d'une station à l'autre, le couvert végétal par son type et sa densité, et le type de biotope de chaque station.

Nous avons constaté que la couverture végétale par son type et sa densité, joue un rôle important sur la distribution des espèces qu'abrite chaque station et sur leurs densités.

Par ailleurs, nous avons constaté que le gradient climatique influe sur la répartition et la biodiversité scorpionique. En effet, le nombre d'individus de *Buthus aures* et *Buthus tunetanus* diminue lorsqu'on passe du nord au sud. Par contre le nombre d'individus de l'espèce *Androctonus australis* diminue lorsqu'on passe du sud vers le nord.

L'impact du type de biotope apparaît aussi sur la biodiversité scorpionique. Ainsi les résultats obtenus montrent que certaines espèces préfèrent un type de biotope donné par rapport à un autre. En effet, l'espèce *Buthus aures* est l'espèce dominante de la station El-Botna caractérisée par une haute altitude, l'espèce *Scorpio punicus* représente l'espèce la plus abondante dans la station Betita qui est proche d'une palmeraie, et l'espèce *Androctonus australis* qui a une distribution importante dans la station Negrine dans laquelle se trouvent des vieux déchets de construction.

Les résultats de cette étude ne sont pas des résultats définitifs. Ils devraient être continués par des recherches ultérieures qui pourront permettre d'obtenir de nouveaux résultats concernant la biodiversité scorpionique dans la région de Tébessa, afin d'inventorier de nouvelles stations dans le but de rencontrer et d'identifier de nouvelles espèces.

References
Bibliographique

- Achoubi-Kadik, L. (2007).** La biodiversité en Algérie richesse et conservation. Malaga. 61p
- Attamo, H., Diawara, N. A., et Garba, A. (2002).** Epidémiologie des envenimations scorpioniques dans le service de pédiatrie du CHD d'Agadez (Niger) en 1999. *Bull Soc Pathol Exot*, 95(3), 209-11.
- Barbault, R. (1993).** Une approche écologique de la biodiversité. *Natures Sciences Sociétés*, 1(4), 322-329.
- Beaumont, A., et Cassier, P., (1983).** Biologie animale des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens Tome2. BORDAS. PARIS.526-527
- Berland, L. (1933).** Les arachnides.
- Blondel J., 1979 -** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- Chgoury, F., Oukkache, N., El Gnaoui, N., Benomar, H., Saïle, R., & Ghalim, N. (2011).** Étude toxico-cinétique et biologique du venin de scorpion *Androctonus mauretanicus* chez le lapin. *Editions de la SFET*, 151-154.
- Dajoz, R. (2008)** .La biodiversité : L'avenir de la planète et de l'homme. *Edition Ellipses Paris*
- Derrij, A. (2001).** La biodiversité en Algérie richesse et conservation
- Devaux, C., et Rochat, H. (2002).** Bases théoriques et expérimentales du traitement des envenimations scorpioniques. *Bull Soc Pathol Exot*, 95(3), 197-199.
- Dupré, G. (2012).** ANNOTATED BIBLIOGRAPHY on AFRICAN SCORPIONS from ANTIQUITY to... (Systematic, faunistic) 2 nd edition
- Fet, V., Soleglad.M.E. (2006).** Euscorpis
- Giltay, L. (1931).** *Scorpions et pédipalpes*. Musée royal d'histoire naturelle de Belgique.
- Gonzalez, D. (1979).** Scorpionisme en Espagne. *CR V2. Co*
- Goyffon, M et El-Ayeb, M. (2002).** Epidémiologie du scorpionisme. Infox n°15 Juin.p3.
- Goyffon, M. (2002).** Le scorpionisme en Afrique sub-saharienne. *Bull Soc Patho Exot*, 95(3), 191-3.
- Goyffon, M., et Guette, C. (2005).** Envenimations. *Bull Soc Pathol Exot*, 98(4), 293-295
- Hamouda, C., & Salah, N. B. (2010).**Envenimations scorpioniques en Tunisie.
- Laouar, S. (2010).**Etat de la diversité biologique en Algérie.

- Lévêque, C. (1994).** Le concept de biodiversité: de nouveaux regards sur la nature. *Natures Sciences Sociétés*, 2(3), 243-254.
- Lourenço, W. R., et Francke, O. F. (1985).** Révision des connaissances sur les scorpions cavernicoles (troglobies) (Arachnida, Scorpions). *Mémoires Biospéologiques*, 12, 3-7.
- Lourenço, W. R. (2000a).** A new species of *Buthacus* Birula from Morocco (Arachnida: Scorpiones: Buthidae). *Faunistische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde*, 5-9.
- Lourenço, W. R. (2000b).** Reproduction in scorpions, with special reference to Parthenogenesis. *European arachnology*, 2000, 71-85.
- Lourenço, W. R. (2005).** Nouvelles considérations taxonomiques sur les espèces du genre *Androctonus* Ehrenberg, 1828 et description de deux nouvelles espèces (Scorpiones, Buthidae). *Revue suisse de Zoologie*, 112(1), 145-171.
- Lourenço, R.W, Rossi, R et Sadine, S.E. (2015).** New data on the genus *Androctonus* Ehrenberg 1828, with description of a new species from Ethiopia. *Rivista Aracnologia Italiana*. 11-29
- Lourenço, W. R. (2015).** Scorpion Diversity and Distribution: Past and Present Patterns. In *Scorpion Venoms* (pp. 3-23). Springer Netherlands.
- Lourenço, W. R., & Sadine, S. E. (2016).** One more new species of *Buthus* Leach; 1815 from Algeria (Scorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 28, 13-17.
- Magurran, A.E. 2004.** Measuring biological diversity. Ed. Wiley-Blackwell.
- Meddour, A., Hasnaoui.CH et Lebbal.S. (2017).** Inventory of scorpions in three different biotopes in the region of Khenchela, northeast of Algeria. *Serket*. 159-166.
- Polis, G. A. (1990).** *The biology of scorpions*
- Sadine, S.E. (2005).** Contribution à l'étude bioécologique de quelques espèces du scorpion; *Androctonus australis*, *Androctonus amoreuxi*, *Buthacus arenicola*, *Buthus tunetanus* et *Orthochirus innesi* dans la wilaya de Ouargla, Mémoire Ingénieur d'Etat en Biologie, Université de Ouargla. *Algérie*. p100.
- Sadine, S. E., Alioua, Y., et Chenchouni, H. (2012).** First data on scorpion diversity and ecological distribution in the National Park of Belezma, Northeast Algeria. *Serket*, 13(13), 27-37.

Sadine, S.E., (2012). Contribution à l'étude de la faune scorpionique du Sahara Septentrional Est algérien. Mémoire de Magister. Université de Ouergla. Algérie. P84.

Sadine, S.E. (2018). La faune scorpionique du Sahara Septentrional algérien: Diversité et écologie. Thèse de Doctorat. Université de Ouergla. Algérie. P112.

Stockmann, R. (1990). Un organe provisoire des pédipalpes chez des embryons de scorpions: une tétine à deux niveaux de pression chez les scorpions vivipares. *CR, 12*, 334-39.

Stockmann, R. (2015). Introduction to scorpion biology and ecology. In *Scorpion Venoms* (pp. 25-59). Springer Netherlands.

Stockmann, R., et Ythier, E. (2010). *Scorpions of the World* (No. C/595.46 S8).

VACHON, M., (1952). Etude sur les scorpions. Institut Pasteur d'Algérie. Alger.479p

Site web

Site web 1: <http://flosmantis.e-monsite.com/medias/images/page-garde.jpg>.

Site web 2: https://c1.staticflickr.com/4/3941/15726803995_caf7a47130_b.jpg.

Site web 3: <http://www.animogen.com/2015/02/09/reproduction-comment-nourrir-les-jeunes-scorpions-pullus-et-en-prendre-soin>.

Annexes

Annexe 1. Test de Tukey post hock pour le variable ni.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
El		
Botna*printemps	3,20	A
Betita*printemps	2,60	A
Betita*hiver	1,13	B
El Botna*été	1,08	B
Negrine*printemps	1,07	B
El Botna*automne	1,04	B
Betita*automne	0,96	B
Betita*été	0,92	B
Negrine*automne	0,56	B
El Botna*hiver	0,53	B
Negrine*été	0,48	B
Negrine*hiver	0,20	B

Annexe 2. Test de tukey post hock pour le variable S.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
El Botna*été	3,20	A
Betita*automne	2,80	A
Negrine*printemps	2,67	A
El		
Botna*printemps	2,67	A
El Botna*automne	2,40	A
Betita*hiver	2,33	A
Betita*printemps	2,33	A
Negrine*automne	2,20	A
Betita*été	1,80	A
El Botna*hiver	1,67	A
Negrine*été	1,60	A
Negrine*hiver	1,00	A

Annexe 3. Test de tukey post hock pour le variable H'.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
El Botna*été	1,47	A	
Betita*automne	1,26	A	B
Negrine*printemps	1,22	A	B
El Botna*printemps	1,17	A	B
Negrine*automne	0,98	A	B
El Botna*automne	0,88	A	B
Betita*hiver	0,80	A	B
Betita*été	0,73	A	B
Betita*printemps	0,72	A	B
El Botna*hiver	0,61	A	B
Negrine*été	0,58	A	B
Negrine*hiver	0,00		B

Annexe 4. Test de tukey post hock pour le variable H'max.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
El Botna*été	1,67	A	
Betita*automne	1,43	A	B
Negrine*printemps	1,39	A	B
El Botna*printemps	1,33	A	B
El Botna*automne	1,03	A	B
Negrine*automne	1,03	A	B
Betita*hiver	1,00	A	B
Betita*printemps	1,00	A	B
Betita*été	0,80	A	B
El Botna*hiver	0,67	A	B
Negrine*été	0,60	A	B
Negrine*hiver	0,00		B

Annexe 5. Test de tukey post hock pour le variable E.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
El		
Botna*printemps	0,90	A
El Botna*été	0,88	A
Negrine*printemps	0,88	A
Betita*automne	0,87	A
Negrine*automne	0,76	A
Betita*été	0,73	A
El Botna*hiver	0,61	A
Negrine*été	0,58	A
El Botna*automne	0,51	A
Betita*printemps	0,50	A
Betita*hiver	0,49	A
Negrine*hiver	0,00	A