



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi- Tébessa- Faculté des
Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie



MEMOIRE DE MASTER

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

Filière : Sciences biologiques

Département : Biologie des Êtres Vivants

Option : Ecologie

Thème :

**Contribution à l'étude de l'abondance et de la diversité des
escargots terrestres dans la région de Tébessa
(Hamammet et Cheria)**

Présenté par :

Debailia Asma et SoualhiaAbir

Devant le jury :

Mme .L .BOUGUessa- Cheriak	M.C.A	Université de Tébessa	Présidente
Mr. M.N.MEK AHLIA	Professeur	Université de Tébessa	Examineur
Mr .E.M.LAHMAR	M.A.A	Université de Tébessa	Promoteur

Année universitaire : **2022/2023**

Résumé

Ce travail a été réalisé dans le but de fournir des informations sur la biodiversité de la faune des escargots dans deux stations à caractères bioclimatiques différents au niveau de la région de Tébessa (nord-est algérien). Les données de recherche ont été collectées durant la période de mars à avril 2023 par cueillette manuelle.

En utilisant des clés d'identification spéciales, les escargots ont été différenciés en familles, genres, et espèces. Pendant la durée de l'étude, un total de 1665 spécimens d'escargots ont été collectés appartenant à 04 familles et 09 espèces.

La famille *Helicidae* était la famille la plus diversifiée avec la présence de 06 espèces. Du point de vue abondance, la famille *Sphincterochinidae* était la famille dominante avec 667 individus récoltés appartenant tous à l'espèce *Sphincterochil acandidissima*.

La présente étude montre une grande fluctuation des espèces d'escargots présents avec le changement du gradient climatique. De plus, cette étude montre également la forte présence d'individus morts et un nombre réduit d'individus vivants, ce qui est dû à la période de sécheresse qu'a connu la région d'étude lors de la campagne d'échantillonnage, et témoigne que la présence d'espèces d'escargots dépend grandement des changements des conditions météorologiques.

Mots clés: biodiversité, escargots, gradient climatique, *Helicidae*, *Sphincterochila candidissima*, nord-est algérien.

Abstract

This work was carried out in order to provide information on the biodiversity of snail fauna in two stations with different bioclimatic characters at the level of the region of Tebessa (north-east Algeria). Research data was collected during the period March to April 2023 by manual collection.

Using special identification keys, snails were differentiated into families, genera, and species. Over the course of the study, a total of 1665 snail specimens were collected from 04 families and 09 species.

The Helicidae family was the most diverse family with the presence of 06 species. From an abundance point of view, the family Sphincterochinidae was the dominant family with 667 collected individuals all belonging to the species *Sphincterochila candidissima*. The present study shows a large fluctuation of snail species present with climate gradient change. In addition, this study also shows the high presence of dead individuals and a reduced number of living individuals, which is due to the dry period experienced by the study area during the sampling campaign, and shows that the presence of snail species is highly dependent on changing weather conditions.

Keywords: biodiversity, snails, climate gradient, Helicidae, *Sphincterochila candidissima*, northeast Algeria.

ملخص :

تم تنفيذ هذا العمل بهدف توفير معلومات عن التنوع البيولوجي للحيوانات الحلزونية في محطتين ذات خصائص بيولوجية مناخية مختلفة على مستوى منطقة تبسة (شمال شرق الجزائر).

تم جمع بيانات البحث خلال الفترة من مارس الى افريل 2023 عن طريق الجمع اليدوي باستخدام مفاتيح تعريف خاصة تم تمييز القواقع الى عائلات واجناس وانواع خلال فترة الدراسة تم جمع 1665 عينة من الحلزون تنتمي الى اربع عائلات و 9 انواع كانت عائلة helicidae هي الفصيلة الاكثر تنوعا مع وجود 6 انواع من وجهة نظراالوفرة كانت عائلة sphincterochinidae هي العائلة المهمة حيث تم جمع 667 فردا و جمعهم ينتمون الى sphincoterochila candidissima تظهر الدراسة الحالية تذبذبا كبيرا في انواع الحلزون مع تغير التدرج المناخي بالاضافة الى ذلك تظهر هذه الدراسة ايضا الى وجود عدد كبير من الافراد الميتة و انخفاض عدد الافراد الحية وذلك بسبب فترة الجفاف التي مرت بها منطقة الدراسة اثناء حملة اخذ العينات وتشهد على ان وجود انواع الحلزون يعتمد بشكل كبير على التغيرات في الظروف الجوية.

الكلمات المفتاحية : التنوع البيولوجي- القواقع – التدرج المناخي - helicidae

- sphincoterochila candidissima - شمال شرق الجزائر

Remercîment

Au début de ce mémoire, nous tenons à exprimer notre reconnaissance et notre gratitude à toutes les personnes qui à titres divers, nous ont aidé et soutenu au cours de ce travail.

Tout d'abord, qu'il nous soit permis d'exprimer notre profonde gratitude envers Docteur Bouguessa L., notre chère enseignante, qui a eu l'amabilité d'accepter la présidence de ce jury. Nous sommes très honoré de sa présence.

Nous ne saurions trop remercier Monsieur Lahmar E. qui nous a confié ce sujet d'étude. Il a guidé nos premiers pas et nous a initié aux techniques essentielles à un tel travail. Nous somme très heureuses de lui exprimer nos multiples remerciements pour l'intérêt régulier qu'il a porté à l'avancement de notre mémoire et dont les conseils nous ont été précieux.

Nous somme particulièrement sensible à l'honneur que nous fait Monsieur le Professeur Mekahlia M. en acceptant de critiquer et de juger ce mémoire. Nous voudrions le remercier également de l'aide scientifique qu'il nous a accordée durant toute la période de notre travail. La confiance qu'il nous a toujours accordée et sa disponibilité nous ont aidé à surmonté les difficultés rencontrés dans ce travail. Nous tenons à lui témoigner ici notre estime et notre attachement.

Enfin, nos sincères remerciements vont tout naturellement à tous nos enseignants et en particulier à ceux qui nous ont formés en écologie.

Liste des Figures

Fig.1: Vue générale sur l'escargot (photo personnelle, 2023)	05
Fig.2: Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargot (Quibik, 2007)	06
Fig.3: Epiphragme obstruant l'ouverture de la coquille (Photo personnelle)	10
Fig.4: Localisation géographique et carte des types de bioclimats de la zone d'étude (Site1: Hammamet, Site 2: Cheria)	14
Fig.5: Stations d'étude ; A : Youkous. B : BirTouil (photos personnelles)	15
Fig.A: Nombre d'individus d'escargots dans les deux stations	21
Fig.B: Nombre d'individus d'escargots selon leur état biologique.	22
Fig.C : Espèces rencontrées dans les stations d'étude (Photos personnelles)	24
Fig.D: Variation de la richesse spécifique des escargots récoltés selon leur état biologique	25
Fig.E : Variation de l'indice de diversité de Shannon Weaver (H')	26
Fig.F : Variation de la diversité maximale (H''_{max})	30
Fig.G : Variation spatiotemporelle de l'indice d'équitabilité (E)	31
Fig.H : Unités taxonomiques communes entre les deux stations (A : Familles ; B : Espèces)	32

Liste des tableaux

Tableau.1. Quotients pluviothermique d'Emberger (étages bioclimatiques) de la zone d'étude, calculés par extrapolation par rapport à la station météorologique de Tébessa (1972-2019).	13
TAB.2 :Analyse de la variance du nombre d'individus d'escargots selon les stations et l'état biologique	23
TAB.3 :Liste des espèces inventoriées dans les deux stations	23
TAB.4 :Analyse de la variance du nombre d'individus d'escargots selon la variation des espèces	25
TAB.5 :Test ANOVA pour la variable S	27
TAB.6 :Abondance absolue (AA) et abondance relative (AR) des espèces rencontrées	27
TAB.7 :Indice et type de répartition pour les différentes espèces	28
TAB.8 :Constance des espèces dans les différentes stations	29
TAB.9 :Test ANOVA pour la variable H'	30
TAB.10 :Test ANOVA pour la variable H'max	32
TAB.11 :Test ANOVA pour la variable E	33
TAB.12 : Indices de similarité selon les saisons	33

Table des Matières

Introduction	01
I. Bibliographie	04
1- Généralités	04
2- Classification	04
3- Morphologie	04
3-1- Tête	05
3-2- Pied	05
3-3- Masse viscérale	05
3-4- Coquille	06
4- Anatomie	07
5- Reproduction	08
6- Respiration	08
7- Alimentation	09
8- Ecologie	09
8-1- Hibernation	09
8-2- Estivation	09
9- Importance	10
9-1- Consommation	10
9-2- Médicament	10
9-3- Bio indicateur et décomposeur	11
9-4- Cosmétique	11
II. Matériel et Méthodes	12
1- Présentation de la zone et des stations d'étude	12
1-1- Présentation de la zone d'étude	13
1-2- Localisation de la zone et des stations d'étude	13
2- Techniques d'échantillonnage	15
3- Période d'étude, collecte des échantillons, et matériel utilisé	16
3-1- Période d'étude	16
3-2- Collecte des échantillons	16
3-3- Matériel utilisé	16
3-3-1 Matériel de capture	16
3-3-2 Outils d'observations et de mensurations	16
4- Paramètres étudiés	17
4-1- Richesse spécifique	17
4-2- Abondance relative	17
4-3- Répartition	17
4-4- Constance	17

4-5- Indice de diversité de Shannon-Weaver (H'')	18
4-6- Équitabilité	18
4-7- Indices de dissimilarité	18
5- Clefs d'identification	19
6- Analyse statistique	19
III. Résultats et Discussion	21
1- Résultats	21
1. Nombre d'individus	21
1.1. Nombre individus selon les stations	21
1.2. Nombre d'individus selon leur état biologique	22
2. Identification et variation des espèces d'escargots collectés	23
2.1. Identification des espèces inventoriées	23
2.2. Variation du nombre d'individus des différentes espèces selon leur état biologique	25
3. Indices écologiques	26
3.1. Richesse spécifique	26
3.2. Abondance relative	27
3.3. Répartition	28
3.4. Constance	28
3.5. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H''), H'_{Max} et équitabilité (E)	29
3.5.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H'')	29
3.5.2. Indice de diversité maximale (H''_{max})	31
2.5.3. Équitabilité	32
3.6. Indices de similarité	33
3.7. Indices de similarité	33
2- Discussion	35
Conclusion	38

CHAPITRE 1
INTRODUCTION

INTRODUCTION

La biodiversité est l'une des plus grandes richesses de la planète. Cette notion englobe toutes les espèces vivantes sur terre, leur relation entre elles, ainsi que les différents gènes, écosystèmes et espèces (Willson, 1992) cité par (Dajoz, 2008). Le concept de la biodiversité va plus loin que la simple description de la diversité du vivant (Armsworth *et al.*, 2004). En effet, la biodiversité est une affaire d'interactions, non seulement au sein de chaque niveau fonctionnel mais aussi entre les échelles fonctionnelles et avec les sociétés humaines (Levrei, 2007). Ainsi, le rôle de la diversité biologique dans un écosystème s'apprécie à plusieurs niveaux d'intégration (Saussol et Pineau, 2007).

L'embranchement des mollusques est le plus riche en nombre d'espèces après celui des Arthropodes (Zhang, 2013). Le nombre d'espèces fossiles de mollusques est inconnu avec précision il est estimé entre 60 000 et plus de 100 000 espèces (Mollusca Base, 2021). Les mollusques non-marins appartiennent à la classe des Gastéropodes. Cette dernière forme la classe la plus importante en nombre d'espèces au sein des mollusques, avec environ 35 000 espèces existantes (Solem, 1984 ; Van Bruggen, 1995).

Malgré leur grande biodiversité, leurs valeurs évolutives, géologiques, écologiques et économiques, les gastéropodes terrestres sont assez mal connus, tant d'un point de vue de la biologie que de la répartition des espèces et la plupart des données est issue d'études anciennes (Karas, 2009).

L'Algérie, étant le plus grand pays d'Afrique, et avec sa localisation à la rive sud du bassin méditerranéen, et en dépit de sa richesse faunistique et floristique, les recherches sur les escargots restent malheureusement, rare seulement très peu de recherches ont traité la biodiversité des gastéropodes (Damerdji, 2008 ; Medjdoub-Bensaad, 2016 ; Bouaziz-Yahiaten, 2017).

De même pour la région de Tébessa, où quelques travaux seulement ont été réalisés sur les escargots (Lalmi et Lazreg, 2016 ; Louali, 2021 ; Bounezra, 2020 ; Bougeutof et Djaballah, 2017).

Ainsi, dans le même concept et dans le cadre de cette étude, nous ciblons la biodiversité des escargots rencontrés au niveau des régions de Hammamet et de Chéria, dans la wilaya de Tébessa.

Notre travail est subdivisé en trois parties :

La première partie présente le cadre général de l'étude par des rappels bibliographiques sur les escargots.

La deuxième partie expose le matériel et les méthodes utilisées pour la collecte et l'identification des différentes espèces d'escargots terrestres rencontrés.

La troisième partie présente et discute les résultats du travail entrepris, et dresse une conclusion générale et quelques perspectives.

Bibliographie

1. Généralités

Les mollusques sont des métazoaires triploblastiques à symétrie bilatérales, leur corps mou non segmenté comprend trois parties ; une tête bien distincte, un pied aplati et une masse viscérale (Maissiat *et al.*, 2011). Les gastéropodes représentent l'ordre le plus riche en espèce et les plus évolué des mollusques (Jodra, 2004). En effet, il existe 103 000 espèces de gastéropodes (Bain-Guichen 2010)

L'escargot est un mollusque gastéropode. Le terme « escargot » s'applique à la plupart des mollusques terrestres à coquille ainsi qu'aux planorbes (Bain-Guichen 2010). Il en existe de nombreuses espèces, les plus discrètes restant très mal connues et beaucoup sans doute encore inconnues (Paul Pelseneer, 1901)

2. Classification

L'escargot est classé comme suit :

Règne : *Animalia* Linnaeus, 1758.

Sous-règne : *Metazoa* Haeckel, 1874.

Embranchement : *Mollusca* Cuvier, 1795.

Classe : *Gastropoda* Cuvier, 1797

Sous classe : *Pulmonata* Cuvier, 1814.

Ordre : *Stylommatophora* Schmidt, 1856.

3. Morphologie

Un escargot se compose essentiellement de deux parties ; le corps et la coquille (**Figure1**). Le corps est divisé en trois régions : la tête, les pieds et les organes qui sont à l'intérieur de la coquille (Cobbinah *et al.*, 2008).

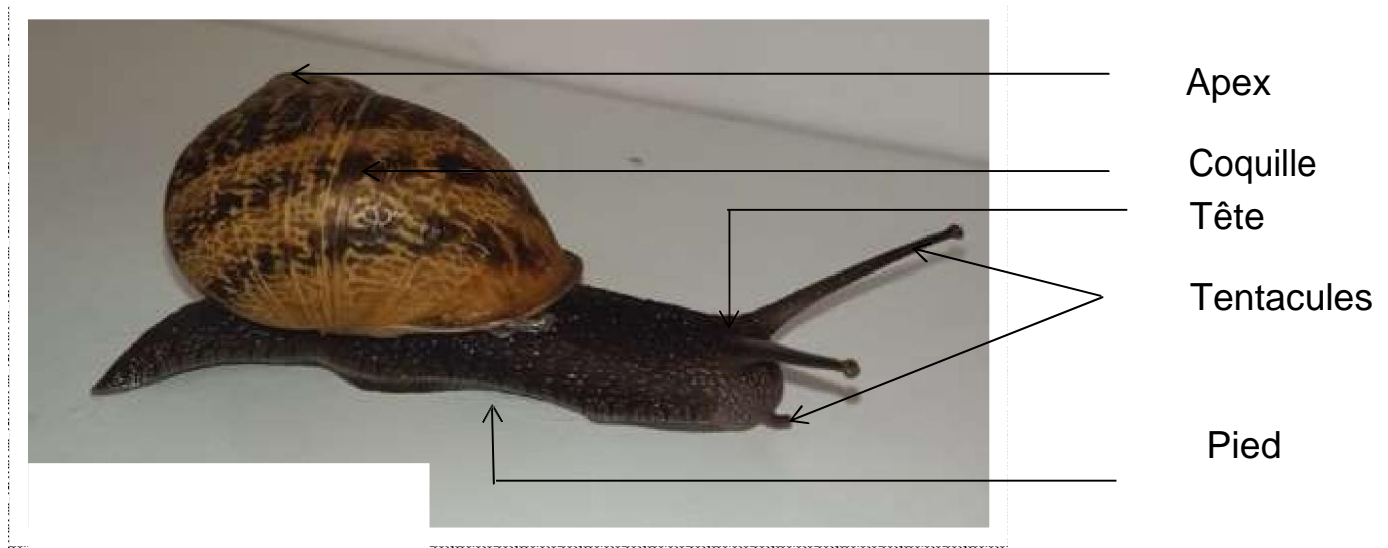


Figure 1. Vue générale sur l'escargot (photo personnelle, 2023) (debailia et soualhia)

3.1. Tête

La tête de l'escargot est presque impossible à distinguer du reste du corps. Elle possède une paire de grands tentacules "oculaires" et une paire de tentacules courts "tactiles et gustatifs" sous laquelle s'ouvre l'orifice buccal. L'orifice génital est situé à la base de la tête, juste en arrière de l'implantation du grand tentacule droit (Stiévenart et Hardouin, 1990).

3.2. Pied

Le pied est un organe musculaire bien évolué (**Figure 1**) qui sert pour le déplacement et le mouvement.

3.3. Masse viscérale

Selon Gruyard (2009) rappelle que la masse viscérale est enroulée à l'intérieur de la coquille et est limitée en avant par le bourrelet ; c'est le bord du manteau soudé à la masse viscérale pour fermer la cavité palléale qui ne communique plus avec l'extérieur que par un seul orifice, le pneumostome, situé à droite. Cette cavité palléale, remplie d'air joue le rôle d'un poumon. Un peu plus en arrière, un cœur collé à droite du rein. Le rectum longe le bord du dernier tour de la masse viscérale et débouche près du pneumostome par l'anus, voisin également de l'orifice excréteur. Le reste de la masse viscérale ou tortillon, correspondant aux premiers tours de la coquille, il est occupé par l'hépatopancréas, la glande de l'albumine et près du sommet de la gonade, qui est hermaphrodite (André, 1968).

3.4. Coquille

La coquille d'un gastéropode typique peut être considérée comme un tube conique calcifié qui au cours de la croissance s'enroule autour d'un axe, la columelle. Chaque tour de cethélico-cône s'applique en générale sur le tour précédent, qui en déprime la paroi (André, 1968). Chez la plupart des espèces, la coquille pèse environ un tiers du poids corporel (Cobbinahet al., 2008).

4. Anatomie

L'anatomie de l'escargot permet de distinguer un corps formé d'un pied unique, d'une tête et une masse viscérale enroulée et placée dans une coquille. À l'intérieur de cette dernière se trouve la cavité du manteau, qui contient le cœur, le rein, le poumon, et les autres organes (Figure 2).

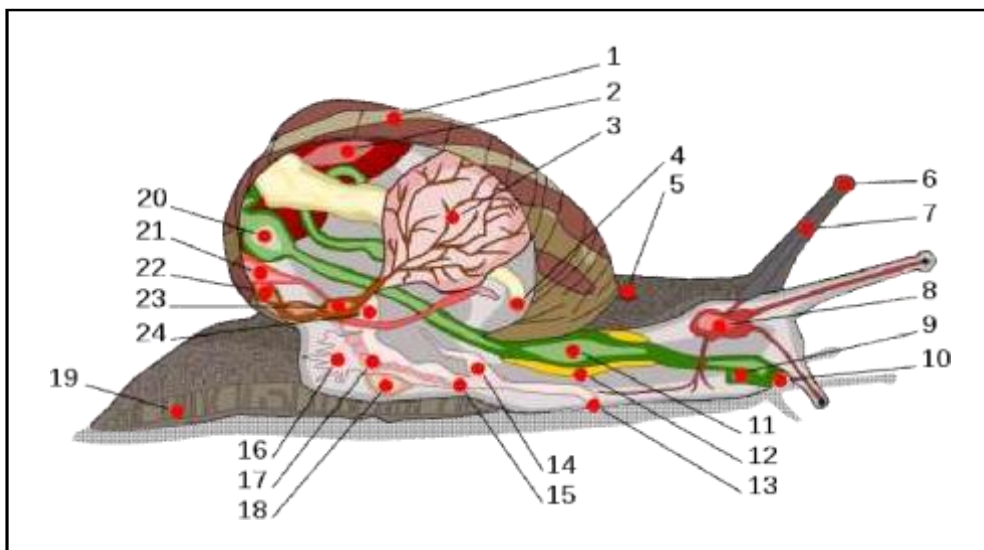


Figure 2. Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargot (Quibik, 2007).

- 1. Coquille:** Enveloppe calcaire spiralée formée de trois couches successives, protégeant les organes et dans laquelle l'escargot peut se rétracter.
- 2. Foie :** est une glande volumineuse située dans la partie supérieure droite de l'abdomen. Il joue un rôle important dans la digestion et le métabolisme.
- 3. Poumon :** Poche formée d'un réseau de vaisseaux sanguins à l'intérieur de la coquille, assurant la respiration et communiquant avec l'extérieur par un orifice.
- 4. Anus :** Orifice terminal du tube digestif permettant l'éjection des matières fécales.

Bibliographie

5. **Pore respiratoire** : Une ouverture externe vers la poche pulmonaire ou cavité palléale qui permet aux limaces et escargots terrestres de respirer. Le Pneumostome est toujours situé sur le côté droit du manteau.
6. **Œil** : Organe de la vision situé à l'extrémité du tentacule oculaire ; la vue de l'escargot est très faible.
7. **Tentacule** : Grand appendice musculaire rétractile de forme allongée, portant un œil à son extrémité.
8. **Cerveau** : Organe principal du système nerveux, situé dans le céphalothorax. artère abdominale dorsale.
9. **Conduite salivaire** : Organe situé dans la cavité buccale, sécrétant la salive et facilitant notamment la digestion des aliments.
10. **Bouche** : Cavité antérieure du tube digestif, pourvue d'une mâchoire et d'une langue repeuse (radula) pour brouter les plantes.
11. **Pense** : Renflement volumineux situé après l'œsophage où séjournent les aliments avant d'être digérés dans l'estomac.
12. **Glande salivaire** : Glande située dans la cavité buccale, sécrétant la salive et facilitant notamment la digestion des aliments.
13. **Orifice génital** : Ouverture commune du pénis et du vagin, située sur le côté de la tête, permettant la copulation et l'entrée du sperme dans la poche copulatrice.
14. **Pénis** : Organe mâle de la copulation, interne au repos, situé sur la face ventrale du pied latéralement au vagin.
15. **Vagin** : Organe femelle de la copulation situé sur la face ventrale du pied latéralement au pénis.
16. **Glande muqueuse** : Glande formée principalement de cellules muqueuses qui produisent du mucus ou sécrètent une mucosité.
17. **Spermiducte** : Voie génitale mâle acheminant le sperme vers le pénis.
18. **Sac de dards** : Pièce calcaire située au fond du vagin et contenant le dard avec lequel les escargots se piquent l'un l'autre pour s'exciter avant la copulation.
19. **Pied** : Organe musculueux formant la partie inférieure de l'escargot, large et allongé, comprenant la tête et qui permet à l'escargot de ramper.
20. **Estomac** : Partie dilatée du tube digestif précédant l'intestin, destinée à recevoir les aliments pour les digérer.
21. **Rein** : Organe sécrétant l'urine permettant l'élimination des substances toxiques du corps.

22. Manteau : C'est une sorte d'enveloppe molle qui emballe les organes de l'escargot.

23. Cœur : Organe musculaire assurant la circulation sanguine.

24. Canal déférent : Canal musculaire et membraneux conduisant les spermatozoïdes de l'épididyme à la prostate, où il se prolonge par le canal éjaculateur.

5. Reproduction

Les escargots sont des organismes hermaphrodites ovipares. Selon les espèces, l'âge de la maturité sexuelle se situe entre 5 et 17 Mois (Floor, 2011).

Selon Stiévenart et Hardouin (1990), l'escargot adulte manifeste d'abord une tendance sexuelle male. Ils s'accouplent et échangent leurs spermatozoïdes ; ceux-ci sont stockés dans le réceptacle séminal jusqu'au moment où les ovules arrivent à maturité.

Les escargots peuvent détecter le degré hygrométrique de l'air. Ainsi, Ils se réunissent en terrain sec mais s'accouplent par temps de pluie ou de rosée (Demardji et Benyoucef, 2006).

Du fait que La fécondation se fait au niveau de la jonction du canal hermaphrodite avec la glande à albumen. Elle est suivie par la formation d'une coquille calcaire, puis par la ponte. La Période de gestation peut durer longtemps à cause de la dégradation des conditions de vie de L'escargot (Stiévenart *et al.*, 1990). Globalement, la durée entre l'accouplement et la ponte est en moyenne 10 à 15 jours dans des conditions constantes de température et d'hygrométrie (20 °C et 85%, respectivement). Après la construction du «nid de ponte» , les œufs, en moyenne 120 œufs par ponte, sont émis un à un par l'orifice génital (Pirame, 2003). Après la ponte, la période d'incubation est d'environ 4 semaines (Cobbinahet *al.*, 2008) et les œufs ont besoin d'une certaine chaleur pour éclore. Selon cobbinahet *al.*, 2008 et Pirame, 2003, l'éclosion se produit généralement 12 à 20 jours après la ponte. Les nouveau-nés vont séjourner dans le nid de ponte entre 6 et 10 jours, puis ils remontent jusqu'à la surface du sol. Ils pèsent alors entre 10 et 40 mg, et mesurent 2 à 4 mm de diamètre.

6. Respiration

L'escargot possède une respiration pulmonaire. Le poumon est formé par la cavité palléale, espace situé entre la masse viscérale et le manteau qui recouvre l'intérieur de la coquille. Il s'ouvre à l'extérieur par l'orifice respiratoire dont on peut observer aisément les mouvements rythmiques d'ouverture et de fermeture (Pirame,2003).

7. Alimentation

Ces espèces herbivores ne possèdent pas un régime alimentaire spécialisé (Chekhabet *al.*, 2009). Ils ont besoin de glucides pour se nourrir, de l'énergie et des protéines pour leur croissance, et du calcium (Ca) pour construire leurs coquilles, ainsi que d'autres minéraux et vitamines (Cobbinahet *al.*, 2008).

8. Ecologie

Selon Gimbert (2018), s'il y a des problèmes de croissance ou de reproduction, cela va perturber les dynamiques des populations d'escargots et donc ça va modifier le fonctionnement de l'écosystème.

La faible mobilité des mollusques et leur grande dépendance aux conditions du microclimat en font de bons indicateurs de l'histoire d'un milieu et de son évolution (Karas, 2009).

Les escargots s'activent la nuit ou dans le temps humide pour échapper à la dessiccation. Pendant les périodes les plus sèches les individus se protègent dans leurs coquilles pour éviter l'évaporation. Tandis que, les limaces dépourvues de coquilles, se creusent profondément dans le sol échappant la chaleur (Bouchene, 2015).

8.1. Hibernation

Lorsque la température diminue durant la saison froide, l'escargot se retire dans des endroits écartés et attend immobile pendant des jours, voire même des semaines que les conditions atmosphériques s'améliorent. Le rythme cardiaque s'affaiblit et le rythme respiratoire régresse. La croissance cesse pendant l'hibernation (Bouchene, 2015).

8.2. Estivation

L'estivation est une adaptation physiologique qui permet de supporter la saison sèche. C'est un rythme de vie demi-réduit. L'animal se rétracte complètement à l'intérieur de sa coquille, dont l'ouverture est fermée par l'intermédiaire des matières muqueuses et calcaires cet opercule s'appelle l'épiphragme (**Figure 3**), sécrétée par le mollusque lui-même. Durant l'estivation, la respiration et les mouvements cardiaques sont normaux, mais il y a diminution rapide des réserves d'eau et des réserves énergétiques (Skendraoui, 2015).



Figure 3. Epiphragme obstruant l'ouverture de la coquille (Photo personnelle)

9. Importance

9.1. Consommation

L'archéologie a démontré que les escargots ont été consommés vers 10 000 ans avant J.-C. en effet, les gastéropodes sont récoltés partout dans le monde pour leur chaires comestibles. La chair d'escargot apporte un complément aux oligoéléments nécessaires à une bonne croissance chez les Humains. Sa consommation régulière est donc recommandée (Pirame, 2003 ; Sievert et Hardouin, 1990 ; Combinat *al.*, 2008). Cependant, certaines espèces d'eau douce sont d'importants vecteurs de maladies (Bernard, 2011).

9.2. Médicament

La thérapie par les escargots remonte à l'Antiquité, lorsqu'elle était recommandée en médecine et ont été extraits de nombreux composants thérapeutiques.

Les escargots sont recommandés pour les saignements de nez et pour les maux d'estomac et pour de nombreuses autres pathologies. Sous forme de bouillie, ce remède est souverain pour adoucir la douleur occasionnée par les brûlures, les abcès et autres plaies (Bonnemain, 2003). Par ailleurs, La forte teneur en fer de la chair fait partie des remèdes efficaces dans le traitement de l'anémie. Autrefois, on la recommandait pour combattre les ulcères et les asthmes (Cobbinah *et al.*, 2008).

9.3. Bio indicateur et décomposeur

Les escargots sont des macro-invertébrés vivant à l'interface sol plantes-air. Ces mollusques gastéropodes pulmonés sont phytophages et saprophages. Ils ingèrent des végétaux et du sol, se déplacent sur le sol et y pondent leurs œufs. Ils participent donc aux échanges avec le sol et intègrent donc de multiples sources et voies de contamination.

L'utilisation des escargots comme bioindicateur s'est montrée pertinente dans le contexte des sols pollués par les éléments traces métalliques (De Vaufleury *et al.*, 2012). En effet, les escargots sont connus par leur grande capacité d'accumulation des éléments traces métalliques (ETM) les plus fréquents, à savoir le Cd, le Cu, le Pb et le Zn. Cette propriété a été mise à profit pour utiliser les escargots comme bioindicateurs de pollution, par les ETM (Selloum, 2013).

Certains escargots sont détritivores, ils remplissent ainsi un rôle prépondérant dans le cycle des éléments nutritifs en facilitant la décomposition de la matière organique morte et le retour de la litière végétale au sol, et ainsi contribuer à la formation d'un sol fertile (Bursztyka, 2015).

La contamination des escargots peut diffuser dans tout l'écosystème car ils sont mangés par des insectes, des oiseaux, des petits mammifères (musaraigne, hérissons...). Parfois, les effets ne sont pas visibles à l'échelle de l'escargot mais il existe le phénomène de bioamplification. Ainsi, une petite dose dans le sol peut devenir plus importante dans l'escargot, et encore plus dans ses prédateurs (Vaufleury *et al.*, 2011).

9.4. Cosmétique

Certains escargots sont élevés pour récupérer leur mucus qui est utilisé dans l'industrie cosmétique. La bave d'escargot peut être à la base de certaines crèmes „„Bio““ qui contiennent des substances très efficaces et reconnues pour leurs propriétés de régénération, guérison et de protection de la peau (Toja, 2011).

CHAPITRE 2

Matériel et Méthodes

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

1.1. Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Tébessa se situe à l'Est de l'Algérie (35°20'' N, 8°6'' E, Altitude : 960 m). Sa superficie est de l'ordre de 13878 km². Elle est limitée au Nord par la wilaya de Souk Ahras, au Sud par la wilaya d'El Oued, à l'Ouest par la wilaya d'Oum El Bouaghi et Khenchela, et à l'Est par la frontière Algéro-tunisienne. L'étude du climat de Tébessa durant une période de 47 ans (1972-2019) laisse dire qu'il s'agit d'un climat Semi-aride à hiver frais sur (**Tableau 1**).

La formation végétation est de type de steppique dont les plantes herbacées sont dominées par l'Alfa (*Stipa tenacissima*), l'armoïse blanche (*Artemisia herba-alba*), et Laroche halime (*Atriplex halimus*).

Tableau 1. Quotients pluviothermique d'émerger (étages bioclimatiques) de la zone d'étude, calculés par extrapolation par rapport à la station météorologique de Tébessa (1972-2019).

Stations	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₂	Etages bio climatiques
Tébessa	370.5	35	1.7	38.12	Semi-aride à hiver frais
Cheria	472.14	33.06	-0.24	48.99	Semi-aride à hiver froid
Youkous	354.99	35.29	1.99	36.17	Semi-aride à hiver frais

1.2. Localisation de la zone et des stations d'étude

La présente étude concerne la région de de Tébessa située à l'Est Algérien. Selon un gradient climatique, deux stations d'études ont été choisies : la station Youkous (Hammamet), et la station Bir Touil (Cheria) (**Figure4**).

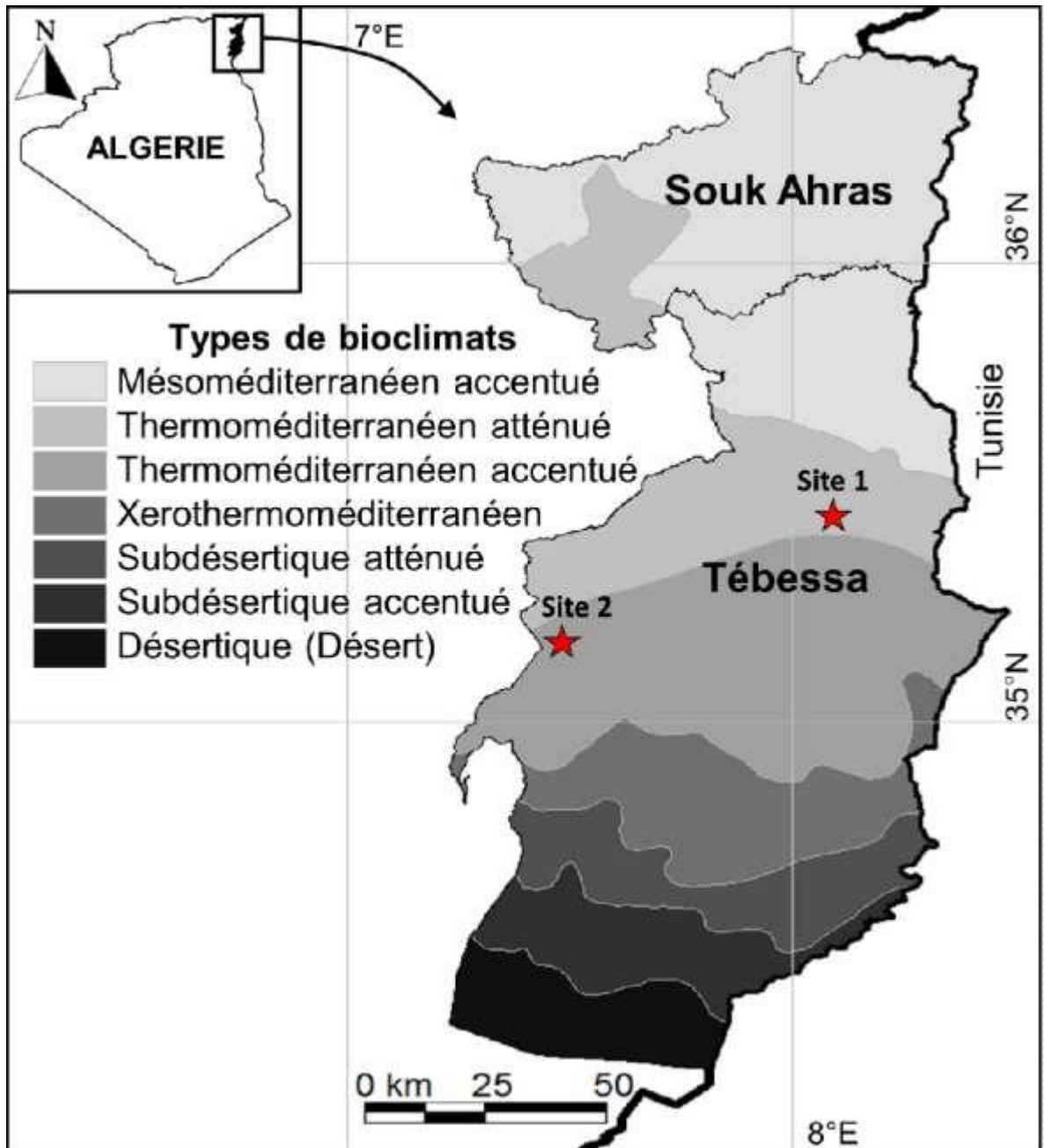


Figure 4. Localisation géographique et carte des types de bioclimats de la zone d'étude

(Site1: Hammamet, Site 2: Cheria) (Carte

climatique Source : UNESCO, 1963)

Le premier site "Youkous" ($35^{\circ}42'04''$ N $7^{\circ}96'03''$ E) (**Figure 5A**), situé à quatre kilomètres du chef-lieu de la commune d'El Hammamet, est une zone montagneuse de 1011 mètres d'altitude, dominée, en apparence, par les espèces végétales suivantes ;le marisque

Matériel et Méthodes

(*Cladiummariscus*), l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*), le romarin (*Salvia rosmarinus*), et Laroche halime (*Atriplex halims*), et caractérisée par un climat Thermo méditerranéen atténué, , qui est considéré comme climat Semi-aride a hiver frais.

Le deuxième site "Bir Touil" (35°17'33" N 7°48'51 E) (**Figure 5B**), situé à douze kilomètres du chef-lieu de la commune de Cheria au sud-ouest de la ville de Tébessa. Lavégétation dominante inclut les espèces suivantes: La thapsie (*Thapsia garganica*), le chardond'Espagne (*Scolymushispanicus*), le harmal (*Peganumharmala*), et l'armoise blanche(*Artemisia herba-alba*). Cette station et caractérisée par un climat Thermo méditerranéen accentué, qui est considéré comme climat semi-aride a hiver froid.



Figure 5. Stations d'étude ; **A** :Youkous. **B** :BirTouil (photos personnelles).

2. 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 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 est représentée par un échantillonnage aléatoire. En effet, dans chaque site choisi, les escargots recueillis ont été recherchés aléatoirement.

3. Période d'étude, collecte des échantillons, et matériel utilisé

3.1. Période d'étude

La présente étude s'est déroulée sur la période allant du 24 mars au 23 avril 2023. Durant cette période, et pour avoir un bon aperçu de la biodiversité et des escargots présentes, dans chaque station, quinze sorties sur terrain (de deux heures chacune) ont été réalisées, dans chacune des deux stations.

3.2. Collecte des échantillons

La collecte des escargots a été réalisée pendant la période diurne. Les individus ont été recherchés et collectés aléatoirement dans tout abri potentiel qui pourrait abriter les escargots.

Les individus collectés sont conservés dans des sachets en plastiques pour les sujets morts, et dans des boîtes en plastiques pour les individus vivants, étiquetées et sur lesquelles sont mentionnés, la date, la station, l'endroit et le nombre d'individus.

3.3. Matériel utilisé

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

3.3.1. Matériel de capture

Sachets de ramassage : En plastiques, pour la collecte des échantillons.

Boîtes de conservation : Généralement sont des boîtes hermétiques en plastiques, contenant un sol humide pour la conservation des individus vivants.

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

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

à savoir :

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

4. Paramètres étudiés

Pour expliquer les différents résultats obtenus sur les espèces d'escargots rencontrés, plusieurs descripteurs écologiques ont été étudiés, à savoir :

4.1. Richesse spécifique

C'est le nombre d'espèces présentes dans un relevé donné

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. $I_R = \sigma^2 / X$

σ^2 : Variance de l'espèce considérée

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 communes : $25 \% < F < 50 \%$

Espèces rares : $F \leq 25 \%$

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

Le calcul de cet indice permet d'évaluer la diversité floristique d'un milieu donné et de comparer entre les différentes stations. $H' = -\sum F_i \log_2 F_i$ (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 (E) est définie comme le rapport de la diversité calculée à la diversité maximale.

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

H' : Indice de diversité, exprimé en bits.

H'_{\max} : Diversité maximale exprimée en bits.

$H'_{\max} : \log_2 S$ (S : nombre d'espèces).

4.7. Indices de dissimilarité

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

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).

5. Clefs d'identification

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

L'identification des escargots a été réalisée en utilisant une loupe binoculaire. Cette identification a été basée sur des caractères morphologiques à savoir ;la forme caractéristique de la coquille, la forme de l'ouverture derrière la coquille, la transparence des lamelles internes de la coquille. , la variation de la couleur de la coquille, etc.

Ces caractères ont été appliqués en utilisant les clés d'identification de Kerney, et al. (1999).

6. Analyse statistique

Afin de caractériser la variation des différents descripteurs écologiques expliquant la biodiversité et la dispersion des escargots rencontrées durant les différentes saisons, des analyses de la variance à un seul facteur 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 $\alpha=0,05$.

CHAPITRE 3

Résultats et Discussion

RESULTATS

Les 30 sorties effectuées, également, dans les deux stations et qui se sont déroulées durant les mois de Mars et Avril 2023, ont permis de récolter 1665 individus répartis sur les deux stations.

1. Nombre d'individus

1.1. Nombre individus selon les stations

La **figure A** résume la répartition des individus collectés dans les deux stations.

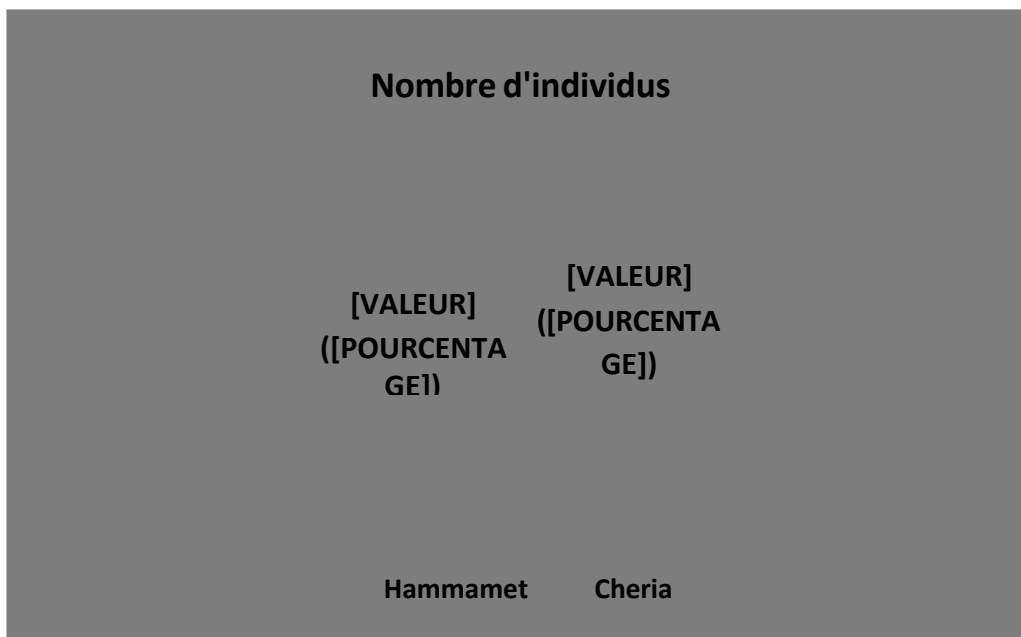


Figure A. Nombre d'individus d'escargots dans les deux stations

D'après la **figure A**, il en ressort que le nombre d'individus ramassés dans les deux stations est presque le même, ceci s'explique par le fait que l'effort d'échantillonnage est le même pour les deux stations (15 sorties de deux heures pour chacune). En effet, le nombre d'escargots récoltés dans la station de Hammamet (781 individus) et presque similaire à celui obtenu dans la station Cheria (884 individus).

1.2. Nombre d'individus selon leur état biologique

La **figure B** montre une grande variation des escargots récoltés selon leur état biologique.



Figure B. Nombre d'individus d'escargots selon leur état biologique

En effet, sur les 1665 individus d'escargots récoltés dans les deux stations, le nombre de récolte le plus important est celui des individus morts (1551 individus), avec 673 individus pour la station Hammamet et 878 individus pour la station Chéria. Quant aux individus vivants, ils n'ont été représentés qu'avec 114 individus avec 108 individus pour la station Hammamet et seulement six individus pour la station Chéria.

Le test ANOVA à deux facteurs (**Tableau 1**), montre que ces facteurs (stations et état biologique) ainsi que l'interaction entre ces deux facteurs, n'ont aucun effet la variation du nombre d'individus d'escargots.

Tableau 2. Analyse de la variance du nombre d'individus d'escargots selon les stations et l'état biologique

Source des variations	DDL	SCE	CM	F	P
Station	1	1.000 e ⁻²⁷	1.032 e ⁻²⁷	1.131	0.288
Etat	1	3.000 e ⁻²⁸	2.932 e ⁻²⁸	0.321	0.571
Station*Etat	1	0.000 e ⁺⁰⁰	1.880 e ⁻²⁹	0.021	0.886
Résiduels	1661	1.516 e ⁻²⁴	1.516 e ⁻²⁴		

2. Identification et variation des espèces d'escargots collectés

2.1. Identification des espèces inventoriées

Les clefs d'identification des familles d'escargots, nous ont permis de dresser la liste systématique pour les différents escargots rencontrés.

L'inventaire faunistique réalisé dans les deux stations d'échantillonnage a permis d'identifier un total de 9 espèces (**Tableau 2, Figure C**). Ces espèces appartiennent à quatre familles :

- La famille des *Helicidae* : renferme six espèces ; *Helix melanostoma*, *Eobania vermiculata*, *Otala punctata*, *Helix aspersa*, *Helix* sp.1, et *Helix* sp.2.
- La famille des *Sphincterochinidae* : représentée par l'espèce *Sphincterochila candidissima*.
- La famille des *Geomitridae* : représentée par l'espèce *Xeroplexa intersecta*.
- La famille des *Achatinidae* : représentée par l'espèce *Rumina decollata*.

Tableau 3. Liste des espèces inventoriées dans les deux stations

Famille	Genre	Espèce
Helicidae	<i>Helix</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Helix melanostoma</i> (Draparnaud, 1801)
	<i>Eobania</i> (P. Hesse, 1913)	<i>Eobania vermiculata</i> (O.F. Müller, 1774)
	<i>Otala</i> (Schumacher, 1817)	<i>Otala punctata</i> (O.F. Müller, 1774)
	<i>Cornu</i> (Born, 1778)	<i>Helix aspersa</i> (O.F. Müller, 1774)
	<i>Helix</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Helix</i> sp.1
	<i>Helix</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Helix</i> sp.2
Sphincterochinidae	<i>Sphincterochila</i> (Ancey, 1887)	<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud, 1801)
Geomitridae	<i>Xeroplexa</i> (Monterosato, 1892)	<i>Xeroplexa intersecta</i> (Poiret, 1801)
Achatinidae	<i>Rumina</i> (Risso, 1826)	<i>Rumina decollata</i> (Linnaeus, 1758)

Résultats et Discussion



Figure C. Espèces rencontrées dans les stations d'étude (Photos personnelles)

2.2. Variation du nombre d'individus des différentes espèces selon leur état biologique

Les résultats illustrés par la **figure D** montre que les différentes espèces inventoriées dans les deux sites d'étude sont représentés, en grande partie, par des individus morts. En effet, sur les 667 individus représentant l'espèce *Sphincterochila candidissima*, dix individus seulement étaient vivants. De même pour l'espèce *Helix melanostoma* qui n'a été représentée que par deux individus vivants sur les 169 individus collectés. D'autres espèces ;*Rumina decollata* et *Otala punctata*, n'ont été représentées que par des individus morts.

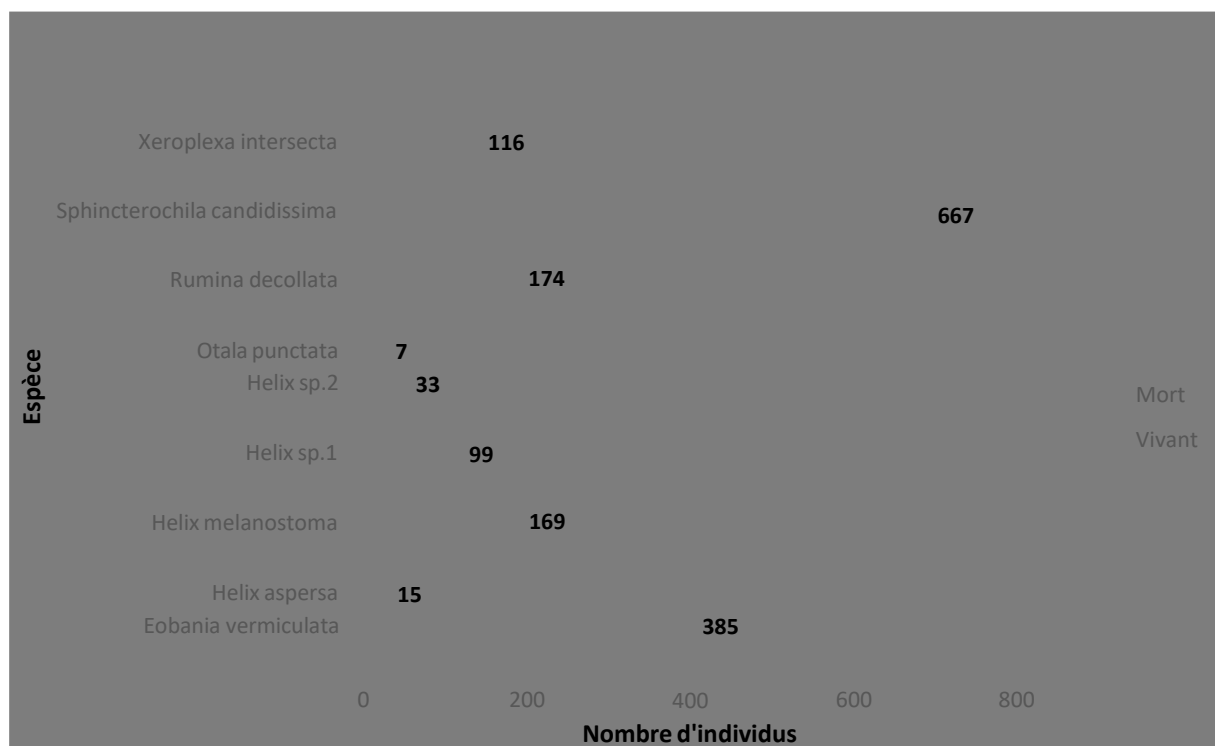


Figure D. Nombre d'individus (vivants et morts) des différentes espèces dans les deux stations

L'analyse de la variance à un seul facteur (**Tableau 3**), montre que la variation des espèces n'a aucun effet sur le nombre d'individus d'escargots.

Tableau 4. Analyse de la variance du nombre d'individus d'escargots selon la variation des espèces

Source de variations	DDL	SCE	CM	F	P
UTO	8	$8.100 e^{-27}$	$1.009 e^{-27}$	1.107	0.355
Résiduels	1656	$1.509 e^{-24}$	$9.115 e^{-28}$		

3. Indices écologiques

3.1. Richesse spécifique

Cette étude nous a permis d'identifier un total de 09 espèces (**Figure E**). D'après cette figure on constate que la richesse spécifique varie entre les stations. La richesse spécifique la plus importante a été enregistrée dans la station Hammamet avec 09 espèces, dont sept d'entre elles ont été représentées, entre autres, par des individus vivants. Les deux autres espèces, n'ont été représentées que par des individus morts. Tandis que la station de Cheria n'a enregistré que 07 espèces, dont deux espèces seulement ont été représentées, entre autres, par des individus vivants. Les cinq espèces restantes, n'ont été représentées que par des individus morts.

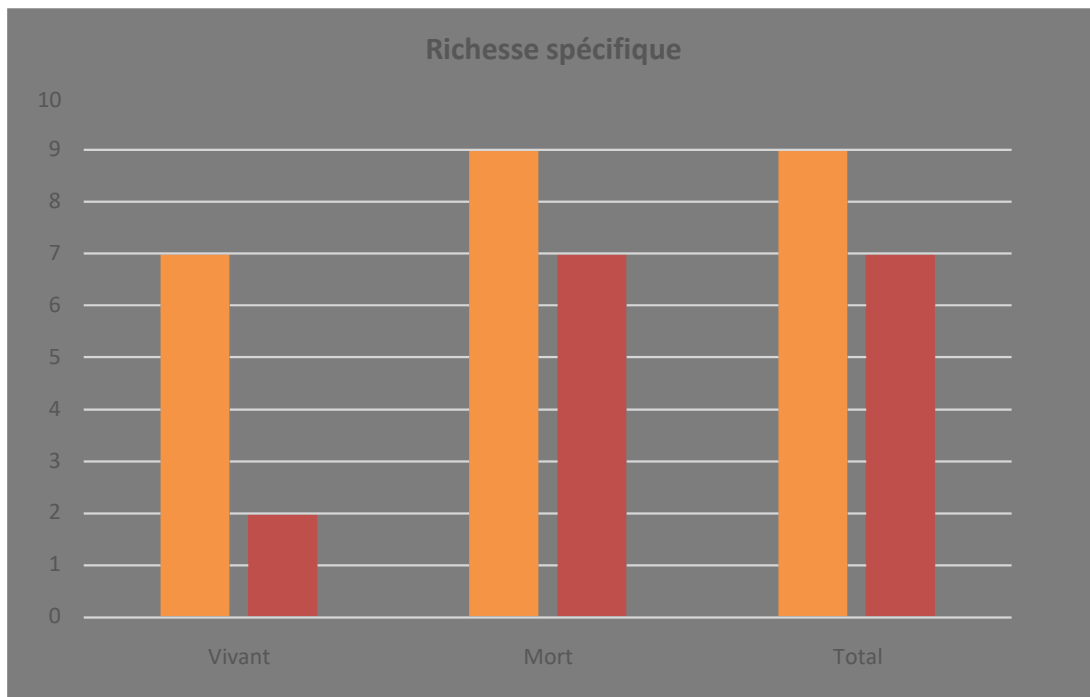


Figure E. Variation de la richesse spécifique des escargots récoltés selon leur état biologique

L'analyse de la variance pour le paramètre Richesse spécifique (**Tableau 4**) a fait ressortir que la variation des stations ainsi que l'état biologique des individus ont un effet significatif sur le nombre d'espèces rencontrées.

Résultats et Discussion

Tableau 5. Test ANOVA pour la variable S

S	DDL	SCE	CM	F-value	P-value	
Station	1	29.4	29.4	19.00	0.000	***
Etat	1	299.27	299.27	193.37	0.000	***
Station*Etat	1	3.27	3.27	2.11	0.152	
Résiduels	56	86.67	1.55			

3.2. Abondance relative

Les valeurs de l'abondance absolue (AA) et de l'abondance relative (AR) des différentes espèces rencontrées dans la station d'étude sont mentionnées dans le **tableau 5**.

Tableau 6. Abondance absolue (AA) et abondance relative (AR) des espèces rencontrées

UTO	Stations				Total	
	Hammamet		Cheria		AA	AR (%)
	AA	AR (%)	AA	AR (%)	AA	AR (%)
Achatinidae	121	15%	53	6%	174	10%
<i>Rumina decollate</i>	121	15.49%	53	6%	174	10.45%
Geomitridae	66	8%	50	6%	116	7%
<i>Xeroplexa intersecta</i>	66	8.45%	50	5.66%	116	6.97%
Helicidae	535	69%	173	20%	708	43%
<i>Eobania vermiculata</i>	314	40.20%	71	8.03%	385	23.12%
<i>Helix aspersa</i>	15	1.92%	00	00%	15	0.90%
<i>Helix melanostoma</i>	117	14.98%	52	5.88%	169	10.15%
<i>Helix</i> sp.1	78	9.99%	21	2.38%	99	5.95%
<i>Helix</i> sp.2	4	0.51%	29	3.28%	33	1.98%
<i>Otalapunctata</i>	7	0.90%	00	00%	7	0.42%
Sphincterochinidae	59	8%	608	69%	667	40%
<i>Sphincterochila candidissima</i>	59	7.55%	608	68.78%	667	40.06%
Total	781	100%	884	100%	1665	100%

Le **tableau 5** montre que l'abondance relative des espèces d'escargots recensées dans les deux stations est très variable. En effet, dans la station Hammamet et avec 314 individus (AR=40.20%), l'espèce *Eobania vermiculata* de la famille Helicidae s'est avérée l'espèce majoritaire. Par contre, l'espèce *Helix* sp.2 de la famille Helicidae, était l'espèce la moins représentée dans cette station (4 individus, AR=0.51%). A Cheria, et avec 608

Résultats et Discussion

individus, l'espèce qui a été largement représentée est celle de *Sphincterochila candidissima* de la famille Sphincterochinidae (AR=68.78%), tandis que l'espèce la moins présente dans cette station est *Helix* sp.1 de la famille Helicidae (21 individus, AR=2.38%).

Le total d'abondance pour les différentes espèces, montre que l'espèce la plus abondante est l'espèce *Sphincterochila candidissima* avec un total de 667 individus collectés (AR=40.06%). Cependant, avec seulement 07 individus collectés durant toute la période d'échantillonnage (AR=0.42%), l'espèce *Otala punctata* de la famille Helicidae était l'espèce la moins présente.

3.3. Répartition

En ce qui concerne les valeurs de l'indice de répartition (IR) ainsi que le type de répartition (TR) des différentes espèces, les résultats obtenus sont mentionnés dans le **tableau 6**.

Tableau 7. Indice et type de répartition pour les différentes espèces

UTO(Unité taxonomie observée)	Stations			
	Hammamet		Cheria	
	Indice de répartition (IR)	Type de répartition	Indice de répartition (IR)	Type de répartition
<i>Helix melanostoma</i>	4.17	En agrégats	3.38	En agrégats
<i>Eobaniavermiculata</i>	2.96	En agrégats	2.15	En agrégats
<i>Otala punctata</i>	0.96	Régulière	/	/
<i>Helix aspersa</i>	0.59	Régulière	/	/
<i>Helix</i> sp.1	0.85	Régulière	0.38	Régulière
<i>Helix</i> sp.2	0.00	Régulière	6.79	En agrégats
<i>Sphincterochila candidissima</i>	9.57	En agrégats	5.64	En agrégats
<i>Xeroplexa intersecta</i>	8.35	En agrégats	2.15	En agrégats
<i>Rumina decollata</i>	4.95	En agrégats	1.30	En agrégats

Les résultats mentionnés dans le **tableau 6** montrent que dans la station Hammamet, les espèces ; *Otala punctata*, *Helix aspersa*, *Helix* sp.1, et *Helix* sp.2 sont réparties régulièrement. Le reste des espèces sont réparties en agrégats. A Cheria, toutes les espèces sont réparties en agrégats, exceptée l'espèce *Helix* sp.2 dont la répartition est régulière.

3.4. Constance

Les valeurs de la fréquence d'occurrence (F%) et le type (classe) de constance des espèces identifiées, sont représentées dans le **tableau 7**.

Résultats et Discussion

Tableau 8. Constance des espèces dans les différentes stations

UTO	Stations			
	Hammamet		Cheria	
	F (%)	Classe	F (%)	Classe
<i>Helix melanostoma</i>	100%	Constante	67%	Constante
<i>Eobaniavermiculata</i>	100%	Constante	73%	Constante
<i>Otala punctata</i>	27%	Commune	/	/
<i>Helix aspersa</i>	53%	Constante	/	/
<i>Helix sp.1</i>	100%	Constante	60%	Constante
<i>Helix sp.2</i>	27%	Commune	40%	Commune
<i>Sphincterochila candidissima</i>	73%	Constante	100%	Constante
<i>Xeroplexa intersecta</i>	80%	Constante	87%	Constante
<i>Rumina decollata</i>	100%	Constante	80%	Constante

D'après les données mentionnées dans le **tableau7**, il en ressort que dans la station Hammamet, seules les espèce *Otala punctata* et *Helix sp.2*, sont des espèces communes, le reste des espèces sont des espèces constantes. Dans la station Cheria, toutes les espèces sont des espèces constantes exceptée l'espèce *Helix sp.2*.

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

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

Les résultats obtenus de (H'') sont mentionnés dans la **figure F**.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon Weaver (**Figure F**) varient entre 0.65 à Cheria et 1.778 à Hammamet pour les individus vivants, et entre 1.661 à Cheria et 2.499 à Hammamet pour les individus morts. Quant à sa valeur totale, elle est égale à 2.479.

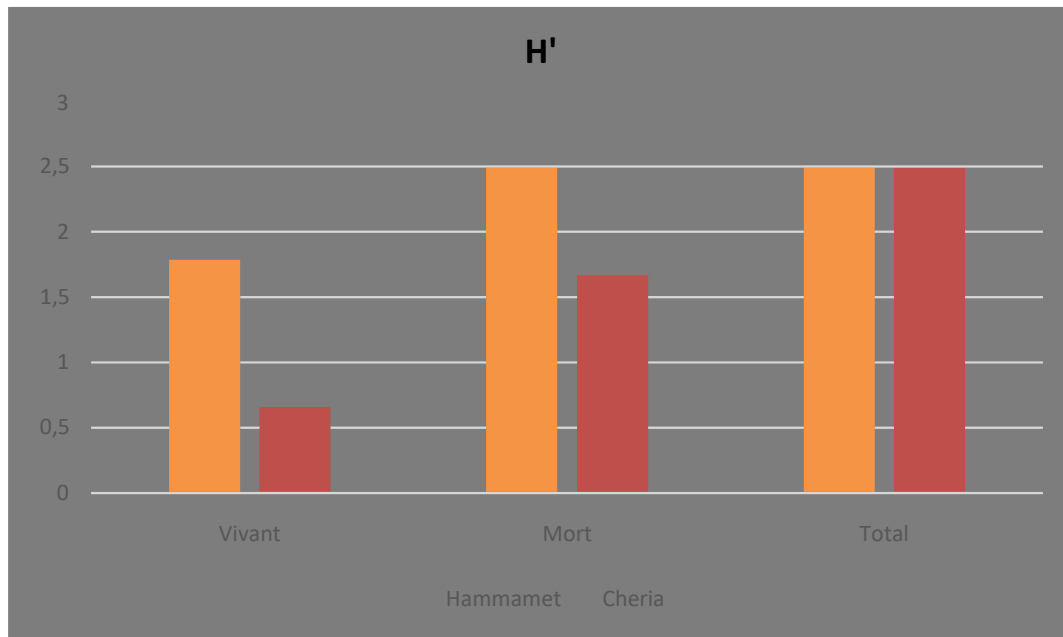


Figure F. Variation de l'indice de diversité de Shannon Weaver (H')

L'analyse de la variance pour le paramètre H'' (**Tableau 8**) a fait ressortir que la variation des stations et l'état biologique ont un effet significatif sur la diversité de Shannon Weaver (H').

Tableau 9. Test ANOVA pour la variable H''

H'	DDL	SCE	CM	F-value	P-value	
Station	1	7.392	7.392	30.91	0.000	***
Etat	1	29.955	29.955	125.24	0.000	***
Station*Etat	1	0.001	0.001	0.00	0.947	
Résiduels	56	13.394	0.239			

3.5.2. Indice de diversité maximale (H'_{max})

Les résultats obtenus de (H'_{max}) sont mentionnés dans la **figure G**.

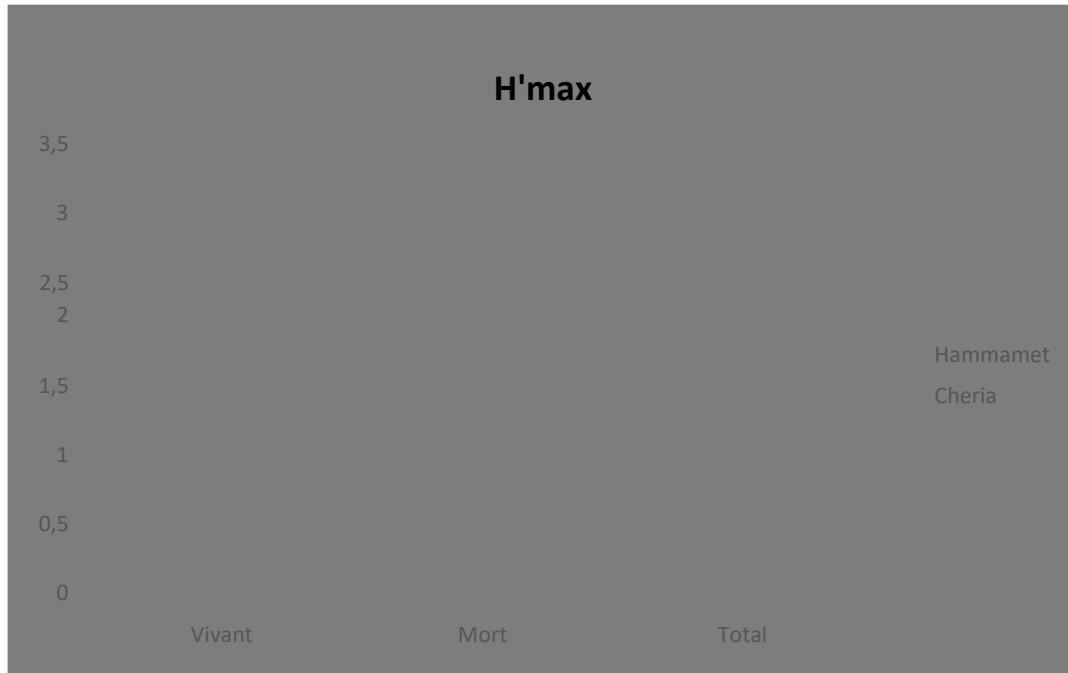


Figure G. Variation de la diversité maximale (H'_{max})

Le calcul de l'indice de diversité maximale (H'_{Max}) (**Figure G**) indique des valeurs qui varient entre 1 à Cheria et 2.807 à Hammet pour les individus vivants, et entre 2.807 à Cheria et 3.17 à Hammet pour les individus morts. Quant à ses valeurs totales, elles sont égales à 2.807 pour la station Cheria, et 3.17 pour la station Hammet.

L'analyse de la variance pour le paramètre H'_{max} (**Tableau 9**) a fait ressortir que la variation des stations et l'état biologique, ainsi que l'interaction de ces deux variables, ont un effet significatif sur la diversité maximale.

Résultats et Discussion

Tableau 10.Test ANOVA pour la variable H^{max}

Hmax	DDL	SCE	CM	F-value	P-value	
Station	1	4.81	4.81	17.65	0.000	***
Etat	1	59.4	59.4	218.02	0.000	***
Station*Etat	1	1.51	1.51	5.53	0.022	*
Résiduels	56	15.26	0.27			

3.7.1. Équitabilité

Les résultats obtenus de l'équitabilité (E) sont mentionnés dans la **figure H**.

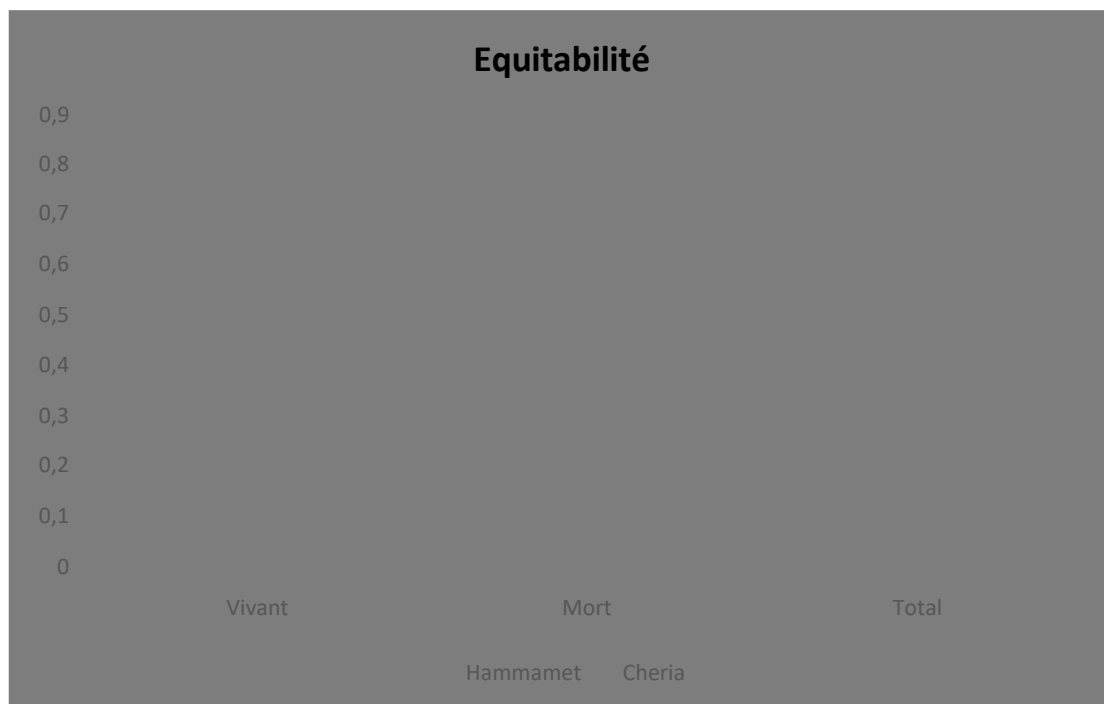


Figure H Variation spatiotemporelle de l'indice d'équitabilité (E)

Le calcul de l'indice d'équitabilité (E) (Figure H) montre que les deux stations sont équilibrées.

L'analyse de la variance pour le paramètre E (Tableaux 10) a fait ressortir que la variation des stations et l'état biologique ont un effet significatif sur l'équitabilité.

.Tableaux 11 Test ANOVA pour la variable E

E	DDL	SCE	CM	F-value	P-value	
Station	1	1.589	1.589	30.05	0.000	***
Etat	1	3.775	3.775	71.41	0.000	***
Station*Etat	1	0.128	0.128	2.42	0.125	
Résiduels	56	2.961	0.053			

3.8. Indices de similarité

Le calcul de l'indice de similarité de Jaccard et de dissimilarité de Bray Curtis entre les deux stations (Tableaux 12) montre que la similarité la plus importante entre les deux stations existe entre les espèces qui ne contiennent que des individus morts, avec un taux de similarité de Jaccard ($J=77.80\%$) et un taux de similarité de Bray Curtis (38.00%).

Tableau 12. Indices de similarité selon les stations

	Station 1	Station 2	Jaccard classic	Bray Curtis
Vivant	Hammamet	Cheria	28.60%	10.50%
Mort	Hammamet	Cheria	77.80%	38.00%
Ensemble	Hammamet	Cheria	77.80%	37.20%

Le diagramme de Venn (Figuer I), montre que les quatre familles trouvées sont communes entre les deux stations d'étude, et que sur les 09 espèces inventoriées dans les deux stations, sept d'entre elles sont des espèces communes.

Résultats et Discussion

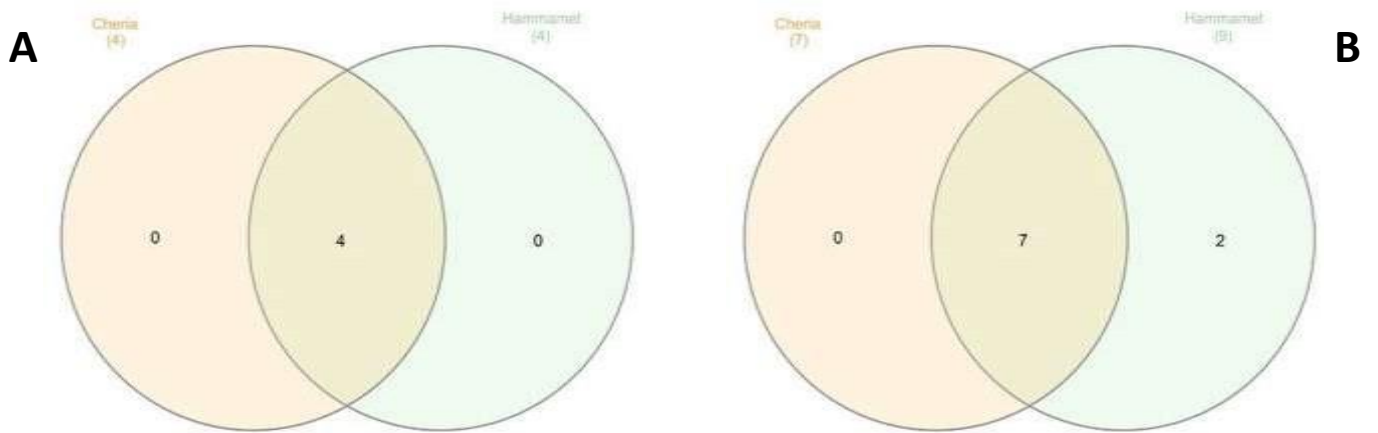


Figure I. Unités taxonomiques communes entre les deux stations (A :Familles ;B :Espèces)

Discussion

Cette étude qui s'est déroulée durant la période allant du 24 mars au 23 avril 2023, nous a permis de comptabiliser 1665 individus dont 114 vivants et 1551 morts classés en 4 familles et 09 espèces. Les espèces inventoriées dans cette étude ont été déjà retrouvées dans plusieurs régions en Algérie, comme le démontre les travaux de (Belhiouani *et al.*, 2019 ; Belhocine et Zidelmal, 2020 ; Cheriti *et al.*, 2021 ; Ramdini *et al.*, 2021a,b ; Zaidi *et al.*, 2021).

Les résultats de cette étude ont démontré que l'espèce la plus abondante est *Sphincterochila candidissima* avec un taux de 40.06%. Ce résultat concorde avec celui de Damerджи et Tahar (2010) D'autre part, *S.candidissima* est extrêmement répandue dans la région méditerranéenne. Sacchi (1958) note que *Sphincterochilacandidissima* est assez fréquente en France, en Sardaigne méridionale, en Sicile Sud-occidentale et en Espagne. Pareillement, cette espèce est reconnue comme étant une espèce commune au Maroc, en Tunisie et en Algérie (Llabador, 1970).

La répartition spatiale a démontré que la distribution des espèces est variable selon les stations de prélèvement. Un nombre d'espèces plus important a été enregistré dans la station Hammamet par rapport à celui de la station Cheria. La région de l'Hammamet est caractérisée par des conditions bioclimatiques plus favorables (plus d'humidité, plus de végétation), ce qui pourrait donc expliquer cette richesse plus importante en escargots. Kerny et Cameron (2006) signalent que la complexité de la structure des habitats, et la dépendance des escargots aux conditions du microclimat, jouent un rôle important dans la distribution des espèces. Il est à noter que le couvert végétal influence, lui aussi, la diversité des escargots comme le montre le travail de Karas, (2009).

De plus, certaines espèces ont été majoritairement présentes dans une station par rapport à l'autre, comme ça été le cas de l'espèce *Sphincterochila candidissima* où le nombre le plus important d'individus a été enregistré dans la station Cheria, ou encore le cas des espèces *Helixaspersaet Otalapunctata* qui étaient présentes dans la station Hammamet, mais complètement absentes dans la station Cheria. En effet, les préférences ou exigences écologiques des gastéropodes terrestres sont très différentes d'une espèce à l'autre. En outre, la faible mobilité des gastéropodes et l'existence de nombreux micro-habitats, augmentent sensiblement la richesse faunistique. Robitaille *et al.* (1973) annoncent que les escargots sont des animaux qui présentent une sensibilité exceptionnelle aux changements climatiques à cause de leur

Résultats et Discussion

tégument mou et perméable, et que leur distribution est étroitement liée aux conditions du milieu.

Il est à noter que la campagne de collecte d'échantillons dans les deux stations d'étude, coïncidait avec une période de sécheresse, ce qui a affecté les conditions de vie des escargots, et par conséquent nous n'avons trouvé, pour la plupart d'individus collectés, que descoquilles vides, qui témoignent de la présence d'escargots dans ces stations. En effet, les conditions climatiques, notamment l'humidité, sont considérées comme des facteurs limitants qui affectent largement la biologie des escargots (Bilraminoet al, 2015). Ainsi, les pluies tardives ont un effet négatif sur le couvert végétal qui représente une source de nourriture pour les escargots (Lietal,1992).

Conclusion

CONCLUSION

Cette étude a été réalisée dans le but d'étudier la biodiversité des escargots dans la wilaya de Tébessa et ceci dans deux stations selon un gradient climatique (Hammamat et Cheria) durant les mois de mars et avril de l'année 2023.

Au cours de ce travail nous avons récolté 1665 individus d'escargots répartis sur 9 espèces appartenant à quatre familles.

L'inventaire des espèces inventoriées a montré que la famille la plus diversifiée est la famille de Helicidae qui inclut 05 espèces ; *Helix melanostoma*, *Eobania vermiculata*, *Otala punctata*, *Helix aspersa*, *Helix* sp.1, et *Helix* sp.2. Tandis que les autres familles sont représentées, chacune, par une seule espèce. La famille Sphincterochinidae inclut l'espèce *Sphincterochila candidissima*. La famille Geomitridae inclut l'espèce *Xeroplexa intersecta*. La famille Achatinidae inclut l'espèce *Rumina decollata*.

Les résultats obtenus de ce travail montrent que l'espèce *Sphincterochila candidissima* est la plus abondante avec un total de 40.06%, suivie par *Eobania vermiculata* avec 23.12%. Tandis que les espèces les moins représentées sont respectivement *Helix aspersa* avec 0.90% et *Otala punctata* avec 0.42%.

Après le recensement des individus d'escargots collectés, il en ressort que plusieurs paramètres, qui diffèrent d'une station à une autre, impactent la biodiversité et la dispersion des escargots, notamment l'étage bioclimatique et la couverture végétale par son type et sa densité.

L'analyse de la variance pour les différents descripteurs écologiques a démontré que les paramètres (stations et état biologique) ont un effet significatif sur ces descripteurs (richesse) . Cependant, ces mêmes paramètres n'ont pas révélé d'effet significatif sur le nombre d'individus.

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 des escargots dans la région de Tébessa, afin d'inventorier de nouvelles stations dans le but de rencontrer et d'identifier de nouvelles espèces.

Donc il serait souhaitable d'augmenter le nombre d'études et de recherches qui pourront permettre d'obtenir de nouvelles découvertes concernant la biodiversité des escargots au niveau de notre wilaya.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

Référence bibliographique

Référence bibliographique

Référence et bibliographie

André F. (1968). Zoologie des invertébrés, tome 1, Masson et C, p2-39.

Armsorth p.r, Kendall b.e et Davis f.w2004- An introduction to

Belhiouani H., El HadeF El Okki M., Afri-Mehennaoui F.Z., Sahli L. (2019).

Belhocine A.A., Zidelmal Y. (2020). Synthèse des travaux antérieurs portant sur la diversité des gastéropodes terrestres dans trois stations de la région de Tizi-Ouzou.

Mémoire de Master en biologie de la conservation. Université Mouloud Mammeri - Tizi-Ouzou, 54 p.

Beltramino, A. A., Vogler, R. E., Gutiérrez Gregoric, D. E., & Rumi, A. (2015).

Impact of climate change on the distribution of a giant land snail from South America: predicting future trends for setting conservation priorities on native malacofauna.

Climatic Change, 131, 621-633.

Bernard F. R. 2011. Encyclopédie canadienne, zoologie des invertébrés : mollusques.

Bonnemain B. (2003). Hélices et médicaments : l'escargot au service de la santé depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours. Revue d'histoire de la pharmacie 91 (338) : 211-218 p.

biodiversity concepts for environmental economists. Resource and energy Economics 26(2004) 115-136.

Bouaziz-Yahiatene H. 2017. Diversité et bioécologie des gastéropodes terrestres dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse Doctorat. Université de Tizi-Ouzou. Algérie. 139p.

Bouaziz-Yahiatene H. and Medjdoub-Bensaad F. 2016. Malacofauna diversity in Kabylia region (Algeria). Advances in Environmental Biology 10 (7): 99–106 .

Bouchene K. (2015). Inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes au niveau de la région de Tizi-ouzou (Ait Bouaddou, Bounouh et M^o douha).

Bursztyka P. (2015). Etude du rôle des semichimiques dans les stratégies d'évitement des prédateurs chez deux gastéropodes terrestres : *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) et *Xeropictaderbentina* (Krynicky, 1836). Thèse du doctorat. Université de Toulouse, France.

Chekhbab N., Boussebt N., Rouibah M. (2009). Inventaire Et Étude Systématique De La Malacofaune Dans Trois Stations De La Région De Jijel [Mémoire d'Ingénierat, Université Mohammed Seddik Ben Yahia – Jijel.

Cheriti O., Belhiouani H., El HadeF El Okki M., Neubert E., Sahli L. (2021).

Inventory of landsnails from the Kebir Rhumel basin, northeast of Algeria.

Référence bibliographique

- Biodiversity, 22(3-4): 110-130.
- Cobbinah J. C ., Vink A. et Onwuka B. (2008).** L'élevage d'escargots : production, transformation et commercialisation. Fondation Agromisa, Wageningen, 84p.
- Dajoz R., 2008-** La biodiversité « l'avenir de la planète et de l'homme ». Ed.Ellipses. Paris, 302p.
- Damerdji A., Benyoucef B., (2006).** Impact des différents facteurs diversité malacologique dans la région de Tlemcen (Algérie), revue des énergies renouvelables 9 (4) : 267-276.
- Damerdji, A., Tahar, A, 2010.** Biométrie des coquilles de *Sphincterochilacandidissima*(Mollusca - Sphincterochilidae) dans la région de Tlemcen (Algérie) Rev. Ivoir. Sci. Technol.,16 : 141 – 151.
- De Vaufleury A., Gimbert F., Pauget B., Fritsch C., Scheifler R., et al. (2012).** Les escargots bio-indicateurs de la qualité des sols - Snailwatch : analyse en laboratoire ou in situ de la biodisponibilité des contaminants, pp.4. hal-00670360.
- Floor T. (2011).** Elevage des cailles, Guide pratique (Centre Songhai, 12 p.). 1, 1–23.
- Gimbert (2018) .** Étude de les escargots, des sentinelles de l'environnement
Gretia,pp: 379-38
- Guyard A. 2009.** Étude de la différenciation de l'ovotestis et des facteurs contrôlant l'orientation sexuelle des gonocytes de l'escargot *Helix aspersa* Müller. Thèse Doct.Sci. nat.,Univ. Besançon. France. 156p.
- Karas F. (2009).** Gastéropodes terrestres, invertébrés continentaux des pays de la Loiregretia, 397 P
- Karas F. 2009.** Gastéropodes terrestres, invertébrés continentaux des pays de la Loire.
- Kerney M. P. et Cameron R. A. D. 2006.** Guide des escargots et limaces d'Europe. Identification et biologie de plus de 300 espèces. Delachaux et Nestlet. Paris. 386
- Kerney, M. P., Cameron, R. A. D., & Bertrand, A. (1999).** Guide des escargots et limaces d'Europe: identification et biologie de plus de 300 espèces. Delachaux et Niestlé.
- Levei h , 2007-** Biodiversité et développement durable : quels indicateurs. Thèse Doc. aut. Etude. Scie. Socio., Paris. 406p.
- LI, Z., Chen, H., Liu, Y., Zeng, X., Lin, D., & Wan, W. (1992).** Studies on relationship between vegetation and snail distribution inside and outside embankment of Poyang Lake region. Chinese Journal of Schistosomiasis Control.
- Llabador, F., 1970.** Sur la variété saharienne de *Rumina decollata* Linné, 1758 et

Référence bibliographique

sadispersion géographique et altimétrique. Repr. Journ. Conchyol, Vol.CV III, Fasc., 1, 6-15

Maissiat J., Baeher J.-C., Picaud J.-L. (2011). Biologie animale. Ed. Dunod, 239 p.

Pelseneer, P. (1901). Études sur des gastropodes pulmonés. Belgium: Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.

Pirame S.(2003). Contribution a l'étude de la pathologie estivale de l'escargot petit-gris (*Helix aspersa*): reproduction expérimentale. These du doctorat. Ecole nationale de veterinaire Toulouse. Toulouse. France.p 99

Ramdini R., Bouaziz-Yahiatene H., Medjdoub-Bensaad F. (2021a). Diversity of terrestrial gastropods in central-northern of Algeria (Algiers and Boumerdes). *Folia Conchyliologica*, 60: 25-33.

Robitaille J.M., Seguin C., Pepin D., Van berkorn G et Arnaud M. (1973).

Biosphère. Tome 1, écologie, mécanisme de l'adaptation. Recherche et marketing, p123-179.

Sacchi, C.F., 1958. Les Mollusques terrestres dans le cadre des relations biogéographiques entre l'Afrique du Nord et l'Italie. *Vie et milieu*, 9: 11-52.

SAUSSOL J.-N. ET Pineau C., 2007- Biodiversité et infrastructures de transportes terrestres. Note d'information. Sétra, France, 15 p.

Selloum A. (2013). Inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes au niveau de deux stations de la wilaya de Tizi-ouzou (Aneir Amellal et Draa Ben Khedda).

Solem A. 1984. A world model of land snail diversity and abundance. In A. Solem and AC. van Bruggen (eds), world-wide snails: biogeographical studies on non-marine mollusca: Backhuys, Leiden, Netherlands. 6-22 pp.

Stievenart C., et Hardouin J. (1990). Manuels d'élevage des escargots géants africains sous les tropiques. Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA), p40.

Terrestrial gastropod diversity, distribution and abundance in areas with and without anthropogenic disturbances, Northeast Algeria. *Biodiversitas*, 30(1): 243-249

Vaufleury A. (2012). Les escargots bio-indicateurs de la qualité des SOLS, Snail, watch : analyse en laboratoire ou in situ de la biodisponibilité des contaminants.

Zaidi N., Douafer L., Hamdani A. (2021). Diversity and abundance of terrestrial gastropods in Skikda region (North-East Algeria): correlation with soil physicochemical factors. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 82: 41

Zhang Z. Q. 2013. Animal Biodiversity: An Update of Classification and Diversity in

2013.