

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de Master
En sciences biologique
Spécialité : Biologie de la conservation

Thème

Inventaire des gastéropodes terrestres au niveau des
régions de Mâatkas et Tizi-Ghennif, avec une
caractérisation morphométriques de deux espèces du
genre *Cernuella* (Schlüter, 1838).

Réalisé par :

M^{elle} CHALLAL Nadia
M^{elle} ZIANI Nadjat

Devant le jury composé de :

Présidente	Mme Chaouchi-Talmat N.	MCA	UMMTO
Promotrice	Mme Medjdoub-Bensaad F.	Professeur	UMMTO
Co-promoteur	Mr Ramdini R.	Doctorant	UMMTO
Examineur	M ^{elle} Guermah D.	MCB	UMMTO
	M ^{elle} Sadouk G .	Doctorante	UMMTO

Année universitaire : 2020 /2021

Remerciement

Nous remercions avant tout le bon Dieu, le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail.

*Nous tenons à remercier en tout premier lieu notre promotrice, **Mme MEDJDOUB-BENSAAD F.** professeur à l'U.M.M.T.O, pour nous avoir accueilli dans son laboratoire et mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation expérimentale et pour le bon déroulement de ce mémoire.*

*Un merci particulier à notre co-promoteur, **Mr RAMDINI R.** doctorant à l'U.M.M.T.O d'avoir accepté de diriger notre mémoire de fin d'études, ainsi que pour la qualité de son encadrement exceptionnelle, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre travail.*

*Nos plus profonds remerciements à Mme **CHAOUCHI-TALMAT N.** M.C.A à l'U.M.M.T.O d'avoir eu l'honneur d'accepter de jury et de juger ce travail.*

*Nous tenons aussi à remercier vivement M^{elle} **GUERMAH D.** M.A.B à l'U.M.M.T.O et M^{elle} **SADOUK G.** doctorante à l'U.M.M.T.O d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

Nous remercions aussi l'ensemble du personnel du laboratoire de notre faculté pour leur aide et surtout pour tous les moments passés en leur compagnie.

Sans oublier de remercier nos chers parents et tous les membres de nos familles.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect :

A mes chers parents qui m'ont soutenu moralement et matériellement dans ma vie et mes études en particulier, qu'ils retrouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mon très cher frère Merzouk.

A mes très chères sœurs Samia et Kenza.

A la mémoire de mon cher grand père que Dieu l'accueille en son vaste paradis.

A ma grand-mère à qui je souhaite une longue vie.

A mes chers oncles et tantes ainsi qu'à leurs familles.

A Nadjat avec qui j'ai partagé cette tâche et à toute sa famille.

A tous ceux qui me sont chers.

Nadia

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents que je remercie infiniment pour leur Encouragement et leur soutien.

Ma sœur, mes frères et leurs enfants.

A tous mes ami(e)s.

A tous ce qui ont contribués à la réalisation de ce travail de près ou de loin.

A Nadia avec qui j'ai partagé cette tâche et à toute sa famille.

Nadjet

Figure 1 : Organisation générale d'un escargot.....	4
Figure 2 : Pneumostome d'un gastéropode	5
Figure 3 : Coquille d'escargot de la famille des Enidae Algérienne.....	6
Figure 4 : Système nerveux d'un escargot	7
Figure 5 : Appareil digestif de l'escargot	8
Figure 6 : Appareil génital de l'escargot	9
Figure 7 : Epiphragme chez les gastéropodes terrestres	12
Figure 8 : Différents habitats des gastéropodes terrestres.....	13
Figure 9 : <i>Rumina decollata</i> et son prédateur.....	15
Figure 10 : Carte de localisation géographique des régions d'études	17
Figure 11 : Valeurs de températures mensuelles maximales, minimales et moyennes.....	19
Figure 12 : Humidité relative moyenne mensuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	20
Figure 13 : Précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	21
Figure 14 : Variation de la vitesse du vent au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	21
Figure 15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la wilaya de Tizi-Ouzou	22
Figure 16 : Situation de la région de Tizi-Ouzou dans le climagramme d'Emberger.....	23
Figure 17 : Prélèvement à vue des gastéropodes terrestres dans leurs habitats naturels (Originale, 2021)	24
Figure 18 : Prélèvement des escargots par tamisage de la litière, et observation sous une loupe binoculaire	25
Figure 19 : Piégeage des gastéropodes terrestres par des pots barber.....	26
Figure 20 : Différents matériels utilisés pour faire la dissection	27
Figure 21 : Conservation des individus dans l'éthanol	28
Figure 22 : Extraction de l'escargot de sa coquille	28
Figure 23 : Photo illustrant la fixation d'un escargot sur un support pour la dissection....	29
Figure 24 : Appareil génital de l'espèce <i>Cernuella virgata</i>	29
Figure 25 : Coquilles des individus de deux populations de <i>Cernuella</i>	30
Figure 26 : Abondance relative des différentes familles dans l'inventaire	35
Figure 27 : Abondance relative des différentes espèces dans l'inventaire.....	36
Figure 28 : Richesse spécifique des stations d'études.....	36
Figure 29 : Variation des indices écologiques de structure	42
Figure 30 : Variation mensuelle de l'abondance relative des espèces de la station de Souk-El-Tenine.....	43

Figure 31 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Agouni Boufal ..	44
Figure 32 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station de Souk-El-Khemis	45
Figure 33 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Ait Ouakli	46
Figure 34 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station Boughezelle	47
Figure 35 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station Arbithan	48
Figure 36 : Coquille de <i>Cernuella virgata</i>	51
Figure 37 : Coquille de <i>Cernuella</i> sp.	51
Figure 38 : Les coefficients de variation (C.V) des paramètres mesurés chez les deux espèces <i>Cernuella virgata</i> et <i>Cernuella</i> sp.	52

Tableau 1 : présentation des trois stations d'études dans la région de Maâtkas	18
Tableau 2 : Présentation des trois stations d'études dans la région de Tizi-Ghennif.....	18
Tableau 3 : Espèces des gastéropodes terrestres recensées au niveau de six stations	34
Tableau 4 : Abondance relative, densité et fréquence d'occurrence d'escargots recensés au niveau de la station Souk-El-Tenine	37
Tableau 5 : Abondance relative, densité et fréquence d'occurrence d'escargots recensés au niveau de la station Agouni Boufal	38
Tableau 6 : Abondance relative, densité et fréquence d'occurrence d'escargots recensés au niveau de la station Souk-El-Khemis	39
Tableau 7 : liste des espèces des gastéropodes terrestres recensée au niveau de la station d'Ait Ouakli et leurs abondances relatives, densité et fréquence d'occurrence	40
Tableau 8 : liste des espèces des gastéropodes terrestres recensée au niveau de la station de Boughezelle et leur abondance relative, densité et fréquence d'occurrence.....	41
Tableau 9 : liste des espèces des gastéropodes terrestres recensée au niveau de la station d'Arbithan et leur abondance relative, densité et fréquence d'occurrence	42
Tableau 10 : Variation mensuelle des indices écologiques de structures dans les différentes stations d'étude.....	49
Tableau 11 : Test de corrélation entre les paramètres mesurés pour <i>Cernuella virgata</i>	53
Tableau 12 : Test de corrélation entre les paramètres mesurés pour <i>Cernuella</i> sp.	53
Tableau 13 : Comparaison des mesures des dimensions de la coquille et des organes génitaux	54

Liste des tableaux

Liste des figures

Sommaire

Introduction 1

Chapitre I : Bio-écologie des gastéropodes terrestres

1. Description des gastéropodes	3
2. Classification des gastéropodes	3
2.1. Prosobranches.....	3
2.2. Opisthobranches	3
2.3. Pulmonés	3
3. Systématique	3
4. Morphologie externe	4
4.1. Tête	4
4.2. Pied	5
4.3. Masse viscérale	5
4.3.1 Manteau	5
4.4.Coquille	5
5. Morphologie interne	6
5.1. Tégument	7
5.2. Système nerveux	7
5.3.Appareil digestif	8
5.4.Appareil respiratoire	8
5.5.Appareil génital	9
5.6.Appareil circulatoire.....	9
5.7.Appareil excréteur	9
6. Reproduction	10
7. Longévité et mortalité	10
8. Le rythme d'activité des gastéropodes	11
8.1.Activité journalière	11
8.2. Activité saisonnière	11
8.2.1. Estivation.....	11
8.2.2. Hibernation.....	12
9. Habitat	12
10. Régime alimentaire	13

11. Influence des paramètres externes sur le comportement des gastéropodes.....	14
11.1. Température	14
11.2. Humidité	14
11.3. Lumière	14
12. Prédateurs et parasites des gastéropodes terrestres	14
12.1. Prédateurs.....	14
12.2. Parasites	15
13. Importances des gastéropodes terrestres	15
13.1. Escargots bio-indicateurs de la qualité du sol.....	15
13.2. Utilisation en médecine traditionnelle	16

Chapitre II : présentation des régions d'étude

1. Situation géographique.....	17
2. Présentation des régions d'étude	17
2.1.Situation géographique de la région de Maâtkas.....	17
2.2.Situation géographique de la région de Tizi-Ghennif	18
3. Étude climatique.....	18
3.1. Température	19
3.2.Humidité.....	19
3.3.Pluviométrie	20
3.4.Vent	21
4. Synthèse climatique.....	22
4.1.Diagramme ombrothermique de BAGNOULS ET GAUSSEN	22
4.2.Climagramme d'EMBERGER	22

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Travaux réalisés sur le terrain	24
1.1.Prélèvement direct ou chasse à vue	24
1.2.Tamisage de la litière	25
1.3.Prélèvement par piégeage (pots Barber)	25
2. Travail réalisé au laboratoire.....	26
3. Étude morphométrique du genre <i>Cernuella</i>	26
3.1.Matériel utilisés au laboratoire	26
3.2.Étapes suivies pour effectuer la dissection.....	27
3.2.1. Ramassage des escargots vivants	27
3.2.2. Sacrifice et conservation des individus	27

3.2.3. Extraction des individus de leur coquille	28
3.2.4. Dissection des escargots.....	28
3.2.5. Isolement de l'appareil génital	29
3.2.6. Mesures effectuées	30
3.2.6.1.Mesures de l'appareil génital	30
3.2.6.2.Mesures de la coquille.....	30
4. Traitement des données	30
4.1.Indices écologiques de composition.....	30
4.1.1. Richesse spécifique	31
4.1.2. Abondance relative (Ar%)	31
4.1.3. Densité (D)	31
4.1.4. Fréquence d'occurrence (F)	31
4.2.Indices écologiques de structure	32
4.2.1. Indices de Shannon (H').....	32
4.2.2. Indices d'équitabilité (E).....	32
4.3.Analyses statistiques	33
Chapitre IV : Résultats et discussion	
I. Résultats	34
1. Inventaire	34
1.1. Abondance relative des différentes familles	35
1.2. Abondance relative des différentes espèces	36
2. La richesse spécifique des différentes stations d'études.	36
3. Abondance relative, variation de la densité et de la fréquence d'occurrence de chaque station d'études	37
3.1.Souk-El-Tenine	37
3.2.Agouni Boufal	38
3.3.Souk-El-Khemis	39
3.4.Ait Ouakli.....	39
3.5.Boughzelle.....	40
3.6.Arbitan.....	41
4. Variation des indices écologiques de structure (H', E) au niveau des différentes stations d'études	42
5. Variations mensuelles de l'abondance relative de chaque station d'études.....	43
5.1.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station de Souk-El-Tenine.....	43

5.2.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Agouni Boufal.....	44
5.3.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station de Souk-El-Khemis	45
5.4.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Ait Ouakli.....	46
5.5.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station de Boughzelle.....	47
5.6.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Arbithan	48
6. Variation mensuelles des indices écologiques de structure (indice de Shannon et indice d'équitabilité) de chaque station d'études	49
7. Étude morphométrique de genre <i>Cernuella</i>	50
7.1.Description de <i>Cernuella virgata</i>	50
7.2.Description de <i>Cernuella</i> sp.....	51
7.3.Analyse statistique des résultats	51
7.3.1. Coefficient de variation (CV).....	51
7.3.2. Test de corrélation	52
7.3.3. Comparaison des mesures des organes génitaux et des dimensions de la coquille des deux espèces <i>Cernuella virgata</i> et <i>Cernuella</i> sp.	54
II. Discussion	55
Conclusion	58
Références bibliographiques	60
Résumé	

Introduction

L'embranchement des mollusques est caractérisé par un corps mou, lisse et non articulé, content 118 061 espèces actuelles, dont 33 084 espèces fossiles, connues depuis le cambrien (Zhang, 2013).

L'embranchement des mollusques est le plus riche en espèce après celui des arthropodes. Il est à distinguer deux sous-embranchements (les Conchifères et les Amphineures) et sept classes qui sont les Gastéropodes, les Lamellibranches, les Céphalopodes, les Monoplacophores, les Aplacophores, les polyplacophores et les Scaphopodes (Jodra, 2004).

Les gastéropodes constituent la classe la plus importante en nombre d'espèces, ils regroupent les 3/4 des espèces de mollusques, ils se distinguent par la disparition de la symétrie bilatérale au profit d'un enroulement hélicoïdal de la masse viscérale. Les gastéropodes peuvent être répartis en trois ordres ; les Prosobranches, les Opisthobranches et les Pulmonés (Audibert et Bertrand, 2015).

L'ordre des stylommatophores regroupe plus de 95% des gastéropodes pulmonés dont les escargots et les limaces, répartis dans environ 90 familles et plus de 20000 espèces (Dayrat et Tillier, 2002). Il s'agit donc de l'un des groupes d'animaux les plus diversifiés et performant rencontrés au sein des écosystèmes terrestres, où il assure des fonctions écologiques essentielles (Barker, 2001).

Les mollusques continentaux sont souvent ignorés dans les études de milieux. Ce fait est généralement lié à une méconnaissance de ce groupe zoologique (Cucherat et Demuynck, 2008). Malgré leur grande diversité, leurs valeurs évolutives, géologiques, écologiques et économiques, la plupart des données sur les gastéropodes terrestres issues des études anciennes et ne sont pas connues tant d'un point de vue biologique que biogéographiques (Karas, 2009).

Notre objectif est de réaliser un inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes terrestres et d'estimer leur richesse spécifique, densité et leur abondance au niveau de quelques stations de la wilaya de Tizi-Ouzou. Pour cela nous avons choisis six stations pour un échantillonnage sur terrain. Ainsi une étude morphométrique de deux espèces du Genre *Cernuella* prévenant de deux populations différentes, qui vise, tout d'abord, l'étude de la variabilité morphométrique des organes génitaux des deux espèces *Cernuella virgata* et *Cernuella* sp., et la relation de cette variabilité avec la taille de la coquille. Deuxièmement, les différences dans les dimensions des organes génitaux entre les deux espèces étudiées ont été examinées.

La mise en œuvre de notre étude spécifique sur l'écologie et l'identification des escargots dans les sites d'études demande de subdiviser notre travail en quatre chapitres. Dont le premier sera consacré à des caractéristiques biologiques, physiologiques ainsi que l'écologie

Introduction

des gastéropodes terrestres. Dans le second chapitre nous décrivons la région d'étude, les caractéristiques climatiques et géographiques des 6 stations choisies pour l'échantillonnage. Nous retracerons dans le troisième chapitre le matériel et les différentes méthodes de prélèvement ou de récoltes utilisées, ainsi que l'étude morphométrique de deux espèces de Geomitridae. Le dernier chapitre est consacré aux résultats obtenus, à leur interprétation et à leur discussion.

Enfin, une conclusion générale de notre travail.

Chapitre I

Bio-écologie des

gastéropodes

terrestres

1. Description des gastéropodes

Les gastéropodes (Gaster= ventre, podos= pied) sont des mollusques à corps mou non segmenté, complètement dépourvu d'appendices articulés et qui se divise en trois parties : la tête bien différenciée, la masse viscérale et le pied musculueux et ventral qui sert à la locomotion (reptation, enfouissement) (Karas, 2009).

Les gastéropodes forment une classe des mollusques à morphologie extrême assez uniformes, mais assez différents par leur anatomie interne (Boué et Chanton, 1971).

Ces mollusques reproduisent le type fondamental dans ses grandes lignes, mais ils sont soumis au cours de leur organogenèse à des modifications anatomiques très profondes qui bouleversent les rapports anatomiques de leurs organes. Il s'agit, pour l'essentiel, de mouvement de flexion et de torsion auxquels s'ajoute un enroulement à droite (coquille dextre) ou à gauche (coquille senestre). Ces mouvements prennent place au cours de la métamorphose de la larve (Maissiat et *al.*, 1998).

2. Classification des gastéropodes

Les gastéropodes se répartissent en trois groupes assez tranchés : Les Prosobranches, les Opisthobranches et les Pulmonés (Maissiat et *al.*, 1998).

2.1.Prosobranches

Les prosobranches représentent la quasi-totalité des gastéropodes marins à coquille (Gaillard, 1991). Chez ces gastéropodes, la respiration s'effectue à l'aide d'une seule branchie qui est en avant du cœur de la cavité palléale (Grassé et Doumenc, 1998).

2.2.Opisthobranches

Les Opisthobranches sont des gastéropodes à coquille enroulée, univalve parfois bivalve, recouvert plus ou moins par le manteau. La cavité palléale située à droite est largement ouverte (Grasse et *al.*, 1995).

2.3.Pulmonés

Le nom de pulmonés désigne un certain nombre de gastéropodes, tels que les escargots et les limaces terrestres, qui se sont adaptés à la vie aérienne (Jodra, 2008). Ce sont les seuls mollusques bénéficiant d'une respiration pulmonaire. Ils sont fréquemment hermaphrodites (Grizimek et Fontaine, 1973).

3. Systématique

Kerney et Cameron (2006) rappellent que les escargots et les limaces appartiennent aux :

Règne	Animal
Sous-règne	Métazoaires
Embranchement	Mollusques
Classe	Gastéropodes
Sous-classe	Pulmonés
Ordre	Stylommatophores

4. Morphologie externe

La morphologie externe des gastéropodes est caractérisée par la présence de la tête, du pied et de la masse viscérale (Fig. 1).

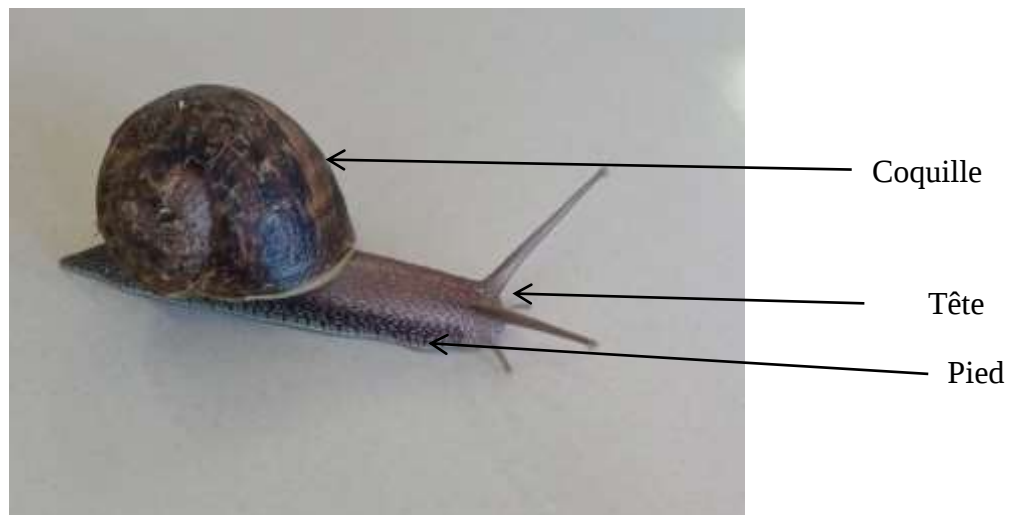


Figure 1 : Organisation générale d'un escargot (Originale, 2021).

4.1. Tête

La tête est nettement distincte, principalement en dessous, où elle est séparée du pied par un sillon plus ou moins renflé. Elle porte des tentacules (Germain, 1930).

La tête est caractérisée par une bouche antéro-ventrale munie d'une mâchoire cornée et d'une langue, dite radula, couverte de petites dents et encadrée par deux joues (Boué et Chanton, 1971). Dorsalement la tête porte, selon les espèces, une à deux paires de tentacules, creux et rétractiles : les tentacules antérieurs, petits et renflés en bouton à leur extrémité ont un rôle tactile et gustatif. Les tentacules postérieurs, les plus grands, également renflés au sommet et portent à leur extrémité un œil logé du côté externe et un organe olfactif. Ces quatre tentacules peuvent s'invaginer sous l'action de muscles spéciaux et rentrer complètement à l'intérieur de la tête (Boué et Chanton, 1971).

4.2. Pied

Le pied (sole), avec lequel l'animal se déplace, est séparé des parties supérieures du corps par un sillon. Il est constitué de muscles dont les mouvements de « vagues » peuvent être observés au travers d'une vitre sur laquelle l'animal se déplace. Lors de déplacement, le pied est lubrifié par du mucus, qui laisse une trace caractéristique (Kerney et Cameron, 2006).

4.3. Masse viscérale

Elle est enroulée à l'intérieur de la coquille, la masse viscérale est l'un des principaux éléments de la morphologie du corps de l'escargot (Belanger, 2009).

D'après Germain (1930), la masse viscérale est recouverte d'une sorte de tunique musculaire, le manteau, limitant en avant une chambre respiratoire. Son bord est libre, épais et glanduleux, il est soudé au tégument dorsal, mais en ménageant un orifice permettant à l'air de pénétrer dans la cavité respiratoire : c'est le pneumostome (Fig. 2).

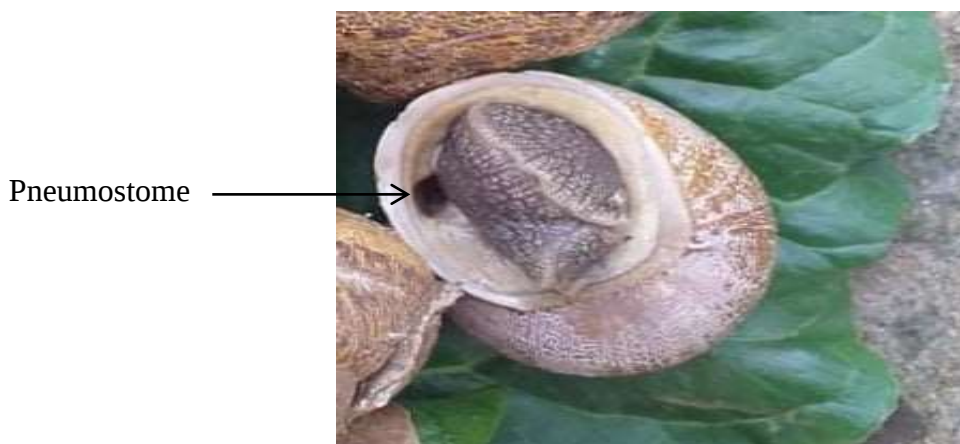


Figure 2 : Pneumostome d'un gastéropode (Originale, 2021).

4.3.1. Manteau

Le manteau c'est un repli saillant et périphérique du tégument dorsal, il crée la cavité palléale (Amroun, 2006). Il assure la production de la coquille et participe à la formation de la cavité respiratoire (André, 1968).

4.3.2. Coquille

Les gastéropodes terrestres sont protégés par une coquille univalve, elle est formée d'une seule pièce, et elle résulte de l'enroulement en hélice d'un cône très allongé. L'ouverture de la coquille est bordée par le péristome et le sommet dénommé l'apex (Fig. 3).

Selon Levêque (2001), la plupart des gastéropodes ont une coquille dextre, mais chez certaines espèces elle est senestre, enroulée dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

La coquille est un critère d'identification par sa couleur, sa taille et sa forme.

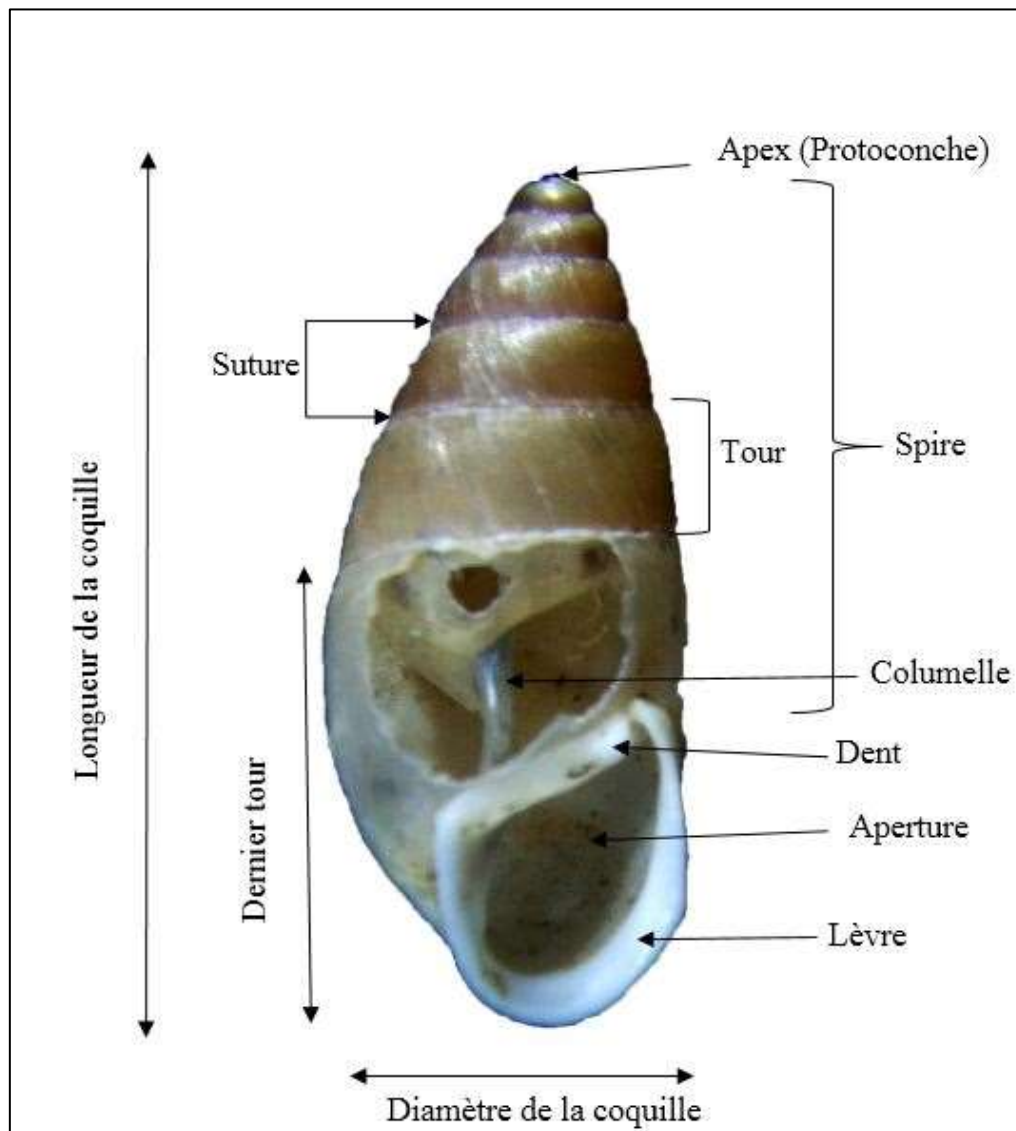


Figure 3 : Coquille d'escargot de la famille des Enidae Algérienne (Ramdini, 2020).

5. Morphologie interne

L'anatomie interne des gastéropodes montre une dissymétrie tout à fait remarquable qui induit des modifications de la masse viscérale au cours du développement (Boué et Chanton, 1971).

5.1. Tégument

Le tégument est formé par un épiderme simple caractérisé par l'abondance des glandes à mucus et un derme à muscles lisses bien développés, notamment pour former les muscles de la reptation et le muscle columellaire, celui-ci s'attache d'une part sur la columelle et d'autre part s'irradie dans la tête et le pied, permettant leur rétraction à l'extérieur de la coquille (Heusser et Dupuy, 2011).

5.2. Système nerveux

Le système nerveux des gastéropodes se compose de trois sortes de ganglions : le ganglion cérébroïdes situé au-dessus de l'œsophage est réuni par une courte commissure. Il innerve les yeux et les tentacules tactiles. Les ganglions pédieux, réunis par une commissure et innervant le pied sont placés sous l'œsophage et réunis aux cérébroïdes par deux connectifs, qui forment un premier collier œsophagien (Fig. 4).

Les ganglions viscéraux au nombre de 3 à 5 situés également sous l'œsophage et en arrière sont reliés aux cérébroïdes par deux grands connectifs, formant un second collier œsophagien beaucoup plus long que le premier (Meglitsch, 1974).

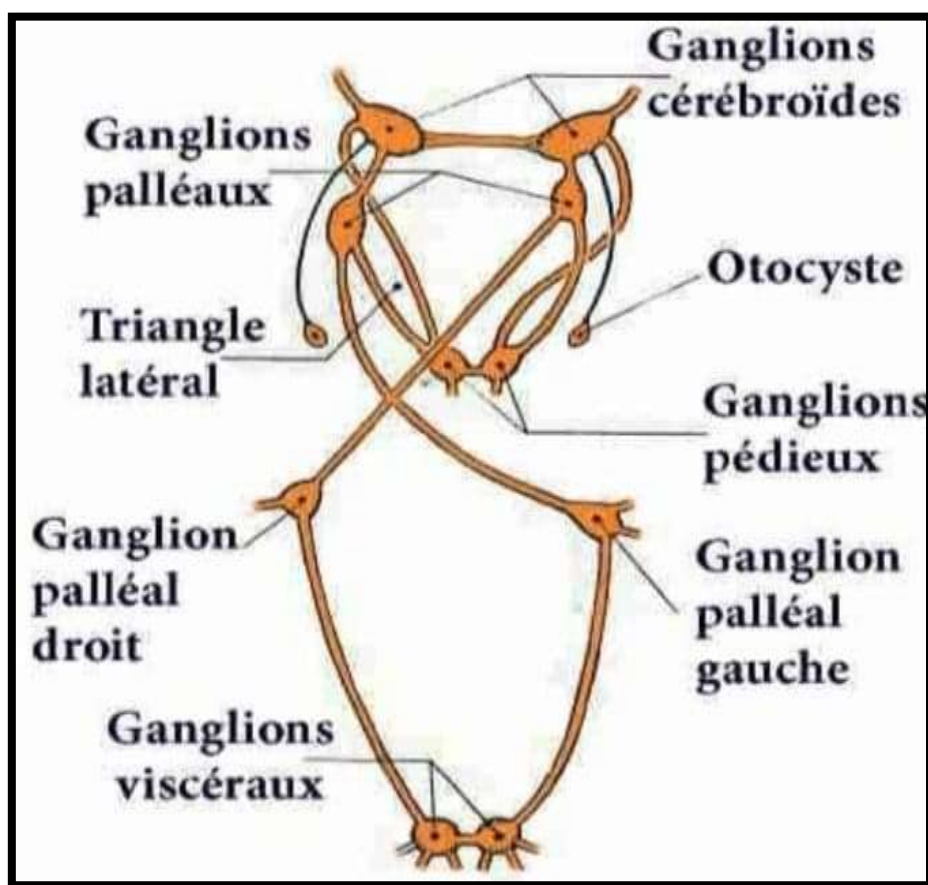


Figure 4 : système nerveux d'un escargot (Meglitsch, 1974).

5.3. Appareil digestif

L'appareil digestif des gastéropodes terrestres est formé successivement d'un bulbe buccal renfermant une radula, qui est une sorte de râpe, une mâchoire et un enrobé dans l'hépatopancréas, puis un rectum aboutissant à l'anus sur la droite de l'animal (Heusser et Dupuy, 1998).

Le tube digestif chez les gastéropodes pulmonés à une forme générale d'un (U), la bouche et l'anus s'ouvrent hors de la coquille au voisinage l'un de l'autre, l'appareil digestif est de longueur très variable (Beaumont et Cassier, 1998).

Le tube digestif se continue vers l'arrière par un œsophage, qui se renfle en jabot, entouré par l'hépatopancréas ou glande digestive qui sécrète des diastases, en particulier une cytase qui digère la cellulose. Il fonctionne également comme un organe de réserve du glycogène, fer calcaire, qui est utilisé pour la croissance de la coquille et de la formation de l'épiphragme (Guyard, 2009) (Fig. 5).

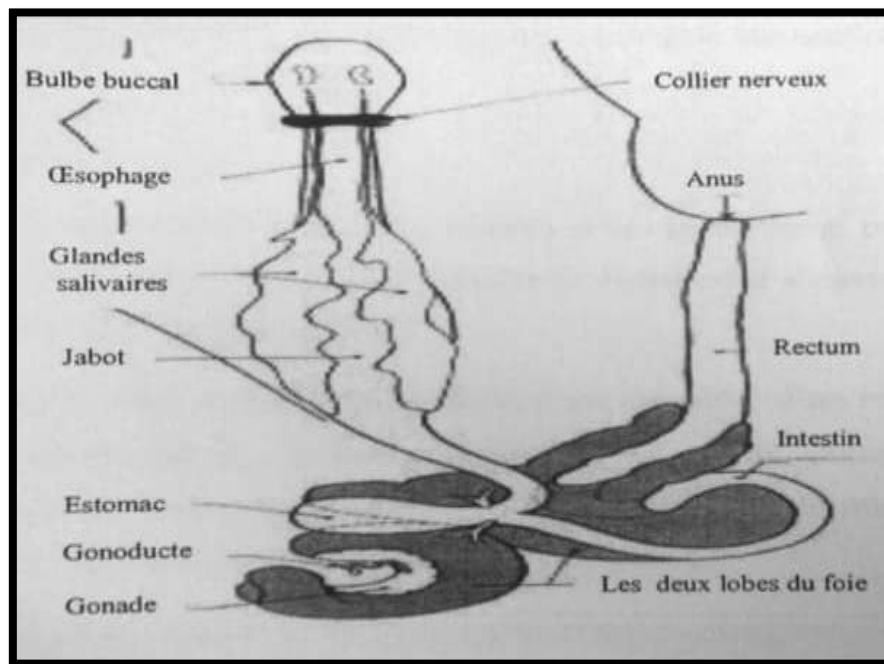


Figure 5 : Appareil digestif de l'escargot (Boué et Chanton, 1958).

5.4. Appareil respiratoire

La grande majorité des pulmonés, adaptés à la vie sur terre, respirent par un poumon (Grassé et Doumenc, 1985). L'appareil respiratoire est constitué par la cavité palléale remplie d'air et considérée comme un poumon, elle ne communique avec l'extérieure que par le pneumostome (Boué et Chanton, 1971). Les échanges gazeux ne se font bien, que si l'air de la cavité palléale est humide. Par temps sec, l'animal se rétracte dans sa coquille, ce qui diminue l'évaporation de la pellicule d'eau pulmonaire (Heusser et Dupuy, 2011).

5.5. Appareil génital

L'appareil génital est complexe (Fig. 6). Il est hermaphrodite, c'est-à-dire que chez l'escargot d'une part, la gonade sous des influences endocrines peut fonctionner

successivement comme un testicule ou comme un ovaire, produisant des spermatozoïdes ou des ovocytes (ovules). D'autre part l'appareil génital comporte des organes relevant des deux sexes ; l'escargot est d'abord mâle, les spermatozoïdes sont fabriqués par la gonade-testicule suivent le spermiducte, portés par le liquide séminal jusqu'au pénis, ils seront agglutinés en spermatophores destinés à être transmis à un partenaire (Boué et Chanton, 1971).

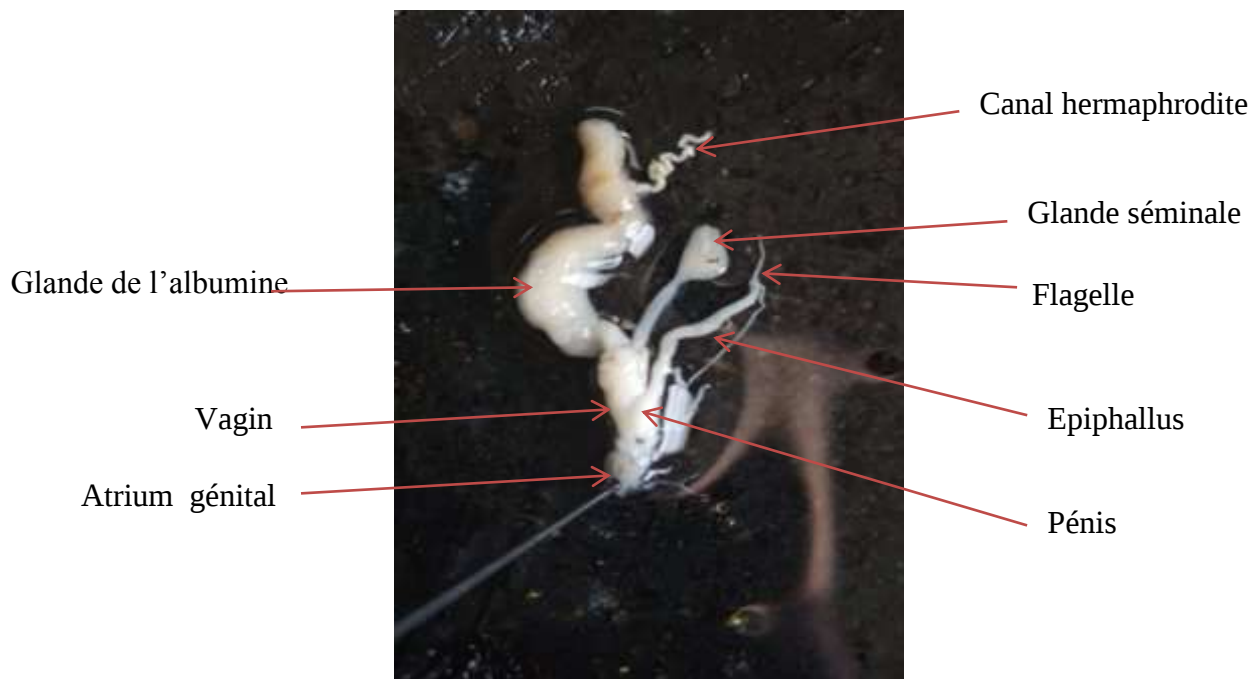


Figure 6 : Appareil génital de *Cernuella virgata* (Originale, 2021).

5.6. Appareil circulatoire

Le système circulatoire non clos des pulmonés comprend essentiellement un cœur, un ou deux vaisseaux artériels, un système de sinus ou de lacune puis des vaisseaux qui assurent le retour de l'hémolymphe sont qualifiés souvent de veines (Maissiat et *al.*, 2011).

5.7. Appareil excréteur

L'enroulement de la masse viscérale a fait disparaître un rein, il n'en subsistera qu'un, le gauche, appliqué contre le péricarde. Le canal excréteur se dirige vers l'avant et va longer le rectum. L'orifice excréteur est situé près de l'anus, entre celui-ci et le pneumostome (Boué et Chanton, 1971).

Le rein unique des pulmonés est massif, avec des parois très plissées et un uretère tubulaire relativement long, qui joue un rôle important dans la réabsorption de l'eau. Chez les pulmonés terrestres, les ouvertures des canaux rénaux péricardiques sont étroites, peut-être

afin de limiter la déperdition de l'eau au cours de la formation des urines (Meglitsch, 1974).

6. Reproduction

La reproduction fait intervenir un accouplement au cours duquel sont échangés les spermatozoïdes, assurant une fécondation croisée (Heusser et Dupuy, 1998).

Les pulmonés sont hermaphrodites, mâles et femelles pour un même individu. Lors de l'accouplement, chaque individu transfère son sperme à l'autre. Aucun cas de reproduction asexuée n'est connu, mais quelques espèces sont capables d'autofécondation (Kerney et Cameron, 2006). Les deux escargots hermaphrodites effectuent une parade complexe qui prépare chaque escargot à introduire son pénis dans son partenaire (Gamlin et Vines, 1996).

L'intervalle entre l'accouplement et la ponte est variable en conditions constantes de température et d'hygrométrie (20°C et 85%), les durées moyennes sont de 10 à 15 jours. Pour pondre, l'escargot creuse un nid dans la terre de 4 à 5 cm de profondeur. La durée de la ponte est comprise entre 12 à 48 heures (Cobbinah et *al.*, 2008).

Le sperme peut être conservé plus d'un an, mais la ponte des œufs intervient habituellement une quinzaine de jours après l'accouplement (Kerney et Cameron, 2006).

7. Longévité et mortalité

La durée de vie des escargots varie selon les espèces. Leur mort est souvent due à des prédateurs ou à des parasites. En captivité, leur longévité est bien plus longue (Cappuccio, 2011).

La mortalité est la plus élevée aux premiers stades de leur vie. Les œufs ne bénéficient d'aucune protection de la part des adultes et beaucoup se déshydratent ou sont l'objet de prédation. Les jeunes sont également très vulnérables au climat et aux prédateurs.

Chez les petites espèces, beaucoup d'adultes meurent après la ponte, bien qu'ils puissent vivre un an ou plus ; quelques-uns peuvent survivre une seconde saison. Chez les grandes espèces seulement, la moitié ou moins des adultes meurent chaque année et quelques individus peuvent atteindre l'âge de huit à dix ans et probablement plus (Kerney et Cameron, 2006).

8. Le rythme d'activité des gastéropodes

Selon les recherches des Yves et Cranga (1997), les pulmonés terrestres sont des poïkilothermes, ils ont le sang-froid et ne peuvent pas régler sa température corporelle, elle doit s'adapter aux changements de température et d'humidité, subir en permanence différents stades d'activité et d'inactivité, vivant au rythme de jour et de la nuit, de pluie et de jour

ensoleillé et au rythme de saisons. Lorsque les facteurs environnementaux sont défavorables (sécheresse en été, froid en hiver), le taux de croissance sera très faible ou s'annule. L'escargot possède deux rythmes d'activité, l'un journalier et l'autre saisonnier (Cobbinah et *al.*, 2008).

8.1. Activité journalière

Comme de nombreux invertébrés, les principales fonctions vitales des escargots sont très dépendantes des conditions environnementales, notamment des cycles de jour et de nuit, de l'humidité et de la température (Yves et Cranga, 1997).

Dans des conditions de température et d'humidité optimales, pendant la journée, les escargots se cachent dans un endroit frais pour réduire la perte d'eau et servir d'abri contre les ennemis naturels (Kerney et Cameron, 2006). À la tombée de la nuit, l'activité nocturne des escargots est déclenchée par le coucher de soleil, se traduisant par leurs sorties des abris en quête de nourriture (Cobbinah et *al.*, 2008).

8.2. Activité saisonnière

La succession des saisons est un facteur déterminant des activités de l'escargot, car le rythme biologique de ce dernier est synchronisé avec le rythme saisonnier, plus précisément avec la durée de la journée (Cobbinah et *al.*, 2008).

En cas de condition défavorable, les escargots peuvent se maintenir en vie en se rétractant dans leur coquille et sécrétant parfois une membrane protectrice à l'ouverture de cette coquille. Il s'agit d'une période de vie ralentie appelée estivation en pays tropicaux, et hibernation pour les escargots européens, pour qui le froid est un facteur limitant très important (Codjia et Noumonvi, 2002).

8.2.1. Estivation

L'estivation est une adaptation physiologique qui permet de supporter la saison sèche (Pepin et *al.*, 1973). C'est un rythme de vie demi-ralent d'été. L'escargot se présente complètement à l'intérieur de sa coquille, dont l'ouverture est fermée par l'intermédiaire des matières muqueuse et calcaire sécrétées par le mollusque lui-même. Durant l'estivation la respiration et les mouvements cardiaques sont normaux, mais il y a une diminution rapide des réserves énergétique (Cobbinah et *al.*, 2008).

8.2.2. Hibernation

Lorsque la température moyenne devient inférieure à 15°C, les escargots déclenchent un autre processus de repos. C'est le cas d'hibernation, ils secrètent un epiphragme (Fig. 7), en se collant sur un support ou s'enfouissant légèrement en terre ou dans la litière du sol (Damerdji et Benyocet, 2006).



Figure 7 : Epiphragme chez les gastéropodes terrestres (Originale, 2021).

9. Habitat

Les préférences ou les exigences écologiques des gastéropodes terrestres sont très différentes d'une espèce à une autre. Les forêts constituent généralement des habitats très riches abritent de nombreuses espèces pouvant se rencontrer dans les jardins, haies ou friches. Les zones humides abritent de nombreuses espèces généralement spécialisées. Les zones pelousaires ou accueillent également des espèces bien particulières et caractéristiques du milieu. 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 lieux favorables au développement de l'escargot sont constitués par les terrains humides qui s'égouttent facilement, par les terrains frais, meubles, non acides et fissurés. Le calcaire remplit ces conditions et joue en outre, un rôle très important dans l'édification de la coquille et d'opercule (Cobbinah et *al.*, 2008).



Figure 8 : Différents habitats des gastéropodes terrestres (Originale, 2021).

10. Régime alimentaire

Le régime alimentaire des gastéropodes varie selon l'espèce. Certains sont végétariens et apprécient toute sorte de végétaux (Cobbinah et *al.*, 2008). Les escargots peuvent s'attaquer aux plantes cultivées des jardins (salade, tomates écrasées, fanes de carottes, de céleris...) causant parfois de gros dégâts aux récoltes (Kerney et Camron, 2006).

Les escargots phytophages hébergent dans leur intestin une flore bactérienne qui participe à la digestion des végétaux. Les bactéries se maintiennent en vie durant l'estivation ou l'hibernation, en se nourrissant du mucus qui est sécrété par l'épithélium intestinal. La plupart des espèces se nourrissent de plantes vasculaires, de champignons, d'algues et de lichens ; les parties aériennes des plantes vertes, aussi bien que les fleurs, les fruits, les graines et les parties souterraines comme des tubercules des pommes de terre ou les racines des carottes et les variétés cultivées de légumes, de fleurs ou de céréales. Comme beaucoup d'animaux herbivores, les escargots peuvent digérer la cellulose et donc consomment du papier et du carton humide. Quelques espèces consomment des charognes, mais peu sont réellement carnivores, il existe des espèces prédatrices tels que *Rumina decollata* (Kerney et Camron, 2006).

11. Influence des paramètres externes sur le comportement des gastéropodes

Un certain nombre de facteurs liés à l'environnement exercent une influence sur le comportement des escargots, les principaux paramètres sont la température, l'humidité et la lumière.

11.1. Température

Les escargots ne peuvent pas contrôler leurs températures internes, leurs fonctions physiologiques sont influencées par la température du milieu extérieur. L'activité de l'escargot sera réduite si la température dépasse un certain seuil, dans un sens ou dans un autre (Cobbinah et *al.*, 2008).

11.2. Humidité

Les escargots préfèrent un taux élevé d'humidité de l'air (de 80 à 90%). Ils sont d'ailleurs actifs durant les périodes humides du jour et pendant la nuit. En dehors de ces périodes humides, ils s'abritent sous la végétation naturelle ou sous des matériaux disposés pour jouer les mêmes rôles (Stivenart et Hardouin, 1990).

11.3. Lumière

Certaines espèces perçoivent la diminution de la lumière par les téguments et non par l'œil. La lumière trop vive est souvent évitée par les pulmonés qui sont généralement des organismes nocturnes. L'influence de la lumière est souvent complémentaire de celle de la température (Pelseneer, 1935).

12. Prédateurs et parasites des gastéropodes terrestres

Des gastéropodes terrestres subissent les attaques de certains prédateurs et parasites.

12.1. Prédateurs

les gastéropodes terrestres subissent une forte pression de prédation, allant des gastéropodes carnivores, jusqu'à l'homme (Barker, 2004). La prédation des gastéropodes par les reptiles est courante dans la nature, mais elle n'est pas largement reconnue comme étant importante dans la régulation des populations de mollusque. Les lézards, les tortues et crocodiliens se nourrissent de mollusques, mais ces animaux doivent être considérés comme des généraliste (Laporta-Ferreira et Salomao, 2004).

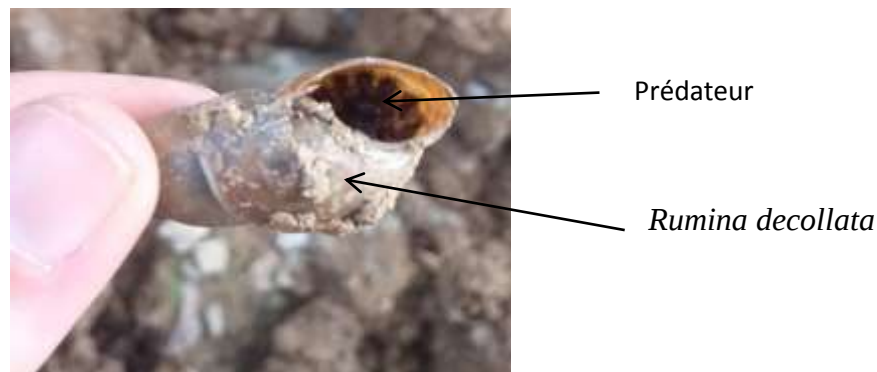


Figure 9 : *Rumina decollata* et son prédateur (Originale, 2021).

12.2. Parasites

Kerney et Camron (2006) annoncent que les escargots et leurs œufs sont parasités par les diptères, dont la larve se développe dans le corps des animaux et peut tuer son hôte.

13. Importances des gastéropodes terrestres

En densité normale, ces animaux sont tous utiles. En effet, ils s'alimentent de cadavres de petits animaux et de déchets végétaux, qu'ils réduisent en petits morceaux et sont donc l'un des premiers maillons de la chaîne de décomposition de la matière organique. Ils contribuent ainsi largement à la minéralisation des substances organiques et à la formation de l'humus, ce qui profite aux cultures (Stievenart et Hardouin, 1990).

Les mêmes auteurs ajoutent que la classification des organismes vivants en catégories dites utiles ou nuisibles est donc arbitraire, car dans la nature chaque être a un rôle à jouer au sien de la communauté biologique, en interaction avec les autres organismes vivants. Un équilibre s'établit tout naturellement entre les soi-disant nuisibles et ceux que qualifiés d'utiles.

13.1. Escargots bio-indicateurs de la qualité du sol

Selon Vaufleury (2012), le sol est une ressource essentielle pour les sociétés humaines et les écosystèmes qu'il convient de protéger, compte tenu des dégradations croissantes liées notamment à la croissance démographique (besoins alimentaires, besoins d'infrastructures) ou aux pollutions (ponctuelles ou d'origine atmosphérique).

Pour mettre en place, suivre et assurer les actions et de protection et de gestion, il convient de définir des indicateurs qui permettent d'identifier et de quantifier les perturbations, les transformations du sol et les impacts sur les écosystèmes.

D'après Gimbert (2006), l'utilisation des invertébrés pour l'évaluation de la qualité des écosystèmes a une longue histoire dans les milieux aquatiques et terrestres, et récemment on

s'intéresse en milieux terrestres à la faune du sol et notamment aux escargots, qui sont reconnus comme des indicateurs écologiques pertinents car :

- Ils présentent une biomasse significative au sein de la communauté des invertébrés du sol ;
- Ils occupent une situation privilégiée à l'interface sol-plante-atmosphère ;
- Ils intègrent des sources et des voies de contamination multiples ;
- Ils possèdent des capacités de bioaccumulation importantes, pour de nombreux polluants métalliques ;
- Ils présentent des réponses physiologiques (inhibition de croissance, de reproduction, mortalité) ;
- Ils constituent un élément des réseaux trophiques, qui contribue au transfert des polluants du sol et /ou des plantes aux prédateurs.

Selon Karamoko et *al.* (2011), l'escargot constitue un aliment fortement apprécié pour sa chair tendre savoureuse et source alternative de protéines animales. La forte pression de ramassage de ces animaux, du fait de la demande croissante pour la consommation, ainsi que la destruction de leur biotope par l'homme et les ennemis naturels sont autant de facteurs, qui réduisent les stocks d'escargots en milieu naturel. Face à cette situation, leur élevage apparaît nécessaire, d'une part pour compenser les déficits saisonniers d'escargots, et d'autre part pour assurer la pérennité des espèces.

13.2. Utilisation en médecine traditionnelle

Les escargots comestibles occupent aussi une place importante dans la médecine populaire. Chez les enfants en bas âge qui présentent des symptômes d'infection respiratoire, il est recommandé d'utiliser l'huile d'argan sous forme d'un mélange préparé à base de thym et d'escargot qui sont à cuir dans d'huile d'argan. Ce mélange refroidi et filtré est administré en gouttes par voie orale (Radi, 2003).

Au Ghana, une vertu spécifique attribuée au liquide bleuâtre restant dans la coquille une fois la chair extraite : celle de favoriser le développement du nourrisson. La forte teneur en fer de la chair fait partie des remèdes efficaces dans le traitement de l'anémie (Cobbinah et *al.*, 2008). Les mêmes auteurs ont montré que les substances glandulaires présentes dans la chair de l'escargot comestible provoquaient l'agglutination de certaines bactéries, phénomène pouvant permettre de combattre toute une variété de maladies, dont la coqueluche.

Chapitre II

Présentation des

régions d'études

Notre étude a été réalisée dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Au nord centre de l'Algérie.

1. Situation géographique

La wilaya de Tizi-Ouzou est située dans la région de la grande Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura à 100 kilomètres de la capitale du pays. Sa superficie est de 2994 km², elle est délimitée par la mer Méditerranée au Nord, par la wilaya de Bouira au Sud, la wilaya de Bejaia à l'Est et par la wilaya de Boumerdes à l'Ouest.

2. Présentation des régions d'étude

Notre étude sur la biodiversité des gastéropodes terrestres a été réalisée dans deux régions situées dans la wilaya de Tizi-Ouzou qui sont Maâtkas et Tizi-Gheniff (Fig. 10).

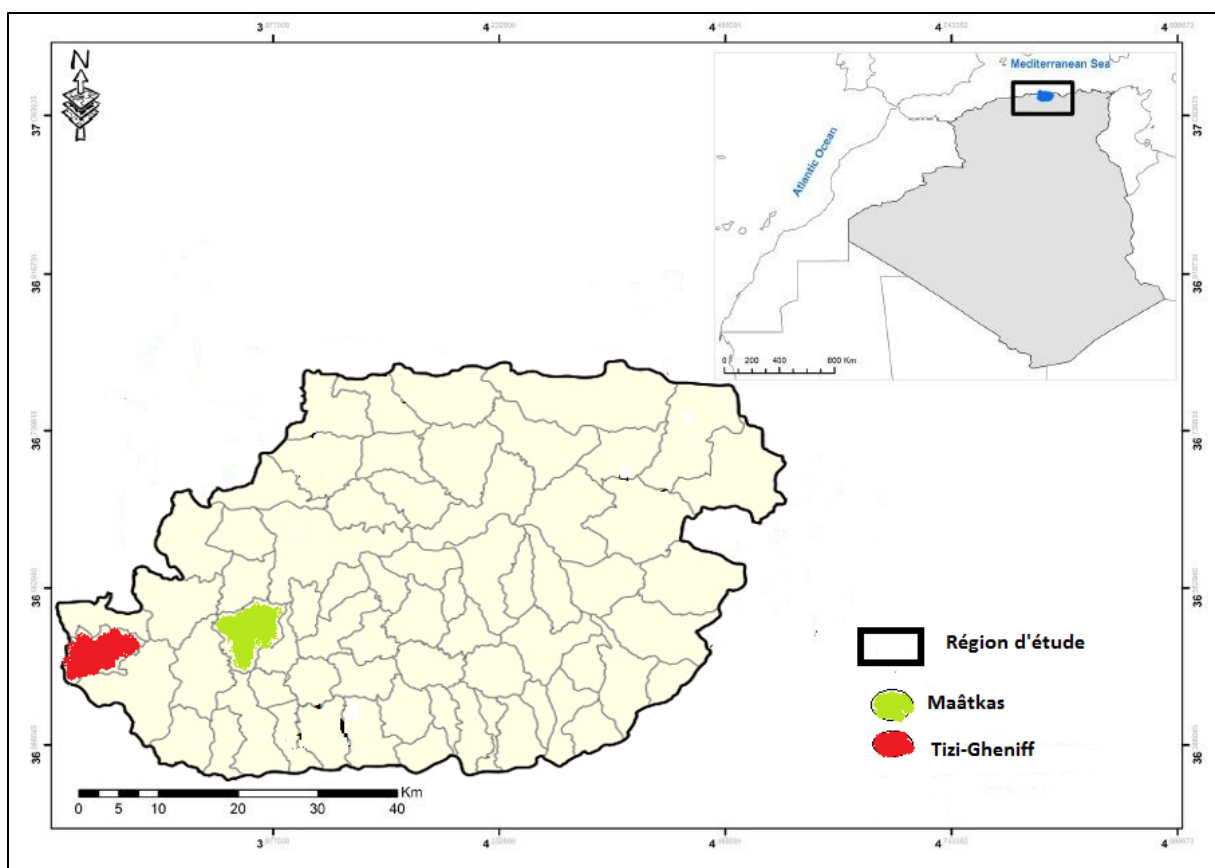


Figure 10 : Carte de localisation géographique des régions d'études.

2.1. Situation géographique de la région de Maâtkas

Maâtkas est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, dans la région de la Kabylie, située à 20 km au sud-ouest de Tizi-Ouzou, d'une superficie de 45,29 km². Pour réaliser notre étude, échantillonnage a été réalisé dans trois stations différentes (Tab. 1).

Tableau 1 : présentation des trois stations d'études dans la région de Maâtkas

Région	Stations	Altitudes (m)	Coordonnées
Maâtkas	Souk El Tenine	584	36° 35'59''N 4° 00'44''E
	Agouni boufal	571	36°36'45''N 4°00'54''E
	Souk El Khemis	530	36°36'43''N 3°58'48''E

2.2.Situation géographique de la région de Tizi-Ghennif

La commune de Tizi-Ghennif est située à une cinquantaine de kilomètres à l'extrême Sud-ouest du chef-lieu de la Wilaya de Tizi-Ouzou, avec des altitudes varient entre de 220m et 800m. Les caractéristiques des stations d'échantillonnages sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Présentation des trois stations d'études dans la région de Tizi-Ghennif

Région	Stations	Altitudes (m)	Coordonnées
Tizi-Ghennif	Ait Ouakli	204	36°38'44''N 3°44'32''E
	Boughzelle	150	38°38'50''N 3°44'24''E
	Iarbitine	107	36°38'28''N 3°44' 35''E

3. Étude climatique

Le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels. Il intervient en ajustant les caractéristiques écologiques des écosystèmes (Ramade, 1993). En effet, le climat de nos deux régions d'étude est un climat méditerranéen. En année normale, il est caractérisé par une saison humide et douce en hiver, avec des pluies de fortes intensités et une saison sèche et chaude en été, où les précipitations sont rares ou absentes. Les facteurs écologiques, en particulier ceux en apport avec le climat n'agissent jamais de façon isolée, mais simultanément (Ramade, 1984).

Dajoz (1982) rapporte que les êtres vivants ne peuvent se maintenir qu'entre certaines limites bien précises de certains facteurs climatiques. Parmi ces derniers il faut citer : la température, l'humidité relative de l'air, la pluviométrie et le vent.

3.1. Température

La température est l'élément le très important du climat, étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent (Dajoz, 2006). Selon Ramade (1984), ce facteur agit directement sur les activités biologiques et écologiques des êtres vivants, il contrôle leur croissance, leur répartition et leur activité locomotrice. Des phénomènes comme la photosynthèse, la respiration, la digestion dont la réaction est en fonction de la température. La grande majorité des êtres vivants ne peut subsister que dans un intervalle de température comprise entre 0 et 50°C (Dajoz, 2006).

Les valeurs de températures mensuelles maximales, minimales et moyennes de 2012 au Mai 2020 sont mentionnées dans la figure 11.

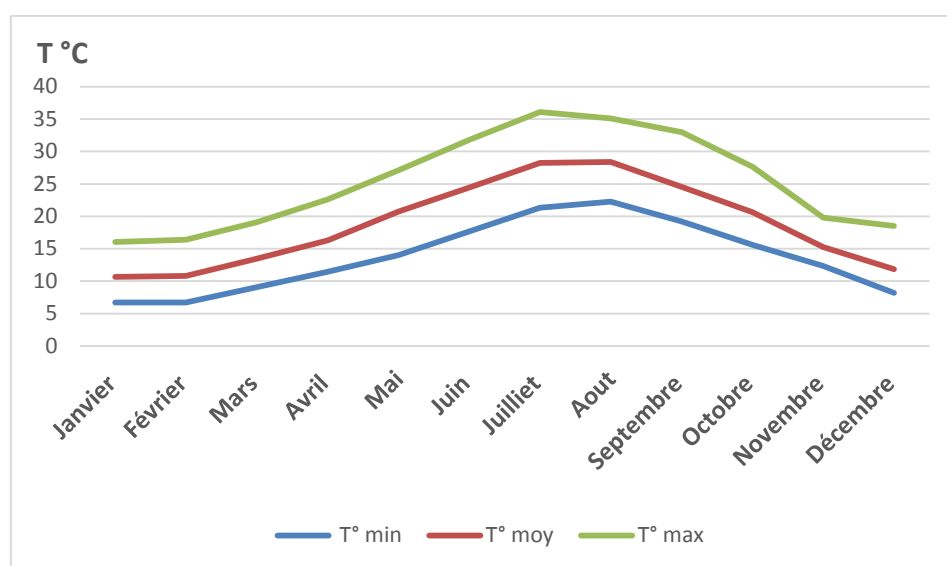


Figure 11 : valeurs de températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (2012/2020).

D'après la figure 11, nous constatons que, durant la période allant de 2012 à 2020, le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température moyenne mensuelle maximale de 36°C, et une température moyenne mensuelle minimale de 21°C. Le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une température moyenne mensuelle maximale de 16°C et une température mensuelle minimale de 6°C.

3.2. Humidité

L'humidité désigne la teneur en eau dans l'air d'un biotope, elle est considérée comme un facteur climatique important, qui ne peut être séparé des autres paramètres qui l'accompagnent, telle la température (Ramade, 2003).

Selon Dajoz (1975), l'humidité a une influence sur la longévité, la vitesse du développement, la fécondité et le comportement des espèces.

Le pourcentage d'humidité enregistré au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou durant la période d'étude est mentionné dans la figure 12.

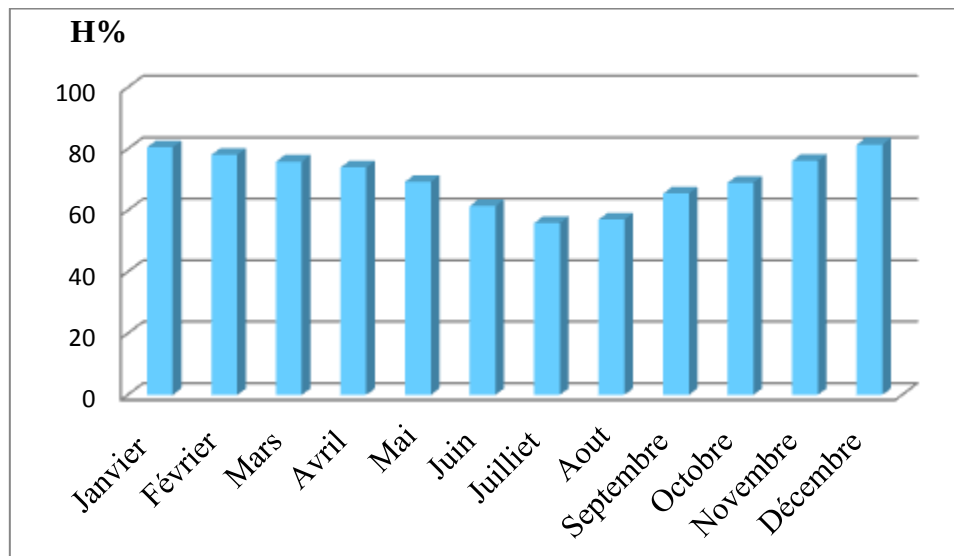


Figure 12 : Humidité relative moyenne mensuelle de la wilaya de Tizi-ouzou (2012/2020)

À partir de la figure 12, nous constatons que l'humidité relative moyenne pour la période allant de 2012 à 2020 varie entre 51% et 80%. L'humidité la plus élevée est enregistrée en mois de Décembre avec une valeur moyenne de 80 %, alors que le mois le moins humide est Juillet avec un taux de 51%.

3.3.Pluviométrie

La pluviométrie est un facteur fondamental pour les écosystèmes terrestres car elle conditionne avec la température leur structure et leur productivité primaire (Ramade, 2008). L'activité trophique et productrice des êtres vivants est influencée par ce facteur. Ramade (2003) rapporte qu'en région méditerranéenne, le régime des précipitations est hivernal et que les pluies annuelles tombent surtout durant les trois mois d'hiver.

Selon Seltzer (1946), les pluies en Algérie sont d'origine orographique et torrentielle, elles augmentent avec l'altitude.

Les moyennes mensuelles des précipitations (en mm) enregistrées pour la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude sont présentées dans la figure 13.

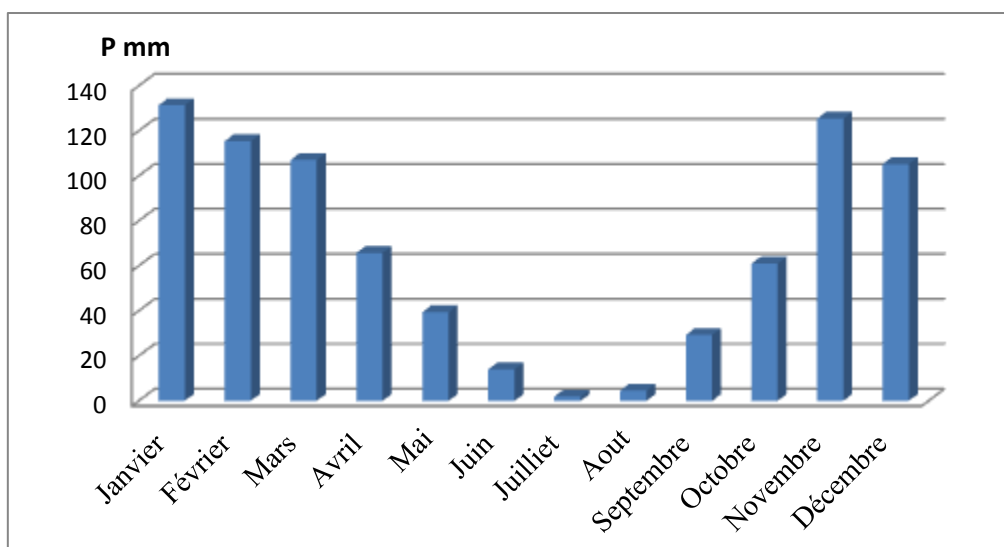


Figure 13 : Précipitation moyenne mensuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou (2012/2020).

D'après la figure 13, la moyenne des précipitations la plus importante est enregistrée pendant le mois de Janvier avec 130 mm, et la moyenne des précipitations la plus faible est enregistrée pendant le mois de Juillet avec une valeur de seulement 1 mm.

3.4.Vent

Le vent est un grand inhibiteur de l'activité des gastéropodes terrestres due à son effet déshydratant. Parfois les escargots et les limaces de petite taille sont transportés par les vents, qui assurent leur dispersion dans leur milieu (Ramade, 2003).

La vitesse de vent au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou durant la période d'étude est notée dans la figure 14.

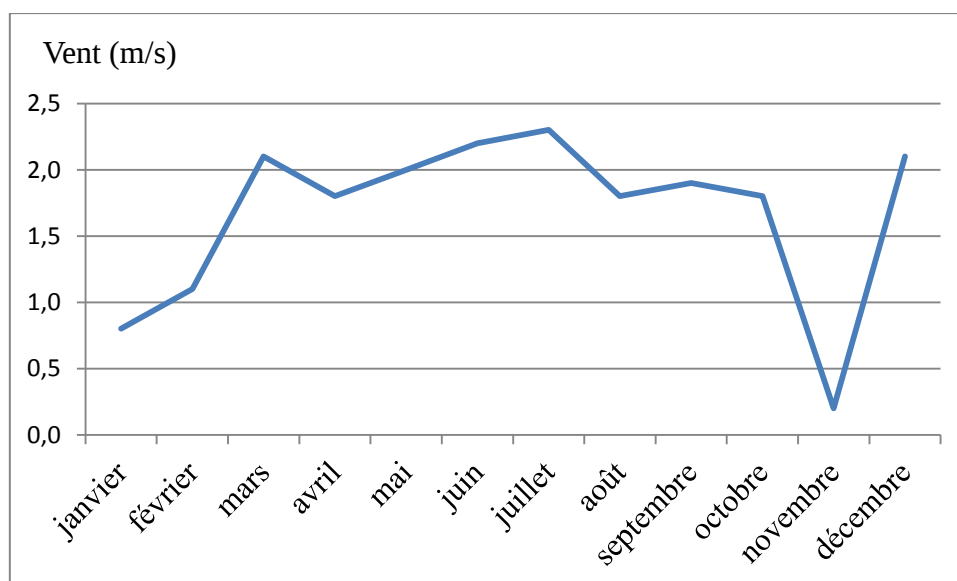


Figure 14 : Variation de la vitesse du vent au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou (2012/2020).

À partir de la figure 14, nous constatons que la vitesse moyenne de vent varie entre 0.2 m/s et 2.25 m/s. La valeur minimale est de 0.2 m/s, elle relevée durant le mois de Novembre. La vitesse maximale est de 2.25 m/s, elle est enregistrée en mois de Juin.

4. Synthèse climatique

4.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS ET GAUSSEN

Ce diagramme est utilisé pour déterminer la saison sèche et humide d'une région donnée.

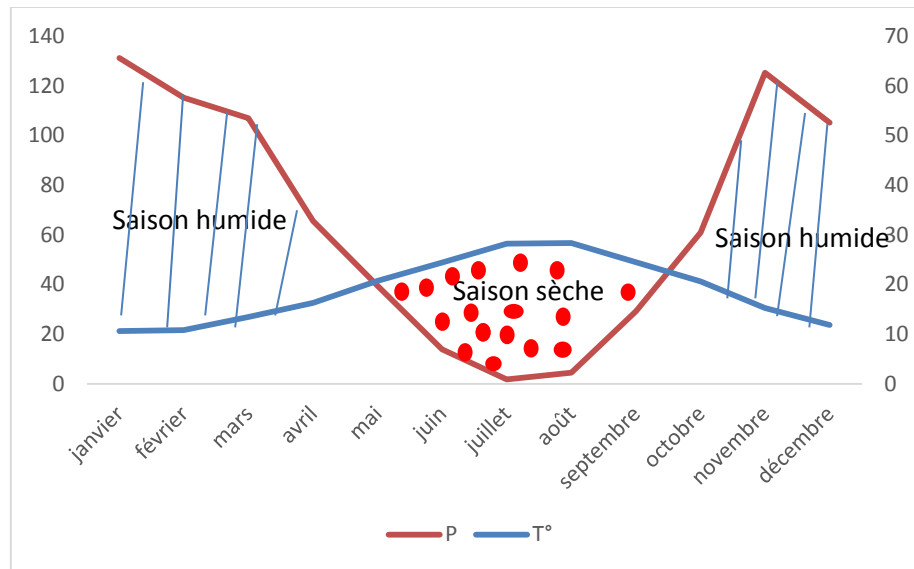


Figure 15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien de la wilaya de Tizi-Ouzou (2012-2020).

L'analyse du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien montre que la période sèche est de 4 mois et demi. Elle s'étend de mois de mai jusqu'à mi-septembre, tandis que la période humide s'étend du mois d'octobre jusqu'au début du mois de mai.

4.2. Climagramme d'EMBERGER

Pour positionner notre région d'étude dans ce climagramme, nous devons calculer le quotient pluviométrique d'Emberger qui est déterminé selon la formule suivante :

$$Q2 = 2000P / M^2 - m^2$$

Q2 : indice pluviométrique qui se fonde sur les critères liés aux précipitations annuelles moyennes P (mm), à la moyenne des minima du mois le plus froid de l'année m (°K), et à la moyenne des maxima du mois le plus chaud M (°K).

La formule a été simplifiée par Stewart (1969) :

$$Q3 = (3.43 * p) / (M - m)$$

Avec M et m, exprimé en degré Celsius (°C).

Pour notre région d'étude :

$P=800.01$ mm (précipitation annuelle en mm)

$M=32.98$ °C

$m=4.96$ °C

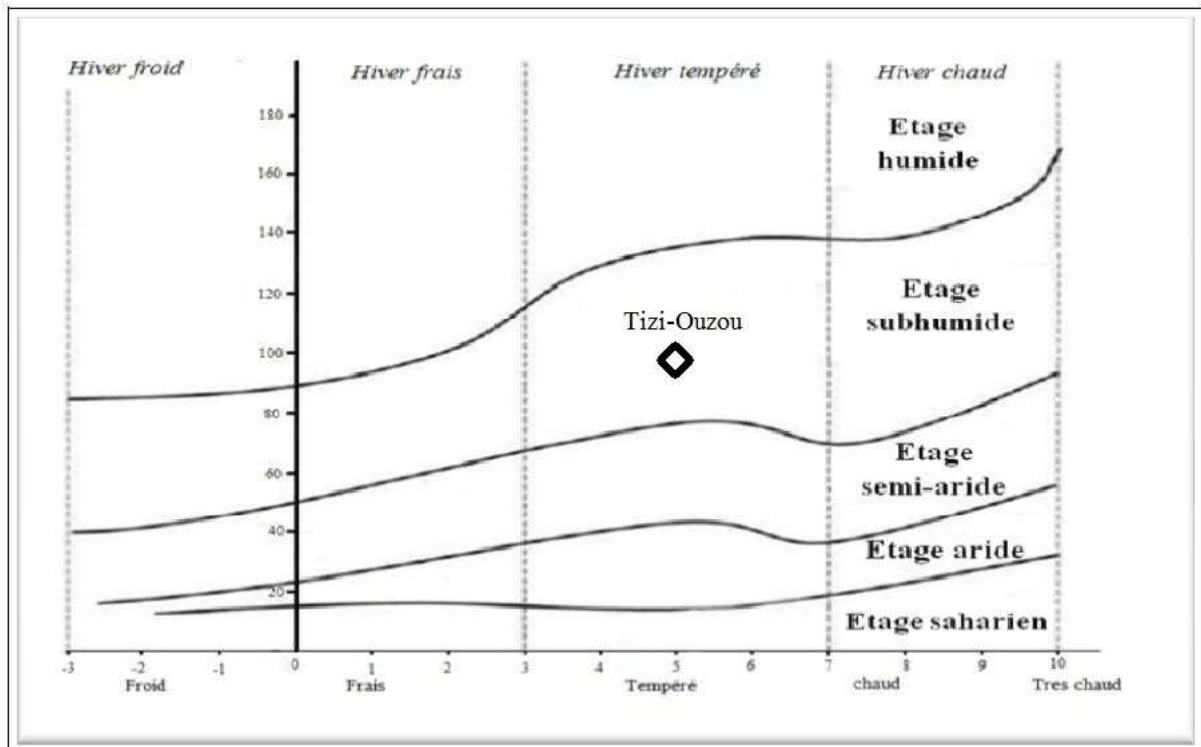


Figure 16 : Situation de la région de Tizi-Ouzou dans le climagramme d'Emberger pour la période (2012-2020).

Le Q3 calculé est de 98, ceci permet de classer la région dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré.

Chapitre III

Matériel et Méthodes

Dans le but de contribuer à la connaissance de la malacofaune de la région de la Kabylie, un inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes terrestres a été réalisé au niveau de six stations dans la région de Tizi-Ouzou. Le travail est subdivisé en deux parties, la première sur le terrain, elle consiste au ramassage des escargots et les limaces par différentes méthodes de prélèvement. La deuxième partie réalisée au laboratoire, où nous avons effectué le tri et l'identification des spécimens d'escargots. D'un autre côté, une étude morphométrique de deux espèces du Genre *Cernuella* prévenant de deux populations différentes.

1. Travail réalisés sur le terrain

L'échantillonnage est déroulé du mois de Janvier jusqu'au mois de Mai 2021. La récolte des escargots a été effectuée une fois par mois sur une superficie de 100m², en utilisant plusieurs méthodes de prélèvement qui sont : la chasse à vue ou le ramassage direct, le tamisage de la litière et le prélèvement par piégeage, par la méthode des pots Barber.

1.1.Prélèvement direct ou chasse à vue

Les espèces visibles à l'œil nu sont en général recherchées dans tous les microhabitats humides qui pouvant servir d'abri pendant la journée. Les meilleurs moments pour chercher les escargots sont pendant ou après les pluies. Par temps sec, nous avons prospecté tous les endroits qui sont alors susceptibles d'abriter des escargots, tels que le dessous des pierres, les fissures de roches, sous les écorces des arbres abattus et les feuilles mortes (Fig. 17).

Cette méthode est accessible à tous et ne nécessite pas un grands matériel, et permet d'observer les espèces dans leur habitat naturel, l'inconvénient est de rater toutes les espèces de petite taille et les spécimens s'enfonçant dans les premières couches de sol.



Figure 17 : Prélèvement à vue des gastéropodes terrestres dans leurs habitats naturels (Originale, 2021).

1.2. Tamisage de la litière

Les escargots les plus petits qui ne peuvent être collectés à l'œil nu, sont recherchés plus méthodiquement par tamisage de la litière ramassée au niveau des différentes stations et observée sous une loupe binoculaire, cette méthode consiste au passage d'un volume définie de la litière par une série de tamis de mailles décroissants, ensuite, la fraction fine est observée sous une loupe binoculaire (Fig. 18).



Figure 18 : Prélèvement des escargots par tamisage de la litière, et l'observation sous une loupe binoculaire (Originale, 2021).

1.3. Prélèvement par piégeage (pots Barber)

Le pot Barber s'agit d'un récipient en métal ou en matière plastique, ces pots sont enterrés verticalement de façon à ce que l'ouverture se trouve à ras de sol. Dans notre étude nous avons placé des pots en plastique, remplis au 1/3 de leur contenu avec de l'eau additionnée d'un détergent qui joue le rôle de mouillant, empêchant les escargots de s'échapper (Fig. 19).



Figure 19 : Piégeage des gastéropodes terrestres par des pots Barber (Originale, 2021).

Tous les individus récoltés sont mis dans des tubes remplis d'éthanol à 75°, que nous avons apportés au laboratoire pour l'identification.

2. Travail réalisé au laboratoire

Les échantillons sont ramenés au laboratoire, où les escargots vivants sont séparés, puis identifiés, comptés et remis dans la nature. La plupart des escargots peuvent être identifiés à partir des caractères de la coquille. Sa forme et sa taille sont les critères les plus importants pour définir les familles.

L'identification a été faite au niveau de laboratoire de recherche en écologie des invertébrés terrestres, par Mr. RAMDINI R. Doctorant au sein de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

3. Étude morphométrique du genre *Cernuella*

Une étude morphométrie de deux espèces du genre *Cernuella* prévenant de deux populations différentes a été faite afin de mettre en évidence les caractéristiques morphologiques et spécifiques de chaque population.

3.1. Matériel utilisés au laboratoire

Nous avons utilisé plusieurs outils pour effectuer la dissection (Fig. 20)

- Des pinces fines ;
- Des épingles pour fixation ;
- Une patte à modelé utilisée comme support pour fixer les individus ;
- Éthanol à 75° ;
- Une loupe binoculaire ;
- Un pied à coulisse pour prendre les mesures ;

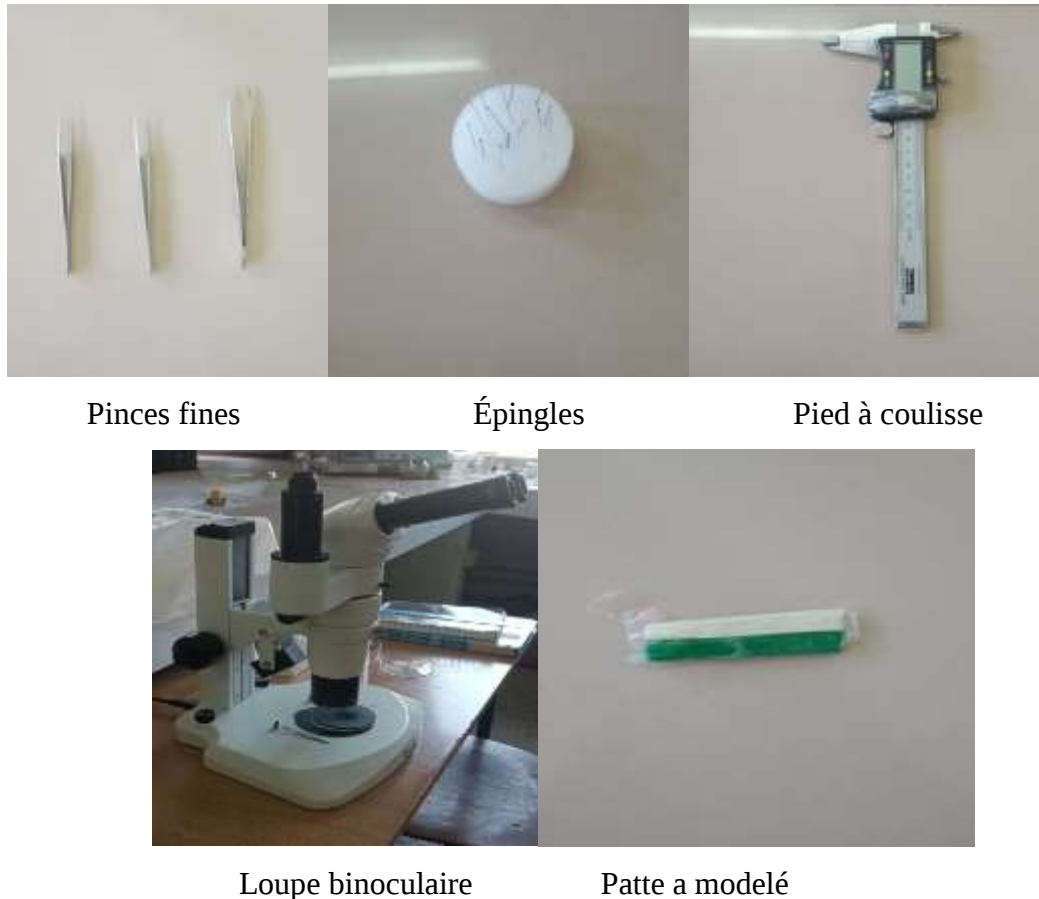


Figure 20 : Différents matériels utilisés pour faire la dissection (Originale, 2021).

3.2.Étapes suivies pour effectuer la dissection

Nous avons disséqué 12 individus du genre *Cernuella*, dont 6 individus appartenant à *C. virgata* et 6 autres de petite taille nommé *Cernuella* sp. morphologiquement distincte de l'espèce précédente. Ensuite nous avons fait une comparaison, entre les mesures de leurs coquilles et de leur appareil génitaux.

3.2.1. Ramassage des escargots vivants

Nous avons récolté les escargots de différentes stations de la région de Tizi-Ouzou, pendant la période hivernale (Décembre 2020 et Janvier 2021), une période coïncide avec la saison de reproduction de ce genre, afin d'assurer que nos spécimens sont des adultes et leur appareil génital est bien complètement développé.

3.2.2. Sacrifice et conservation des individus

Le sacrifice des spécimens a été réalisé par la méthode de noyade. Cette méthode consiste à mettre les espèces dans l'eau pendant 24 à 36 heures, ensuite les mettre dans l'alcool à 75° pour les conserver et les déshydrater (Fig. 21).



Figure 21 : Conservation des individus dans l'éthanol (Originale, 2021).

3.2.3. Extraction des individus de leur coquille

Une fois que l'escargot est complètement immobilisé, nous procédons à l'extraction de la coquille, à l'aide d'une pince à dissection (fig. 22).



Figure 22: Extraction de l'escargot de sa coquille (Originale, 2021).

3.2.4. Dissection des escargots

Une fois que l'escargot est retiré de sa coquille, dans une cuvette à dissection, l'animal à disséquer est d'abord fixé en l'étirant puis l'épinglant très antérieurement et postérieurement du pied et de la tête (Fig. 23).



Figure 23 : Photo illustrant la fixation d'un escargot sur un support pour la dissection (Originale, 2021).

Après la fixation de l'escargot, nous avons commencé à ouvrir le corps de l'animal avec beaucoup de soin, sous la loupe binoculaire.

Une fois que tous les organes sont repérés et libérés, ils sont tous extraits à la fois.

3.2.5. Isolement de l'appareil génital

Une fois retiré, l'appareil génital de chaque individu est étalé dans la cuvette à dissection contenant une goutte d'eau afin de faciliter l'étalement des organes et éviter leur dessèchement (Fig. 24).

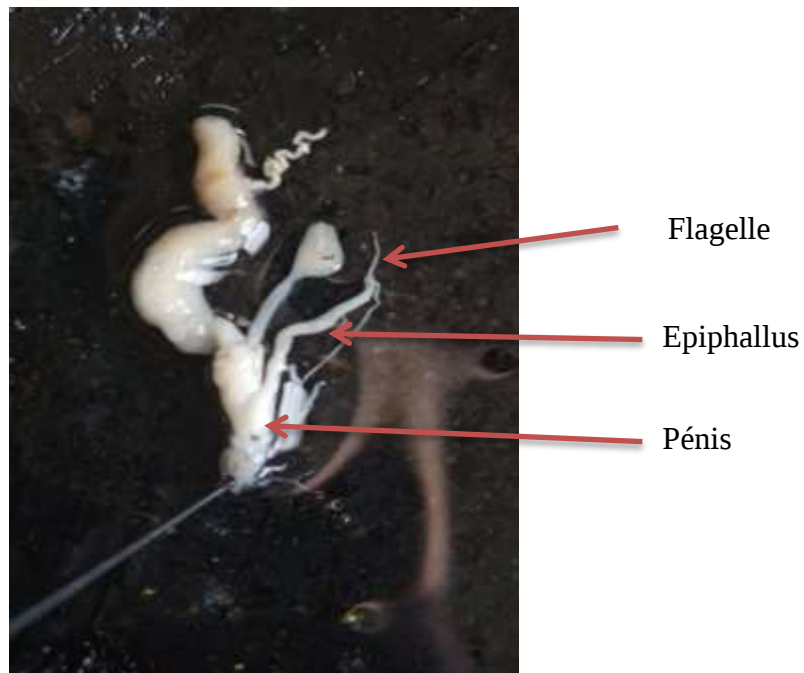


Figure 24 : Appareil génital de l'espèce *Cernuella virgata* (Originale, 2021).

3.2.6. Mesures effectuées

Nous avons mesuré la coquille de chaque individu des deux populations du genre des *Cernuella* ainsi que leur appareil génital.

3.2.6.1. Mesures de l'appareil génital

Trois organes mâles ont été mesurés : la longueur du flagelle (LF), la longueur de l'épiphallus (LE) et la longueur de pénis (LP)

3.2.6.2. Mesures de la coquille

Quatre mesures de la coquille ont été faites : Hauteur de la coquille (HC), Diamètre de la coquille (DC), hauteur de l'ouverture (HO) et longueur de l'ouverture (LO) (Fig. 21).

Nous avons comparé les coquilles des différents individus des deux espèces de *Cernuella virgata* (Fig. 25).



Figure 25 : Coquilles des individus de deux populations de *Cernuella* (Originale, 2021).

4. Traitement des données

Pour le traitement des résultats de l'inventaire des gastéropodes terrestres, nous avons utilisé les indices écologiques de compositions et les indices écologiques de structures.

4.1. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition combinent le nombre des espèces ou richesses totales et leur quantité exprimée en abondance, en fréquence ou en densité des individus contenus dans le peuplement (Blondel, 1975). Pour cela, nous avons utilisé la richesse spécifique, abondance relative (Arel%), la densité et fréquence d'occurrence (F%).

4.1.1. Richesse spécifique

La richesse spécifique totale (S) est le nombre total des espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. Elle représente des paramètres fondamentaux caractérisant un peuplement (Ramade, 1984).

4.1.2. Abondance relative (Ar%)

L'abondance relative (Ar) est le rapport du nombre des individus d'une espèce ou d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre Ni au nombre total des individus de toutes les espèces confondues N (Zaïme et Gautier, 1989). Elle est calculée par la formule suivante :

$$Ar = Ni / N \times 100$$

Avec : A : Abondance relative de l'espèce prise en considération.

Ni : Nombre des individus d'une espèce.

N : Nombre total des individus toutes espèces confondues.

4.1.3. Densité (D)

La densité d'une espèce est le nombre d'individus de l'espèce par unité de surface ou de volume, elle est calculée par la formule suivante (Dajoz, 1985).

$$D = N / P$$

Avec : D : Densité de l'espèce.

N : nombre total d'individus d'une espèce.

P : Nombre total des prélèvements effectués dans le peuplement.

4.1.4. Fréquence d'occurrence (F)

D'après Dajoz (1975), la fréquence d'occurrence d'une espèce « i » est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce « i », prise en considération par rapport au nombre total de relevés effectués. Elle est calculée par la formule suivante :

$$F = Pi / P \times 100$$

Avec : F : Fréquence d'occurrence de l'espèce i.

Pi : Nombre total de prélèvements contenant l'espèce prise en considération.

P : Nombre total de prélèvements faits.

Selon Dajoz (1975), le groupe d'espèces se distingue en fonction de leur fréquence :

- Les espèces accidentelles $0 \% < F < 20\%$
- Les espèces accessoires $20\% < F < 40\%$
- Les espèces régulières $40\% < F < 60\%$
- Les espèces constantes $60\% < F < 80\%$

- Les espèces omniprésentes $80\% < F < 100\%$.

4.2.Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure permettent d'avoir une idée générale sur la structure des populations de la malacofaune dans la région d'étude, tels l'indice de Shannon (H') et l'indice d'équitabilité (E).

4.2.1. Indices de Shannon (H')

Le calcul de cet indice permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné. Cette diversité n'exprime pas seulement le nombre d'espèces, mais aussi leurs abondances et permet également de comparer les faunes de différents milieux, même si les nombres d'individus récoltés sont très différents (Dajoz, 1982).

L'indice de Shannon est exprimé en bits (unité d'information binaire), et il est calculé par l'expression suivante :

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

H' : indice de diversité exprimé en bits.

P_i : n_i/N (proportion d'une espèce « i » par rapport au nombre total d'espèces « S » dans le milieu d'étude).

n_i : Nombre d'individus de l'espèce « i ».

N : Effectif total des espèces récoltées.

$\log_2$: logarithme népérien à base 2.

Une communauté sera d'autant plus diversifiée, que l'indice H' sera plus grand.

4.2.2. Indices d'équitabilité (E)

L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition ' E ', correspond au rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale $H'_{\max}$ (Blondel, 1975).

$$E = H' / H'_{\max} \text{ avec } H'_{\max} = \log_2 S.$$

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

H' : indice de diversité exprimé en bits.

$H'_{\max}$: la diversité maximale exprimée en bits.

L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1 :

- Lorsque E tend vers 0, il exprime un déséquilibre entre l'effectif des différentes composantes présentes.
- Lorsque E tend vers 1, il montre que les espèces présentes ont la même abondance ou une seule espèce domine largement le peuplement étudié.

4.3. Analyses statistiques

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'un calcul statistique : Coefficients de Variation, de corrélations et comparaison des moyennes. Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel statistique « STATISTICA ».

Chapitre IV

Résultats et Discussion

I. Résultats

Les résultats de l'inventaire des escargots et limaces terrestres au niveau de six stations dans la région de Tizi-Ouzou durant une période allant du mois de Janvier au mois de Mai 2021 sont représentés dans des tableaux et des graphes obtenus à partir des calculs des indices écologiques de structure et de composition, ainsi que des statistiques descriptives.

1. Inventaire

Durant les 5 mois d'études et dans les six stations nous avons récolté et identifié au total 493 individus classés en 16 espèces et les résultats sont mentionnés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Espèces des gastéropodes terrestres recensées au niveau de six stations

	Souk-El-Tenine	Agouni Bouffal	Souk-El-Khemis	Ait Ouakli	Boughezelle	Arbithan
<i>Cernuella virgata</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Xerosecta cespitum</i>	-	-	-	+	+	+
<i>Xerosecta</i> sp.	-	+	-	-	+	+
<i>Xerotricha conspurcata</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Trochoidae pyramidata</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Cornu aspersum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cantareus apertus</i>	+	+	+	+	-	-
<i>Otala punctata</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Ganula flava</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Ganula</i> sp.	-	+	+	-	-	-
<i>Milax nigricans</i>	+	+	-	+	+	-
<i>Milax gagates</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Rumina decollata</i>	+	+	+	+	+	-
<i>Mastus pupa</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Ferussacia folliculum</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Caracollina lenticula</i>	-	-	-	+	+	-

D'après le tableau 3, nous remarquons que *Cernuella virgata*, *Cornu aspersum* et *Ganula flava* sont récoltées dans toutes les stations. *Rumina decollata* est présente dans 5 stations et absente dans la station d'Arbithan, *Cantareus apertus* est présente aussi dans 4 stations et absente dans la station Boughezelle et Arbithan, *Milax nigricans* présente dans 4 stations et

absente dans la station Souk El Khemis et Arbithan, *Xerosecta cespitum* est récolté au niveau de 3 stations (Ait Ouakli, Boughezelle et Arbithan). *Xerosecta* sp. est aussi récolté dans 3 stations (Agouni Bouffal, Boughezelle et Arbithan). *Otala punctata* présente dans deux stations (Ait Ouakli et Boughezelle). *Ganula* sp. est présente dans la station d'Agouni bouffal et Souk El Khemis, et pour *Ferussacia folliculum* et *Caracollina lenticula* sont présentés dans les stations d'Ait Ouakli et Boughezelle. Les autres espèces, *Xerotricha conspurcata*, *Trochoidae pyramidata*, *Milax gagates* et *Mastus pupa*, sont récoltés dans une seule station chacune.

1.1. Abondance relative des différentes familles

Durant les 5 mois d'études, nous avons récolté et identifié 8 familles : Geomitridae, Helicidae, Hygromiidae, Milacidae, Achatinidae, Enidae, Ferussaciidae, Trissexodontidae (fig. 26).

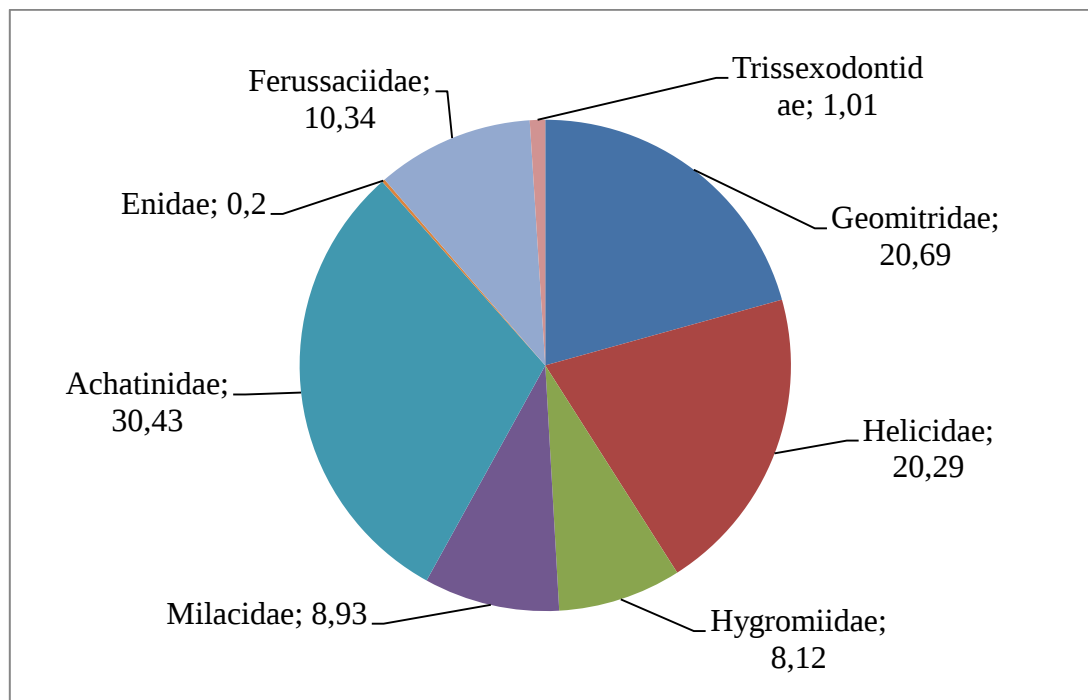


Figure 26 : Abondance relative des différentes familles dans l'inventaire.

Les résultats présentés dans la figure 26 montrent que les familles des gastéropodes terrestres présentent des fréquences centésimales différentes. La famille des Achatinidae est la plus abondante avec une fréquence de 30.43%, suivie par la famille des Geomitridae avec une fréquence relative de 20.69%, ensuite la famille des Helicidae avec un taux de 20.29%, puis la famille des Ferussaciidae avec une valeur de 10.34%, tandis que les autres familles sont peu abondantes.

1.2. Abondance relative des différentes espèces

La part des différentes espèces répertoriées durant la période d'études est présentée dans la figure 27.

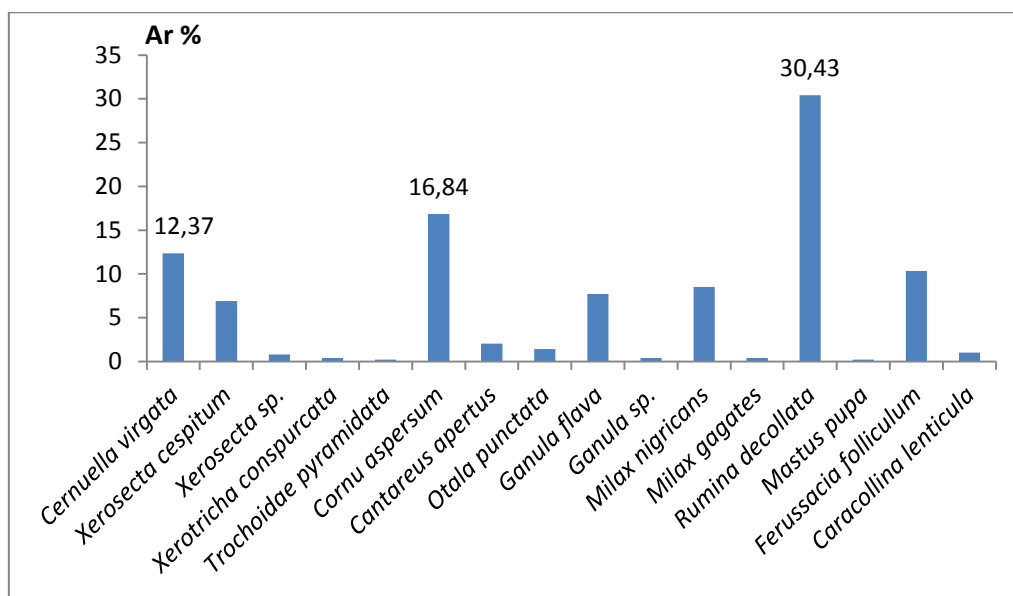


Figure 27 : Abondance relative des différentes espèces dans l'inventaire.

Selon la figure 27, nous remarquons que l'espèce la plus abondante est *Rumina decollata* avec une fréquence centésimale de 30.43%, suivie par *Cornu aspersum* avec une abondance relative de 16.84%, ensuite *Cernuella virgata* avec un taux de 12.37%. Les autres espèces sont les moins abondantes avec des pourcentages faibles.

2. La richesse spécifique des différentes stations d'études.

La richesse spécifique dans les stations d'études est représentée dans la figure 28.

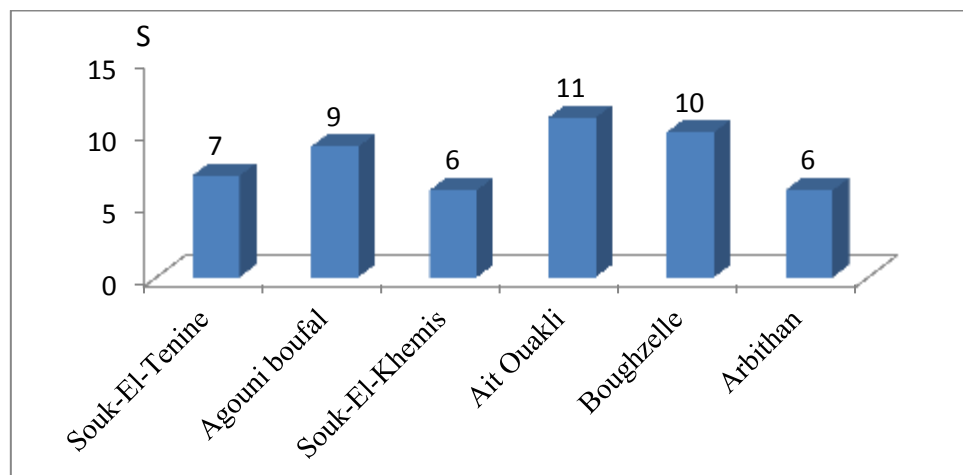


Figure 28 : Richesse spécifique des stations d'études.

La station Ait Ouakli est la plus riche avec 11 espèces recensées, suivies par la station Boughzelle qui comporte 10 espèces, ensuite la station d'Agouni Boufal avec 9 espèces, puis la station de Souk-El-Tenine qui comporte 7 espèces. Enfin la station de Souk-El-Khemis et Arbithan ont la même richesse en espèces avec 6 espèces chacune.

3. Abondance relative, variation de la densité et de la fréquence d'occurrence de chaque station d'études

Les résultats de l'inventaire des escargots et limaces au niveau des stations d'études sont présentés dans des tableaux et des graphes obtenus à partir de plusieurs calculs.

3.1.Souk-El-Tenine

L'abondance relative, la densité et la fréquence d'occurrence de toutes les espèces d'escargots terrestre identifiées au niveau de la station 1 sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Abondance relative, densité et fréquence d'occurrence d'escargots recensés au niveau de la station Souk-El-Tenine.

Familles	Espèces	Ar(%)	D	F %	
Helicidae	<i>Cantareus apertus</i>	5,36	0.6	40	Accessoire
	<i>Cornu aspersum</i>	44,64	5	100	Omniprésente
Hygromiidae	<i>Ganula flava</i>	1,79	0.2	20	Accidentelle
Geomitridae	<i>Xerotricha conspurcata</i>	3,57	0.4	40	Accessoire
	<i>Cernuella virgata</i>	14,29	1.6	80	Constante
Milacidae	<i>Milax nigricans</i>	14,29	1.6	60	Régulière
Achatinidae	<i>Rumina decollata</i>	16,07	1.8	40	Accessoire
5	7	100,00	/	/	/

La station de Souk-El-Tenine compte 7 espèces réparties en 5 familles, les Helicidae, les Hygromiidae, les Geomitridae, les Milacidae et les Achatinidae. 3 espèces sont accessoires, dont *Cantareus apertus*, *Xerotricha conspurcata* et *Rumina decollata*. Une espèce constante qui est *Cernuella virgata*, et une autre régulière qui est *Milax nigricans*. Ainsi que nous avons comptabilisé une autre espèce accidentelle qui est *Ganula flava*.

Dans cette station *Cornu aspersum* est l'espèce la plus abondante avec un taux de 44.64% et une densité de 5 individus par 100m². Suivie par *Rumina decollata* avec une fréquence relative de 16.07% et une densité de 1.8. *Xerotricha conspurcata* et *Ganula flava* sont les

espèces les moins représentées dans cette station avec des abondances relatives de 3.57% et 1.79% respectivement.

3.2. Agouni Boufal

L'abondance relative, la densité et la fréquence d'occurrence de toutes les espèces d'escargots terrestres identifiées au niveau de la station 1 sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Abondance relative, densité et fréquence d'occurrence d'escargots recensés au niveau de la station Agouni Boufal.

Famille	espèces	Ar (%)	D	F (%)	
Helicidae	<i>Cantareus apertus</i>	1,32	0.2	20	Accidentelle
	<i>Cornu aspersum</i>	28,95	4.4	100	Omniprésente
Hygromiidae	<i>Ganula flava</i>	9,21	1.4	60	Régulière
	<i>Ganula</i> sp.	5,26	0.8	40	Accessoire
Geomitridae	<i>Xerosecta</i> sp.	1,32	0.2	20	Accidentelle
	<i>Cernuella virgata</i>	25	3.8	100	Omniprésente
Milacidae	<i>Milax nigricans</i>	6,58	1	40	Accessoire
	<i>Milax gagates</i>	2,63	0.4	20	Accidentelle
Achatinidae	<i>Rumina decollata</i>	19,74	3	80	Constante
5	9	100,00	/	/	/

Les 9 espèces récoltées dans cette station sont réparties en 5 familles, les Helicidae, les Hygromiidae, les Geomitridae, les Milacidae et les Achatinidae. Cette station comporte deux espèces omniprésentes dont *Cornu aspersum* et *Cernuella virgata*. 3 espèces accidentelles sont *Cantareus apertus*, *Xerosecta* sp. et *Milax gagates*. 2 espèces accessoires, *Ganula* sp. et *Milax nigricans*. Une espèce régulière qui est *Ganula flava*. Ainsi qu'une seule espèce constante qui est *Rumina decollata*.

L'espèce la plus abondante au niveau de cette station est *Cornu aspersum* avec une abondance relative de 28.95% et une densité de 4.4 par 100m². Suivie par *Cernuella virgata* avec un pourcentage de 25% et une densité de 3.8 pour 100m². Ensuite *Rumina decollata* avec une fréquence relative de 19.74% et une densité de 3 pour 100m². *Cantareus apertus* et *Xerosecta* sp. sont les espèces les moins répandues avec une abondance relative de 1.32% pour chacune.

3.3.Souk-El-Khemis

L'abondance relative, la densité et la fréquence d'occurrence de toutes les espèces d'escargots terrestre identifiées au niveau de la station 1 sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Abondance relative, densité et fréquence d'occurrence d'escargots recensés au niveau de la station Souk-El-Khemis.

Famille	Espèces	Ar (%)	D	F (%)	
Helicidae	<i>Cantareus apertus</i>	1,37	0.2	20	Accidentelle
	<i>Cornu aspersum</i>	17,81	2.6	80	Constante
Hygromiidae	<i>Ganula flava</i>	10,96	1.6	80	Constante
	<i>Ganula sp.</i>	1,37	0.2	20	Accidentelle
Geomitridae	<i>Cernuella virgata</i>	34,25	5	100	Omniprésente
Achatinidae	<i>Rumina decollata</i>	34,25	5	100	Omniprésente
4	6	100,00	/	/	/

Cette station comporte 6 espèces, réparties en 4 familles, les Helicidae, les Hygromiidae, les Geomitridae et les Achatinidae. Deux espèces omniprésentes dont *Cernuella virgata* et *Rumina decollata*. Deux autres espèces constantes qui sont *Cornu aspersum* et *Ganula flava*. Ainsi que deux espèces accidentelles dont *Cantareus apertus* et *Ganula sp.*

Les espèces les plus abondantes dans cette station sont *Cernuella virgata* et *Rumina decollata* avec des fréquences relatives de 34.25% et une densité de 5 individus par 100m² pour chacune. Suivie par *Cornu aspersum* avec une abondance relative de 17.81% et une densité de 2.6. Ensuite *Ganula flava* avec un pourcentage de 10.96% avec une densité de 1.6 pour 100m².

Cantareus apertus et *Ganula sp.* sont les espèces les moins représentées dans cette station avec une fréquence relative de 1.37% pour chacune.

3.4. Ait Ouakli

L'abondance relative, la densité et la fréquence d'occurrence de toutes les espèces d'escargots terrestre identifiées au niveau de la station 1 sont présentées dans le tableau 7.

Tableau 7: liste des espèces des gastéropodes terrestres recensée au niveau de la station d'Ait Ouakli et leurs abondances relatives, densité et fréquence d'occurrence.

Famille	Espèces	Ar %	D	F(%)	
Geomitridae	<i>Cernuella virgata</i>	2,87	1	60	Régulière
	<i>Xerosecta cespitum</i>	6,90	2.4	80	Constante
Helicidae	<i>Cornu aspersum</i>	18,39	6.4	100	Omniprésente
	<i>Cantareus apertus</i>	2,87	1	40	Accessoire
	<i>Otala punctata</i>	0,57	0.2	20	Accidentelle
Hygromiidae	<i>Ganula flava</i>	4,60	1.6	40	Accessoire
Milacidae	<i>Milax nigricans</i>	0,57	0.2	20	Accidentelle
Achatinidae	<i>Rumina decollata</i>	38,51	13.4	100	Omniprésente
Enidae	<i>Mastus pupa</i>	0,57	0.2	20	Accidentelle
Ferussaciidae	<i>Ferussacia folliculum</i>	21,84	7.6	100	Omniprésente
Trissexodontidae	<i>Caracollina lenticula</i>	2,30	0.8	60	Régulière
8	11	100,00	/	/	/

Au niveau de la station d'Ait Ouakli nous avons comptabilisé 11 espèces qui sont réparties en 08 familles, les Geomitridae, les Helicidae, les Hygromiidae, les Milacidae, les Achatinidae, les Enidae, les Ferussaciidae et les Trissexodontidae. 3 espèces sont omniprésentes, dont *Cornu aspersum*, *Rumina decollata* et *Ferussacia folliculum*. 3 espèces accidentelles qui sont *Otala punctata*, *Milax nigricans* et *Mastus pupa*. 2 espèces régulières, qui sont *Cernuella virgata* et *Caracollina lenticula*. Ainsi que 2 espèces sont accessoires, dont *Cantareus apertus* et *Ganula flava* et une espèce constante qui est *Xerosecta cespitum*.

Dans cette station *Rumina decollata* est l'espèce la plus abondante avec un pourcentage de 38.51% et une densité de 13.4 par 100m². Suivie par *Ferussacia folliculum* avec une abondance relative 21.84% et une densité 7.6 pour 100m².

3.5.Boughzelle

L'abondance relative, la densité et la fréquence d'occurrence de toutes les espèces d'escargots terrestre identifiées au niveau de la station 1 sont présentées dans le tableau 8.

Tableau 8: liste des espèces des gastéropodes terrestres recensée au niveau de la station de Boughzelle et leur abondance relative, densité et fréquence d'occurrence.

Famille	espèces	Ar %	D	F(%)	
Geomitridae	<i>Cernuella virgata</i>	4,32	1.2	80	Constante
	<i>Xerosecta cespitum</i>	5,76	1.6	60	Régulière
	<i>Xerosecta sp</i>	1,44	0.4	40	Accessoire
Helicidae	<i>Cornu aspersum</i>	23,74	6.6	100	Omniprésentes
	<i>Otala punctata</i>	4,32	1.2	40	Accessoire
Hygromiidae	<i>Ganula flava</i>	7,91	2.2	60	Régulière
Milacidae	<i>Milax nigricans</i>	0,72	0.2	20	Accidentelle
Achatinidae	<i>Rumina decollata</i>	41,73	11.6	100	Omniprésentes
Ferussaciidae	<i>Ferussacia folliculum</i>	9,35	2.6	40	Accessoire
Trissexodontidae	<i>Caracollina lenticula</i>	0,72	0.2	20	Accidentelle
7	10	100,00	/	/	/

Au niveau de la station de Boughzelle nous avons inventorié 10 espèces qui appartiennent à 07 familles, les Geomitridae, les Helicidae, les Hygromiidae, les Milacidae, les Achatinidae, les Ferussaciidae et les Trissexodontidae. 3 espèces sont accessoires, *Xerosecta sp*, *Otala punctat* et *Ferussacia folliculum*. 2 espèces omniprésentes qui sont *Cornu aspersum* et *Rumina decollata* 2 espèces régulières qui sont *Xerosecta cespitum* et *Ganula flava*. 2 espèces accidentelles, dont *Milax nigricans* et *Caracollina lenticula*. Une espèce constante qui est *Cernuella virgata*.

Dans cette station *Rumina decollata* est l'espèce la plus abondante avec un pourcentage 41.73% et une densité de 11.6 par 100m². Suivie par *Cornu aspersum* avec une fréquence relative de 23.74% et une densité de 6.6 pour 100m².

3.6.Arbitan

L'abondance relative, la densité et la fréquence d'occurrence de toutes les espèces d'escargots terrestre identifiées au niveau de la station 1 sont présentées dans le tableau 9.

Tableau 9: liste des espèces des gastéropodes terrestres recensée au niveau de la station d'Arbithan et leur abondance relative, densité et fréquence d'occurrence.

Famille	Espèces	Ar %	D	F (%)	
Geomitridae	<i>Cerneuella virgata</i>	11,11	0.6	40	Accessoires
	<i>Xerosecta cespitum</i>	51,85	2.8	60	Régulière
	<i>Xerosecta</i> sp.	7,41	0.4	40	Accessoires
	<i>Trochoidae pyramidata</i>	3,70	0.2	20	Accidentelle
Helicidae	<i>Cornu aspersum</i>	7,41	0.4	40	Accessoires
Hygromiidae	<i>Ganula flava</i>	18,52	1	60	Régulière
3	6	100,00	/	/	/

Au niveau de cette station, nous avons comptabilisé 06 espèces qui sont réparties en 03 familles, les Geomitridae, les Helicidae, les Hygromiidae. 3 espèces accessoires, dont *Cerneuella virgata*, *Xerosecta* sp et *Cornu aspersum*. 2 espèces sont régulières qui sont *Xerosecta cespitum* et *Ganula flava*. Une espèce accidentelle qui est *Trochoidae pyramidata*.

Dans cette station *Xerosecta cespitum* est l'espèce la plus abondante avec un pourcentage 51.85% et une densité de 2.8 par 100m². Suivie par *Ganula flava* avec une fréquence relative de 18.52% et une densité de 1 pour 100m².

4. Variation des indices écologiques de structure (H', E) au niveau des différentes stations d'études

Les indices écologiques de structure permettent d'avoir une idée générale sur la structure des populations de la malacofaune dans la région d'étude (fig. 29)

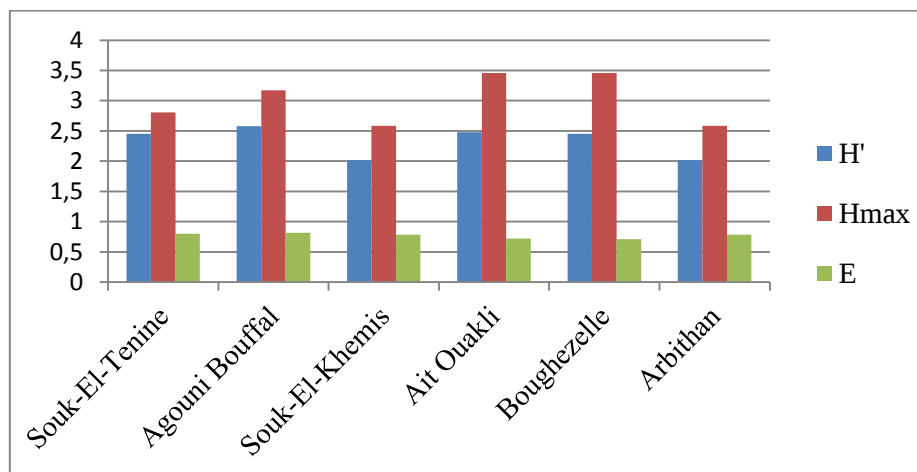


Figure 29 : Variation des indices écologiques de structure.

D'après la figure 29, nous constatons que l'indice de Shannon est plus élevé au niveau de la station Agouni Bouffal, avec une valeur maximale de 2.85 bits, et une valeur minimale de 2.02 bits au niveau de la station de Souk-El-Khemis et Arbithan. Il varie toutefois entre ces valeurs au sein des autres stations.

Les résultats montrent que H' max le plus élevé est enregistré au niveau des stations Ait Ouakli et Boughzelle.

La figure montre que l'indice d'équitabilité est important pour les six stations d'études. Ses valeurs varient dans un intervalle étroit 0.71 et 0.81 bits. Ce qui dénote un équilibre entre les espèces du peuplement.

5. Variations mensuelles de l'abondance relative de chaque station d'études

L'abondance relative des espèces se diffère d'une station à une autre, et d'un mois à un autre, et les résultats obtenus sont représentés dans des graphes.

5.1. Variation mensuelle de l'abondance relative de la station de Souk-El-Tenine

Les variations mensuelles de l'abondance relative de toutes les espèces d'escargots terrestres identifiées au niveau de la station de Souk-El-Tenine sont présentées dans la figure 30.

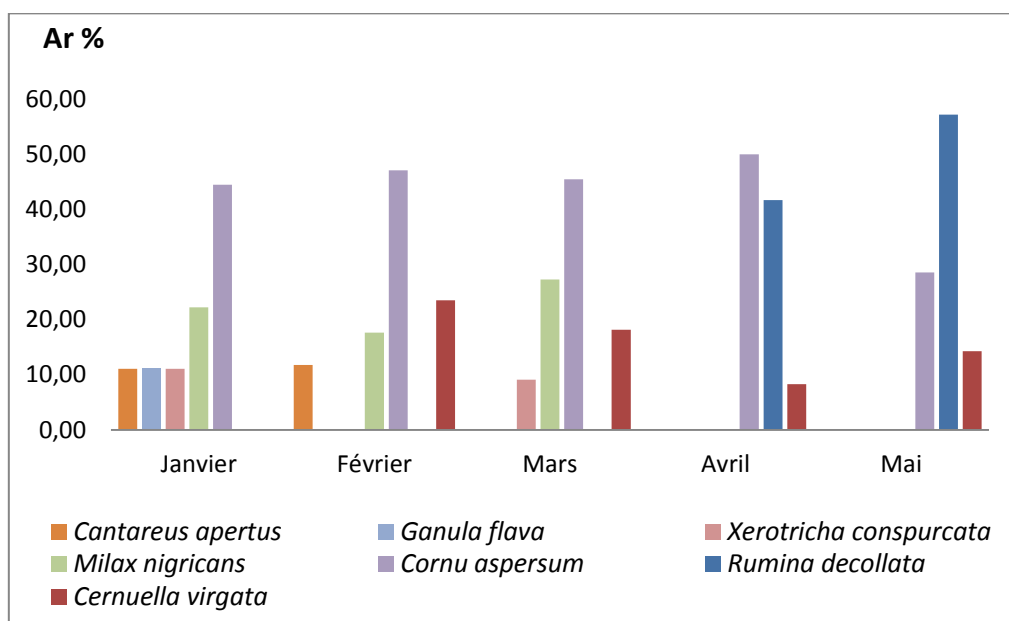


Figure 30 : Variation mensuelle de l'abondance relative des espèces de la station de Souk-El-Tenine.

À première vue, les gastéropodes semblent être présents lors des différents mois de prospection. Le mois de Janvier est le plus riche en espèces (5 espèces), la richesse en espèces

est à égalité en mois du Février et Mars (4 espèces). Le mois d'Avril et Mai sont représenté par 3 espèces pour chacun.

Cornu aspersum est la plus abondante durant les 4 premiers mois d'études. Au mois de Janvier avec une fréquence relative de 44.44%, les moins représentés sont ; *Cantareus apertus*, *Ganula flava* et *Xerotricha conspurcata* avec une même abondance relative qui est d'ordre de 11.11%. En mois de Février *Cornu aspersum* est la plus abondante avec 47.06%, *Cantareus apertus* c'est la moins représentée avec un taux de 11.76%. *Cornu aspersum* est abondante en mois de Mars avec un pourcentage de 45.45%, *Xerotricha conspurcata* est la moins représentée avec une fréquence relative de 9.09%. En Avril *Cornu aspersum* prédominante avec un taux de 50%. En ce mois nous remarquons l'apparition de l'espèce *Rumina decollata* avec une abondance relative de 41.67%, et l'espèce la moins enregistrée c'est *Cernuella virgata* avec une fréquence relative de 8.33%. En mois Mai on remarque l'abondance de *Rumina decollata* avec 57.14%, *Cernuella virgata* est la moins représentée avec un pourcentage de 14.29%.

5.2.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Agouni Boufal

Les variations mensuelles de l'abondance relative des différentes espèces récoltées dans cette station sont représentées dans la figure 31.

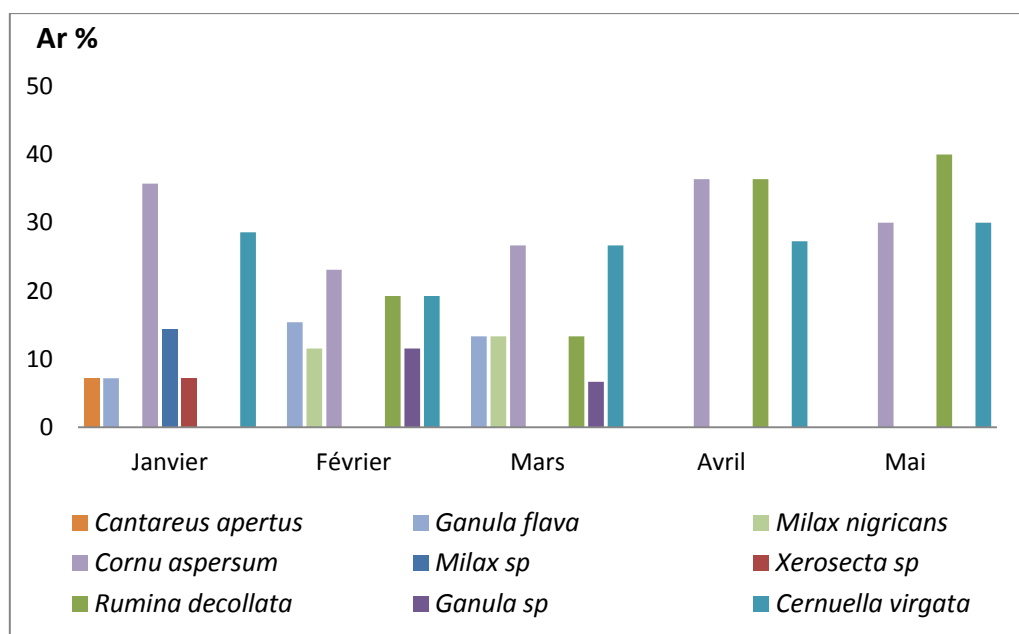


Figure 31 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Agouni Boufal.

La figure 31 montre que les 3 premiers mois d'études sont les plus riches en espèces avec 6 espèces pour chaque mois, le nombre d'espèces le plus petit est enregistré en mois d'Avril et Mai avec 3 espèces.

Au mois de Janvier *Cornu aspersum* est la plus abondante avec un pourcentage de 35.71%, les espèces les moins représentées sont *Cantareus apertus*, *Ganula flava* et *Xerosecta* sp. avec une abondance relative de 7.14% pour chaque espèce. En Février, l'espèce la plus abondante est *Cornu aspersum* avec une fréquence relative de 23.07%, *Milax nigricans* et *Ganula* sp. sont les moins représentés avec une abondance relative de 11.53%. Au mois de Mars aussi *Cornu aspersum* est la plus abondante avec une abondance relative de 26.66%, l'espèce la moins représentée en ce mois c'est *Ganula* sp. avec un pourcentage de 6.66%. Le mois d'Avril c'est le moins riche en espèces dont *Cornu aspersum* et *Rumina decollata* sont les plus abondantes avec une abondance relative de 36.36%, et la moins représentée c'est *Cerneuella virgata* avec un pourcentage de 27.27%. Enfin le mois de Mai est représenté par 3 espèces, dont l'abondance, de *Rumina decollata* avec une fréquence relative de 40%, les espèces les moins représenter en ce mois sont *Cornu aspersum* et *Cerneuella virgata* avec une abondance relative de seulement 30%.

5.3.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station de Souk-El-Khemis

Les variations mensuelles de l'abondance relative des espèces recensées dans la station de Souk-El-Khemis sont représentées dans la figure 32.

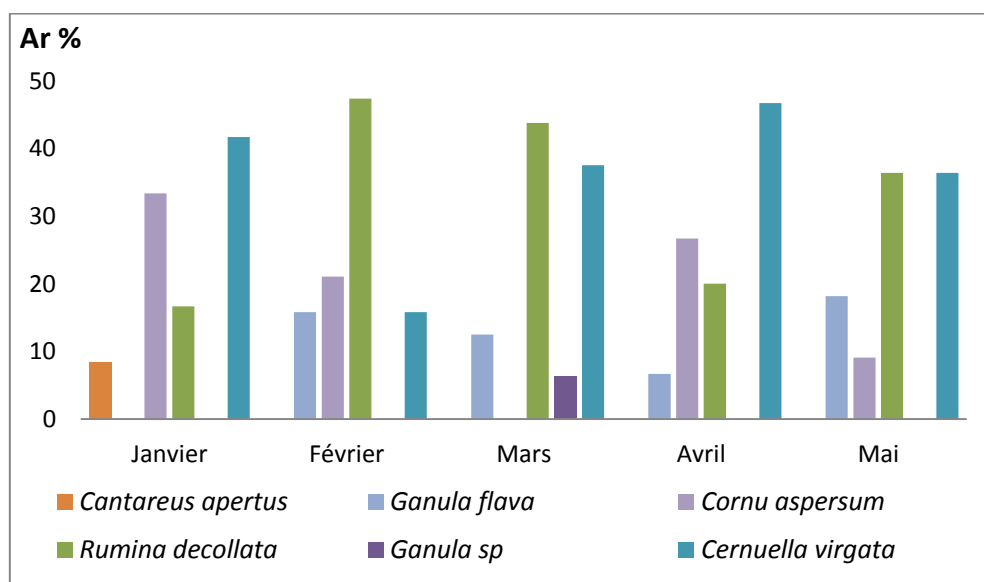


Figure 32 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station de Souk-El-Khemis.

Dans cette station, la richesse en espèce est à égalité durant les 5 mois d'études, elle est de 4 espèces chaque mois.

Au mois de Janvier l'espèce la prédominante est *Cernuella virgata* avec un taux de 41.66%, *Cantareus apertus* est la moins représentée avec une fréquence relative de 8.33%.

Rumina decollata c'est la plus abondante en Février avec une abondance relative de 47.36%, *Ganula flava* et *Cernuella virgata* sont les moins représentés en ce mois avec un pourcentage de 15.78%. Le mois de Mars comporte 4 espèces, dont la plus abondance est *Rumina decollata* avec un taux de 43.75%, l'espèce la moins enregistrée c'est *Ganula flava* avec une fréquence relative de 12.5%. L'espèce la prédominante au mois d'Avril est *Cernuella virgata* avec un taux de 46.66%, et la moins représentés c'est *Ganula flava* avec une valeur de 6.66%. Le mois de Mai est représenté par 4 espèces, dont *Rumina decollata* et *Cernuella virgata* sont les plus abondantes avec un taux de 36.36%, et la moins enregistrée en ce mois c'est *Cornu aspersum* avec une valeur de seulement 9.09%.

5.4.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Ait Ouakli

Les variations mensuelles de l'abondance relative des différentes espèces récoltées dans la station d'Ait Ouakli sont représentées dans la figure 33.

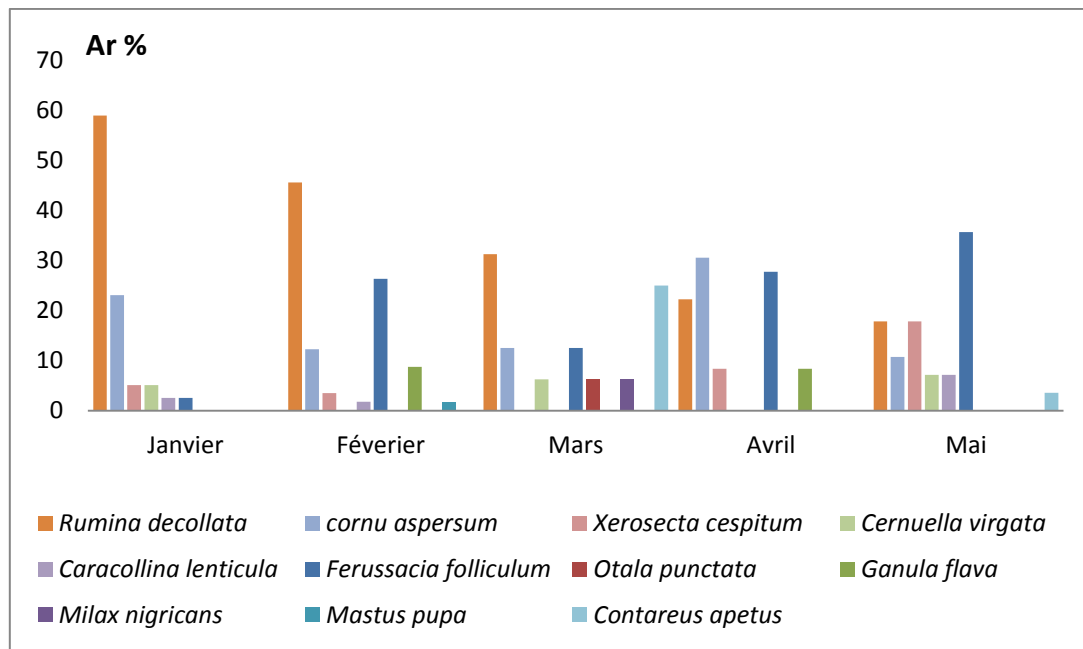


Figure 33 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Ait Ouakli.

Par l'analyse de la figure 33, nous constatons que, la richesse en espèces varie entre 5 et 7 espèces par mois pendant toute la période d'étude. La richesse la plus importante est

enregistrée aux mois de Février, Mars et Mai avec 7 espèces, puis Janvier avec 6 espèces, la richesse spécifique est moins importante au mois d'Avril avec 5 espèces seulement.

Rumina decollata est la plus abondante pendant les trois premiers mois d'étude, Janvier, Février et Mars. Au mois de Janvier avec une fréquence relative de 58.97%, les moins représentés sont *Ferussacia folliculum* et *Caracollina lenticula* avec une même abondance relative 2.56%. Au mois de Février *Rumina decollata* est la plus abondante avec 45.61%, *Caracollina lenticula*, *Mastus pupa* sont les moins représentées avec une valeur de 1.75%. *Rumina decollata* est la plus abondante au mois de Mars avec un pourcentage de 31.25%, *Cerneuella virgata*, *Otala punctata* et *Milax nigricans* représentent les plus faibles abondances relatives avec 6.25%. Au mois d'Avril, *Cornu aspersum* est la plus abondante avec une fréquence relative de 30.55%, et les moins abondantes sont *Xerosecta cespitum* et *Ganula flava* avec la même valeur 8.33% pour chaque espèce. Au mois de Mai *Ferussacia folliculum* représente l'abondance relative la plus élevée avec 35.71% et la valeur la plus faible est attribuée à *Cantareus apertus* 3.57%.

5.5.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station de Boughezelle

Les variations mensuelles de l'abondance relative des espèces recensées dans la station de Boughezelle sont représentées dans la figure 34.

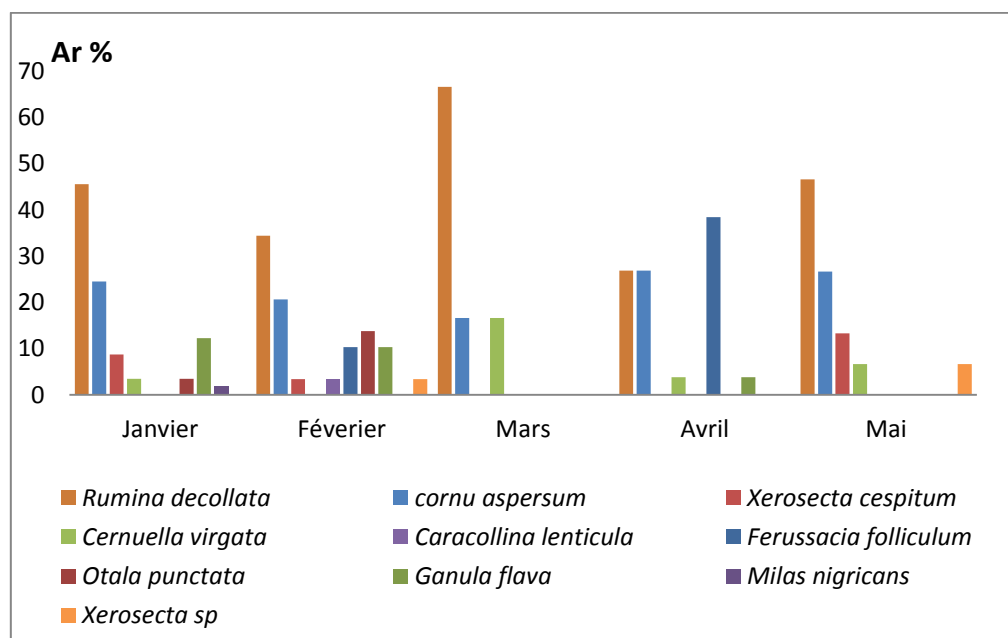


Figure 34 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station Boughezelle.

Les résultats présentés dans la figure 34, indiquant que le mois le plus riche en espèces est Février avec 8 espèces, suivies par Janvier avec 7 espèces, ensuite le mois d'Avril et Mai avec 5 espèces enfin le mois de Mars avec 3 espèces seulement.

Au mois de Janvier *Rumina decollata* a enregistré l'abondance relative la plus importante avec un pourcentage de 45.61%. *Milax nigricans* est la moins abondante avec une abondance relative de 1.75%. Au mois de Février, l'espèce la plus abondante est *Rumina decollata* avec une abondance relative de 34.48%, tandis que *Xerosecta cespitum*, *Caracollina lenticula* et *Xerosecta sp.* sont les moins enregistrées avec la même fréquence relative de 3.44% pour chaque espèce. Au mois de Mars *Rumina decollata* est la plus dominante avec un taux de 66.66%, alors que *Cornu aspersum* et *Cernuella virgata* sont les moins abondants avec un taux de 16.66%. Au mois d'Avril *Ferussacia folliculum* a enregistré l'abondance relative la plus élevée avec 38.46% par contre *Cernuella virgata* et *Ganula flava* ont les plus faibles abondances relatives avec seulement 3.84%. Au mois de Mai *Rumina decollata* est la plus abondante avec une valeur de 48.66%, *Ganula flava* et *Xerosecta sp.* sont les moins abondantes avec un taux de 6.66% pour chaque espèce.

5.6.Variation mensuelle de l'abondance relative de la station d'Arbithan

Les variations mensuelles de l'abondance relative des espèces recensées dans la station d'Arbithan sont représentées dans la figure 35.

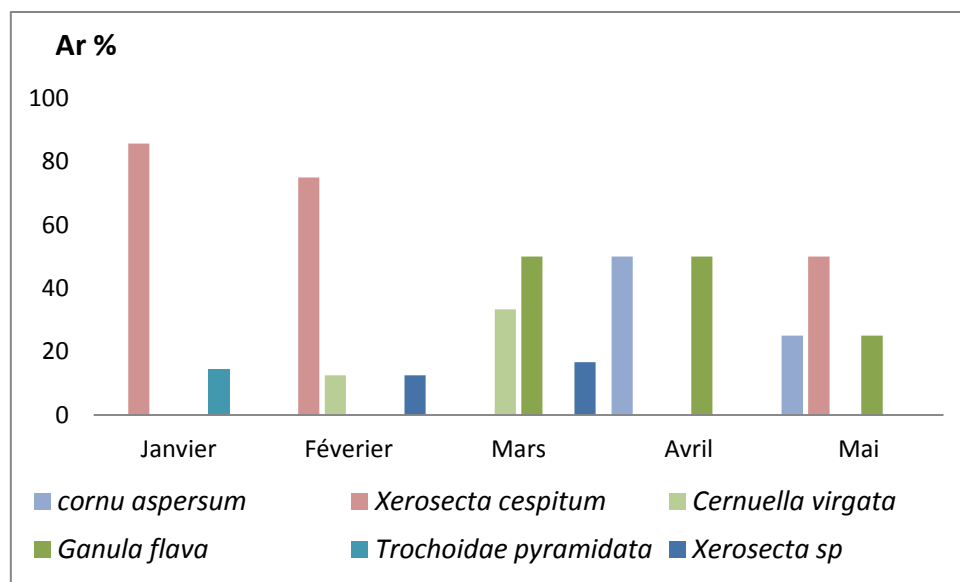


Figure 35 : Variation mensuelle de l'abondance relative de la station Arbithan

D'après la figure 35, nous remarquons qu'au niveau de cette station, la richesse en espèces est moins importante durant toute la période d'étude, 3 espèces sont notées pendant les mois, Février, Mars et Mai, et 2 espèces en mois de Janvier et Avril.

Au mois de Janvier l'espèce la plus dominante est *Xerosecta cespitum* avec un pourcentage de 85.75%, *Trochoidae pyramidata* est la moins représentée avec une fréquence relative de 14.28%. *Xerosecta cespitum* c'est la plus abondante au mois de Février avec une abondance relative de 75%, *Cernuella virgata* et *Xerosecta* sp sont les moins représentées avec un pourcentage de 12.5%. En mois de Mars, *Ganula flava* est la plus abondante avec un taux de 50%, tandis que *Xerosecta* sp. est la moins abondante avec un pourcentage de 16.66%. *Cornu aspersum* et *Ganula flava* ont les mêmes fréquences relatives au mois d'Avril qui est d'ordre de 50%. Enfin, au mois de Mai, *Xerosecta cespitum* est la plus abondante avec une fréquence relative de 50%, alors que les moins abondantes sont *Cornu aspersum* et *Ganula flava* avec une valeur de 25% pour chaque espèce.

6. Variation mensuelles des indices écologiques de structure (indice de Shannon et indice d'équitabilité) de chaque station d'études

Les indices écologiques de structure oscillent d'une station à une autre, et d'un mois à autre, les résultats des calculs de l'indice de Shannon et d'équitabilité sont dans le tableau 10.

Tableau 10 : Variation mensuelle des indices écologiques de structures dans les différentes stations d'étude.

Station		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Souk-El-Tenine	H'	2,06	1,81	1,79	1,33	1,38
	H' max	2,32	2,00	2,00	1,58	1,58
	E	0,89	0,9	0,89	0,84	0,87
Agouni Bouffal	H'	2,26	2,54	2,44	1,57	1,57
	H' max	2,58	2,58	2,58	1,58	0,51
	E	0,88	0,98	0,94	0,99	0,99
Souk-El-Khemis	H'	1,78	1,82	1,68	1,75	1,82
	H' max	2	2	2	2	2
	E	0,89	0,91	0,84	0,87	0,91
Ait Ouakli	H'	0,59	1,06	1,46	0,98	1,5
	H' max	1	1,58	1,58	1	1,58
	E	0,59	0,67	0,92	1	0,95
Boughezelle	H'	2,14	2,57	1,25	1,91	1,93
	H' max	2,81	3,00	1,58	2,32	2,32

	E	0,76	0,86	0,79	0,82	0,83
Arbithan	H'	1,65	2,08	2,52	2,12	2,48
	H' max	2,58	2,81	2,81	2,32	2,81
	E	0,64	0,74	0,9	0,91	0,88

D'après les résultats présentés dans le tableau 10, nous avons remarqué que durant toute la période d'étude, l'indice de Shannon le plus élevé est observé au mois de Février au niveau de la station de Boughzelle avec une valeur de 2.57 bits, et le moins élevé est observé au mois de Janvier au niveau de la station d'Ait Ouakli avec une valeur de 0.59 bits.

Au niveau de la station de Souk-El-Tenine la diversité est élevée au mois de Janvier avec une valeur de 2.06 bits, alors qu'au niveau de la station d'Agouni Bouffal l'indice de Shannon est élevé au mois de Février avec une valeur de 2.54 bits, au niveau de la station de Souk-El-Khemis c'est le mois de Février qui a noté la valeur la plus élevée avec 1.82 bits. En ce qui concerne la station d'Ait Ouakli l'indice de Shannon est élevé au mois de Mai avec une valeur de 1.50 bits, pour la station de Boughzelle c'est le mois de Février qui représente la valeur la plus élevée avec 2.57 bits, au niveau de la station d'Arbithan l'indice de Shannon est élevé au mois de Mai avec une valeur égale à 2.48 bits.

Nous pouvons déduire que l'indice d'équitabilité dans les stations d'études est à son maximum au mois d'Avril avec 1 bits au niveau de la station d'Ait Ouakli et son minimum est de 0.59 bits dans la même station. Par contre durant les autres mois, il varie entre 0.67 et 0.99 bits pour les autres stations.

D'après le tableau, nous constatons que H' max le plus élevé est enregistré au mois de Février au niveau de la station Boughzelle avec une valeur de 3 bits, et la valeur la moins élevé est enregistré au mois de Mai au niveau de la station Agouni Bouffal avec 0.51 bits, par contre durant les autres mois il varie entre ces deux valeurs.

7. Étude morphométrique de genre *Cernuella*

Notre recherche vise, premièrement, l'étude de la variabilité morphométrique des organes génitaux des deux espèces *Cernuella virgata* et *Cernuella* sp., et la relation de cette variabilité la taille de la coquille. En second lieu, les différences de dimensions des organes génitaux entre les deux espèces étudiées ont été recherchées.

7.1. Description de *Cernuella virgata*

Coquille globuleuse blanche, couleur de base gris-jaunâtre crème, de 5 à 7 tours en spirale portent des bandes brunes plus ou moins bien marquées, protoconch lisse avec une couleur brune, à spire haute et convexe. Elle est finement striée, les verticilles de téléconch augmentant régulièrement, le dernier verticille s'étendant considérablement avant l'ouverture, diminuant rapidement à l'ouverture ; suture profonde, ouverture blanchâtre à brune rosâtre avec une lèvre épaisse l'ombilic est variable mais ouvert, partiellement obstrué par la marge de l'ouverture. Elle mesure entre 8 à 11 mm de de haut, 12 à 14 mm de diamètre (Fig. 36).



Figure 36 : Coquille de *Cernuella virgata* (Originale, 2021).

7.2. Description de *Cernuella* sp.

Coquille globuleuse blanche, couleur de base gris-jaunâtre crème, de 4 à 5 tours en spirale porte des bandes brunes plus ou moins bien marquées, protoconch lisse avec une couleur blanche, est finement striée, Les verticilles de téléconque augmentant régulièrement, le dernier verticille s'étendant considérablement avant l'ouverture, diminuant rapidement à l'ouverture ; suture profonde, ouverture avec épaississement fin, blanchâtre à brune rosâtre. L'ombilic est variable mais ouvert, partiellement obstrué par la marge de l'ouverture. Elle mesure entre 4 à 7 mm de de haut, 8 à 9 mm de diamètre (Fig. 37).



Figure 37 : Coquille de *Cernuella* sp. (Originale, 2021).

7.3. Analyse statistique des résultats

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'un calcul statistique: coefficients de variation, de corrélations et comparaison des moyennes de tous les paramètres étudiés.

7.3.1. Coefficient de variation (CV)

Le coefficient de variation est une mesure relative de la dispersion des données autour de la moyenne. Le coefficient de variation se calcule comme le ratio de l'écart-type rapporté à la moyenne, et s'exprime en pourcentage. Il permet de comparer le degré de variation d'un échantillon à un autre, même si les moyennes sont différentes.

$$CV = S/X * 100\%$$

S : représente l'écart-type de l'échantillon.

X: la moyenne de l'échantillon.

Après le calcul de coefficient de variation, les résultats sont mentionnés dans la figure 38.

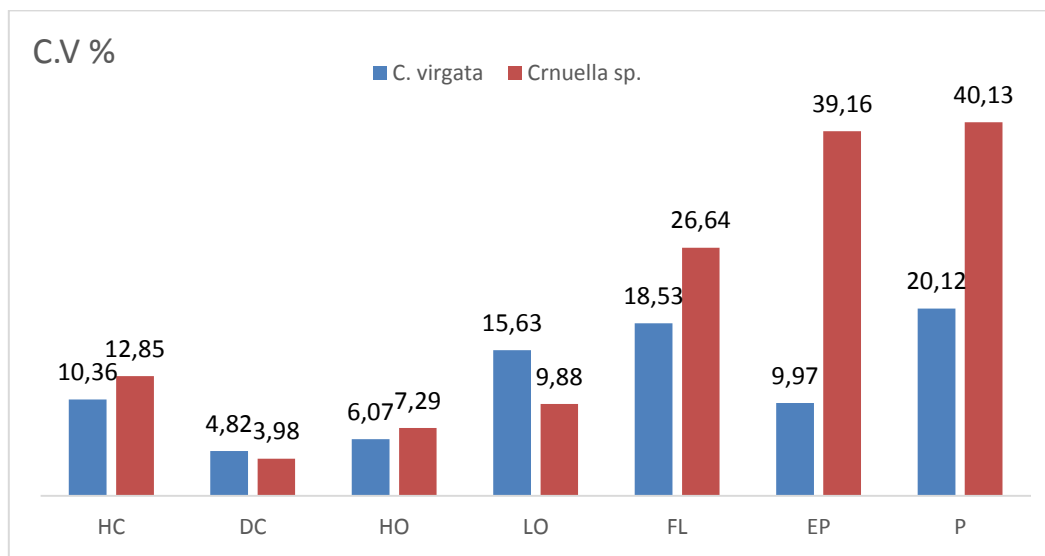


Figure 38: Les coefficients de variation (C.V) des paramètres mesurés chez les deux espèces *Cernuella virgata* et *Cernuella sp.*

Les résultats de la figure 38, montrent une variabilité intra populationnelle importante de la morphométrie des organes génitaux mesurés. Ces derniers présentent des coefficients de variation assez élevés et plus importants que ceux des dimensions de la coquille (HC, DC, HO, LO) des individus des deux espèces de *Cernuella virgata* et *Cernuella sp.* nous remarquons également, chez *Cernuella sp.* que le pénis et l'épiphalus présentent les coefficients de variation les plus élevés (C.V.P = 40.13%, C.V.EP = 39.16%). Chez *Cernuella*

virgata, les données indiquent que le pénis et le flagelle sont les organes génitaux présentant les coefficients de variation les plus élevés (C.V.P = 20.12%, C.V.FL = 18.53%).

7.3.2. Test de corrélation

Après les calculs effectués, les résultats sont mentionnés dans les tableaux 11 et 12.

Tableau 11 : Test de corrélation entre les paramètres mesurés pour *Cernuella virgata*: corrélé (niveau de signification : $\alpha = 0,05$).

	HC	DC	HO	LO	FL	EP	P	EP/P
HC	1,00	0,48	0,12	0,76	0,17	0,39	-0,18	0,32
DC	0,48	1,00	0,80	0,88	0,67	0,73	-0,65	0,77
HO	0,12	0,80	1,00	0,51	0,27	0,38	-0,47	0,52
LO	0,76	0,88	0,51	1,00	0,51	0,60	-0,48	0,61
FL	0,17	0,67	0,27	0,51	1,00	0,89	-0,68	0,79
EP	0,39	0,73	0,38	0,60	0,89	1,00	-0,87	0,95
P	-0,18	-0,65	-0,47	-0,48	-0,68	-0,87	1,00	-0,97
EP/P	0,32	0,77	0,52	0,61	0,79	0,95	-0,97	1,00

Les résultats du tableau 11, révèlent l'existence d'une corrélation positive entre deux dimensions de la coquille (DC et LO), et les organes génitaux (EP et FL ; EP et EP/P) mesurés chez l'espèce *Cernuella virgata*.

Néanmoins, les données indiquent que les dimensions HC et HO ne présentent aucune corrélation ni avec la longueur (L), ni avec le diamètre (D) de la coquille.

Ces résultats indiquent aussi l'existence d'une corrélation négative entre les organes génitaux ; EP et P ; EP/P et P. alors que les dimensions de la coquille ne présentent aucune corrélation négative.

Tableau 12 : Test de corrélation entre les paramètres mesurés pour *Cernuella* sp.: corrélé (niveau de signification : $\alpha = 0,05$).

	HC	DC	HO	LO	FL	EP	P	EP/P
HC	1,00	0,82	0,38	0,50	-0,15	-0,23	-0,23	0,09
DC	0,82	1,00	0,08	0,66	-0,09	-0,12	-0,14	0,11
HO	0,38	0,08	1,00	0,51	0,40	-0,15	-0,04	-0,27
LO	0,50	0,66	0,51	1,00	0,66	0,39	0,42	-0,18
FL	-0,15	-0,09	0,40	0,66	1,00	0,80	0,80	-0,17
EP	-0,23	-0,12	-0,15	0,39	0,80	1,00	0,96	-0,13
P	-0,23	-0,14	-0,04	0,42	0,80	0,96	1,00	-0,40
EP/P	0,09	0,11	-0,27	-0,18	-0,17	-0,13	-0,40	1,00

Chez l'espèce *Cernuella* sp. et d'après les résultats représentés dans le tableau 12, nous constatons l'existence d'une corrélation positive entre deux dimensions de la coquille (DC et HC), alors qu'il n'existe aucune corrélation entre les autres dimensions.

Nous remarquons aussi l'existence d'une corrélation positive entre deux organes génitaux (P et EP), et aucune corrélation négative enregistrées.

7.3.3. Comparaison des mesures des organes génitaux et des dimensions de la coquille des deux espèces *Cernuella virgata* et *Cernuella* sp.

Le tableau 13 présente une comparaison des mesures des dimensions de la coquille et des organes génitaux (test t de Student), ainsi que les mesures moyennes de ces derniers, et les écarts-types.

Tableau 13: Comparaison des mesures des dimensions de la coquille et des organes génitaux.

Test t de Student ($\alpha = 0,05$), t : valeur t observée.

	<i>C. virgata</i>	<i>Cernuella</i> sp.	T	P	Conclusion	Écart-type	
						<i>C. virgata</i>	<i>Cernuella</i> sp.
HC	9,307	5,903	6,204	0,000	A	1,056	0,831
DC	13,038	8,608	13,842	0,000	A	0,375	3,364
HO	5,775	3,503	11,710	0,000	A	0,384	0,280
LO	6,298	4,145	4,517	0,001	A	1,078	0,448
FL	4,198	2,392	4,017	0,002	A	0,852	0,698
EP	7,795	5,022	2,933	0,015	B	0,852	2,154
P	3,958	2,305	3,029	0,013	B	1,013	1,349
EP/P	2,102	2,228	-0,381	0,711	B	0,742	0,335

A : La longueur de l'organe génital diffère significativement entre les deux espèces.

B : La longueur de l'organe génital ne diffère pas significativement entre les deux espèces.

T : Test de student.

Les données du tableau 13 révèlent que les dimensions de la hauteur de la coquille (HC) et de diamètre de la coquille (DC) sont significativement différente entre les deux espèces *Cernuella virgata* et *Cernuella* sp. au seuil $\alpha = 0,05$. Les valeurs de (HC et DC) sont supérieures chez *C. virgata* que chez *Cernuella* sp.

La valeur t observée chez EP/P est négative, ce qui veut dire que la longueur EP/P est d'une dimension supérieure chez *Cernuella* sp. que chez *Cernuella virgata*.

En revanche, les mesures des deux autres dimensions de la coquille et les organes génitaux ne diffèrent pas significativement entre les deux espèces *C. virgata* et *Cernuella* sp.

II. Discussion

Les escargots et les limaces sont des animaux qui présentent une sensibilité exceptionnelle au changement climatique à cause de leur tégument mou et perméable. Ce sont des animaux poïkilothermes. Dont la distribution est étroitement liée aux conditions du milieu. Malgré leur sensibilité, ils ont pu conquérir tous les milieux terrestres, même les plus froids et les plus chauds par différentes formes d'adaptation, soit morphologique (couleur et taille de la coquille), soit physiologique (épiphragme), soit comportementale (micro habitat et rythmes d'activité adaptés) ou génétique (écotypes qui ont engendré la nomenclature variée des espèces) (Robitaille et *al.*, 1973).

L'inventaire des gastéropodes terrestres durant 5 mois d'études, nous a permis de comptabiliser 493 individus, classés en 16 espèces appartenant aux 8 familles qui sont : les Geomitridae représentée avec 4 espèces, Helicidae par 3 espèces, Hygromiidae et Milacidae sont représentées par 2 espèces chacune, Achatinidae, Enidae, Ferussaciidae, Trissexodontidae comportent une espèce chacune.

Dendani et Berrai (2018) au niveau de deux stations de la wilaya de Tizi-Ouzou ont déterminé 2029 individus classés en 15 espèces réparties en 5 familles.

Le travail effectué par Si Tahar et Stiti (2017), au niveau de 6 stations de la wilaya de Tizi-Ouzou a permis de comptabilisé 1533 individus repartis en 10 espèces appartenant aux 4 familles.

Cependant, Imessaoudene et Tigrine (2018) au niveau de 3 stations de la wilaya de Bouira, ont récolté 1052 individus, classés en 6 espèces, reparties en 04 familles.

Les résultats de notre étude nous ont permis de confirmer une richesse spécifique importante malgré la courte durée d'échantillonnage.

Kerny et Cameron (2006) signalent que la complexité de la structure des habitats joue également un rôle important dans la distribution des espèces. Les préférences écologiques des espèces sont souvent très différentes et l'existence de nombreux micro-habitats contribue à augmenter sensiblement la richesse faunistique.

La richesse spécifique varie d'une station à une autre, au niveau de la station de Souk-El-Tenine nous avons récolté et identifié 7 espèces, à Agouni Bouffal 9 espèces, au niveau de la

station Ait Ouakli nous avons recensés 11 espèces, dans la station de Boughzelle 10 espèces, alors qu'au niveau de Souk El Khemis et Arbithan nous avons récolté 6 espèces pour chacune. Les variations mensuelles de la richesse spécifique montrent que le mois de Février est le plus riche en espèce avec 8 espèces dans la station Boughzelle, tandis que la station Ait Ouakli, la richesse en espèces est importantes en mois de Février, Mars et Mai avec 7 espèces enregistrées. Au niveau de Agouni Bouffal, la richesse spécifique est marquée en mois de Janvier, Février et Mars avec 6 espèces, le mois le plus riche en espèce est le mois de Janvier pour la station de Souk-El-Tenine avec 5 espèces, au niveau de la station de Souk-El-Khemis la richesse est à égalité durant les 5 mois d'études avec 4 espèces pour chacun. , la richesse de la station Arbithan est enregistrée en mois Février, Mars et Mai avec 3 espèces pour chaque mois.

Nous remarquons une richesse spécifique importante presque pour toutes les stations en mois de Mars, cela est probablement dû aux conditions climatiques telles que la température moyenne qui est de 13.48° et l'humidité relative qui est de 75.88%, sont favorables à la prolifération et la reproduction des escargots.

Kenry et Cameron (2006) indiquent que dans les conditions optimales de température et d'humidité ; le jour, les limaces et les escargots se cachent dans des lieux sombres et frais où les pertes en eau seront réduites et qui leurs servent d'abris contre les prédateurs.

L'abondance relative varie d'une station à une autre. En effet, dans les stations Souk El Tenine et Agouni Bouffal, l'espèce la plus abondante est *Cornu aspersum* avec des abondances relatives de 44.64% et 28.95% respectivement. Ceci peut être expliqué par le fait que sont des stations agricoles à culture maraichère par excellence.

Au niveau des stations Souk El Khemis, l'espèce la plus abondante est *Rumina decollata* et *Cernuella virgata* avec un taux de 34.25% pour chacune. *Rumina decollata* est l'espèce la plus abondante au niveau des stations Ait Ouakli et Boughzelle avec des valeurs de 38.51 % et 41.73% respectivement.

D'après Bouaziz-Yahiatene et Medjdoub-Bensaad (2016), *Rumina decollata* et *Cernuella virgata* sont des espèces très abondantes en Algérie.

Magnin (2004) signale que l'espèce *Cernuella virgata* occupe les milieux ouverts et xériques, les individus de cette espèce sont particulièrement récoltés sur les plantes où ils couvrent les tiges des plantes.

Au niveau de la station Arbithan, *Xerosecta cespitum* est l'espèce la plus abondante avec une abondance relative de 51.58%. Cette différence dans l'abondance des espèces par rapport aux autres stations est certainement liée aux conditions du milieu ; altitude et végétation.

Robitaille et Seguin (1973) rapportent que la distribution des escargots et les limaces est étroitement liée aux conditions du milieu.

Selon Damerdji (2008), l'abondance relative et la densité des espèces sont deux valeurs très complémentaires, pour l'évaluation de la distribution des gastéropodes terrestres dans leur milieu.

Le calcul de l'indice de Shannon nous a permis d'évaluer la variation de la richesse spécifique entre les stations d'échantillonnage durant les 5 mois d'étude.

Les valeurs les plus importantes de l'indice de diversité sont observées au mois de Janvier pour la station de Souk El Thenin et en mois de Février pour les stations Agouni Bouffal, Souk El Khemis et Boughzelle. Alors que pour les stations Ait Ouakli et Arbithan les valeurs les plus importants sont marqué pendant le mois de Mars et Mai qui est due à l'existence d'un couvert végétale important qui assure l'humidité et les températures favorables à la vie des escargots.

L'indice d'équitabilité tend vers 1 dans les stations d'étude. En effets, selon Barbault (1981), cet indice tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont les mêmes abondances. Donc les espèces du peuplement sont en équilibre entre elles.

L'homme et ses activités quotidiennes peuvent influencés d'une manière défavorable sur l'écosystème et sa biodiversité, la destruction de l'habitat des espèces peut agir directement sur leur présence dans l'environnement.

Les résultats obtenus sur l'étude morphométrie des deux espèces du genre *Cernuella* (*Cernuella virgata* et *Cernuella* sp.) marquent une différence entre les mensurations morphométriques des échantillons prévenant de deux populations différentes.

Les dimensions de la coquille et la longueur de flagelle diffèrent significativement entre les deux espèces, tandis que les dimensions de l'appareil génital ne diffèrent pas significativement chez les deux espèces étudiés. Cette variabilité entre les deux populations peut être expliquée par le fait que certains individus soient favorisés pendant leurs croissances par une combinaison optimale de facteurs climatiques et alimentaires.

Chapitre II

Présentation des

régions d'études

L'inventaire malacologique réalisé dans deux régions de la wilaya de Tizi-Ouzou, nous a permis de recenser 16 espèces lors des prélèvements effectués de Janvier à Mai 2021. Les gastéropodes sont toujours présents dans les 6 stations d'étude quel que soit le milieu.

Les gastéropodes sont retrouvés dans les six stations, avec des richesses spécifiques et des effectifs variables d'un mois à l'autre et d'une station à une autre. Les facteurs de milieu et les facteurs climatiques interviennent dans la croissance et la distribution des populations locales des mollusques.

Une étude quantitative des populations à l'aide des indices écologiques, nous a permis d'exposer la composition et la structure des peuplements des gastéropodes terrestres dans les stations d'échantillonnages.

Nous remarquons que *Cornu aspersum* est plus abondante au niveau des stations, Souk el thenin et Agouni Boufal. Tandis que *Rumina decollata* est dominante au niveau d'Ait ouakli et Boughzelle. La station de Souk-El-khemis est dominée par deux espèces, *Rumina decollata* et *Ceratomya virgata*. *Xerosecta cespium* est plus abondante au niveau de la station d'Arbithane.

Durant notre travail, nous avons constaté que *Rumina decollata* est l'espèce la plus abondante en mois de Mars, tandis que *Cornu aspersum* est plus dominante au mois de Janvier et Avril. L'indice de Shannon est plus élevé au niveau de la station d'Agouni Boufal par rapport aux autres stations. La diversité malacologique est donc plus importante dans cette station.

Dans les 6 stations d'études l'indice d'équitabilité tend vers 1 traduit un peuplement bien équilibré.

L'étude morphométrique des deux espèces du genre *Ceratomya* nous a permis de constater que le rapport entre la longueur de l'épiphalus et la longueur de pénis est positivement corrélé avec la longueur de l'épiphalus chez les deux espèces et négativement corrélé avec la longueur du pénis. Chez les deux espèces de *Ceratomya* il existe une corrélation positive entre le diamètre de la coquille et la hauteur de la coquille.

D'après les données, obtenues dans ce travail, il semble que le développement des organes génitaux est dépendant de celui de la coquille chez les deux espèces *Ceratomya virgata* et *Ceratomya* sp. malgré que d'autres causes puissent l'influencer (environnementales, comportementales, du développement ou de la génétique des espèces).

Cette analyse est probablement insuffisante pour une compréhension réellement satisfaisante de la qualité et/ou de la quantité des gastéropodes terrestres présentés dans les régions d'études. Nous encourageons pour continuer cette étude pour en savoir plus sur la richesse

spécifique des gastéropodes terrestres dans la région de la Kabylie, et de pouvoir dresser une liste complète de ces invertébrés.

Comme c'est le cas beaucoup d'invertébrés, la destruction directe d'animaux a souvent moins d'impact sur la survie des espèces, que la destruction de leur habitat, d'où l'intérêt de ne pas bouleverser les sites prospectés. Des mesures de protection devront donc inclure la préservation de refuges, dans l'habitat naturel artificiel.

*Références
bibliographiques*

- Amroun M. 2006.** Zoologie des invertébrés I des Protozoaires aux Echinodermes. Cours de Zoologie. Université Mouloud Mammeri, 98p.
- André F. 1968.** Zoologie des invertébrés. Tome 1.Ed.Masson et Cie, Paris: 798p.
- Barbault, R. 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Ed. Masson, Paris, 208p.
- Beaumont A. et Cassier P. 1998.** Travaux pratique de biologie histologique. Ed. Dunod, 502p.
- Belange D. 2009.** Utilisation de la micro benthique comme bio indicateur de la qualité de l'environnement marin côtier-Sherbrooke, Québec, canada. 1-14p.
- Bouaziz-Yahiatene H. et Medjdoub-Bensaad F. 2016.** Malacofauna diversity in Kabylia region (Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 10(7): 99-106.
- Boué H. et Chanton R. 1971.** Biologie animal-zoologie, invertébrés. Ed. Doin, Paris 376p.
- Cobbinah J. C., Vink A. et Onwuka B. 2008.** L'élevage d'escargots (Production, transformation et commercialisation). Ed. Fond. Agromisa, Wageningen, 84p.
- Codjia J. K. C. et Noumonvi R. C. J. 2002.** Guide technique d'élevage N°02 sur les escargots géants, B.E.D.I.M. Gembloux, 5p.
- Dajoz R. 1975.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 54p.
- Dajoz R. 1982.** Elément d'écologie .ED. Gauthier-villars, paris.503p.
- Dajoz R. 2006.** Précis d'écologie. ED. Dunod, 505p.
- Damerджи A. 2008.** Contribution à l'étude de la malacofaune de la zone sud de la région de Tlemcen (Algérie). Université Abou bekr belkaid- Tlemcen, Algérie. PP 138-153.
- Damerджи A. et. Benyoucef B. 2006.** Impact des différents facteurs physiques et du rayonnement solaire sur la diversité malacologique dans la région de Tlemcen (Algérie) Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'escargot du Puget *Cryptomastixdevia* au Canada, 23p.
- Dandani D. et Berrai N. 2018.** Inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes terrestres au niveau de deux stations de la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri TiziOuzou. 44p.
- Gamlin L. et Vines G. 1996.** L'évolution de la vie. Artes Graficas, S.A., Ed. Vicirria, Espagne, 248p.
- Germain L. 1930.** Faune de France 21. Mollusques terrestres et fluviatiles. Ed. off. Central de faunistique, le chevalier, Paris : 477p.
- Gimbert F. 2006.** Cinétiques de transfert de polluants métalliques du sol à l'escargot. Thèse de doctorat en sciences de la vie université de FRANCHE-COMTÉ, 172p.

- Grassé P. P. et Doumenc D. 1998.** Zoologie I. Invertébrés. Ed. Dunod, Paris, 296p.
- Grassé P. P. et Doumenc D. 1995.** Zoologie I. Invertébrés. Masson, Paris. 5ème édition, 263p.
- Grassé P.P. et Doumenc D. 1985.** Zoologie1. Invertébrés. Ed. Masson, 2219p.
- Grizimek B. et Fontaine M. 1973.** Le Monde Animal, Ed. Stauffacher S.A., Zurich volume III : Mollusque Echinodermes 19-23, 123-134.
- Guimard N. 2002.** Utilisation de l'escargot en thérapeutique du limaçon à l'HPA marqueur de tissus métastatiques. Histoire de la pharmacie 6 année, 19p.
- Guyard A. 2009.** Cours de zoologie-étude de la différenciation de l'ovistes et des facteurs contrôlant l'orientation des gonocytes de l'escargot *Helix aspersa* Muller. Thèse d'état soutenue à la faculté des sciences de l'Université de Franche-Comté, 117p.
- Heusser S. et Dupuy H. G. 1998.** Atlas biologie animale I. Les grands plans d'organisation 3ème édition, Ed. Dunod, Paris, 135p.
- Heusser S. et Dupuy H. G. 2011.** Synthèse de la structure tissulaire à la réalisation des fonctions chez les gastéropodes pulmonés (1), éléments d'histologie et de physiologie des espèces *Helix aspersa* et *Helix pomatia*. F. conchylio., 10-26.
- Imessaoudene K. et Tigrine S. 2018.** Inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes terrestres dans la région d'Aghbalou wilaya de Bouira. Mémoire de Master. Université Akli Mouhand oulhaj Bouira.P35.
- Karamoko M., Memel J. D., Kouassi k D. et Otchoumou A. 2011.** Influence de la densité animale sur la croissance et la reproduction de l'escargot *Limicolaria Lammea* (müller) en conditions d'élevage 27(2) :393-406.
- Karas F. 2009.** Gastéropodes terrestres, invertébrés continentaux des pays de la Loire. Ed. Gretia, 387p.
- Kerney M. P. et Cameron R. A. D. 2006.** Guide des escargots et limaces d'Europe, identification et biologie de plus de 300 espèces, ED. Delachaux et Niestle, Paris, 386p.
- Laporta-Ferreira, I.L. et Salomao, M.D.G. 2004.** Reptilian Predators of Terrestrial Gastropods. In: Barker, G. (Ed), Natural enemies of terrestrial molluscs. CAB International, Wallingford (UK). 427-482p.
- Magnin F. 2004.** L'invasion de la région méditerranéenne française par l'escargot *Xeropicta derbentina* : mécanismes, conséquences écologiques et agronomiques, perception socioanthropologique.Mini. De l'aména. Du territ. Et de l'environnement : 45p.
- Maissiat J., Baehner J. C. et Picaud J. L. 2011.** Biologie animale. Ed. Dunod, 239p.

- Maissiat J., Baehr J .C. et Picaud J.L., 1998.** Biologie animale des invertébrés, 2^{ème}. Ed. Dunod, Paris, 239p.
- Meglitsch P. A. 1974.** Zoologie des invertébrés, Tome 2, des vers aux arthropodes (Annélides, mollusques, chélicérates). Ed. Dion, Paris, 306p.
- Pelseneer P. 1935.** Essai d’Ethologie Zoologique d’après l’Etude des Mollusques. Ed. Palais des Académies, Bruxelles. 662 p.
- Pepin D., Vas-Berkom G., Hau-Pale J., Chauvche G., St-Arnaud M., Robitaille J. M. et Sequia C. 1973.** Biosphère Tome 1, écologie, mécanisme de l’adaptation. Recherche et Marketing. P123, 128, 130,179.
- Radi N. 2003.** L’arganier arbre de Sud-ouest marocain, en péril, à protéger. Thèse de docteur en pharmacie, Université de NANTES, faculté de pharmacie, 59p.
- Ramade F. 1994.** Eléments d’écologie fondamentale. ED. Science international, paris, 579p.
- Ramade F. 1984.** Elément d’écologie. Ecologie fondamentale. Ed. MC GRAW HILL, Paris, 397P.
- Ramade F. 2003.** Elément de biologie fondamentale. Ed. Science internationale, Paris, 579P.
- Ramade F. 2008.** Elément de biologie fondamentale. 4eme Edition. ED Dunod. Paris 689p.
- Robitaille J. M., Seguin C., Pepin D., Van berkorn G., Arnaud M. 1973.** Biosphère. Tome 1, écologie, mécanisme de l’adaptation. Recherché et marketing, pp123-179.
- Robitaille J. M., Seguin C., Pepin D., Van BerkornG., Hau-pale J., Chauvehe G. et StArnaud M. 1973.** Biosphère. Tome 1, écologie, mécanisme de l’adaptation. Recherche et marketing, 123-179.
- Seltzer P. 1946.** Le climat de l’Algérie. Alger Carbogel.21P.
- Si Tahar K. et Stiti R. 2017.** Inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes terrestres au niveau de six stations de la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri TiziOuzou.P61.
- Stievenart C. et hardouin J. 1990.** Manuels d’élevage des escargots géants africains sous les tropiques. Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA), 40p.
- Vauflery A. 2012.** Les escargots bio-indicateurs de la qualité des SOLS, Snail watch : analyse en laboratoire ou in situ de la biodisponibilité des contaminants.
- Yves R. et Cranga F. 1997.** Mémoires de la société archéologique du midi de la France : Approche iconographique.
- Zaïme A. et Gautier J. Y. 1989.** Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de Gerbillidae en milieu saharien au Maroc. Revue Ecologie (Terre et vie) 44 (3) : 263-278.

Zhang Z. Q. 2013. Animal Biodiversity: An Update of Classification and Diversity in 2013. Zootaxa 3703 (1): 5-11p.

Résumé

Durant une période s'étalant du mois de janvier jusqu'au mois de mai 2021, un inventaire quantitatif et qualitatif des gastéropodes terrestres est effectuée au niveau de deux régions de la wilaya de Tizi-Ouzou, Ainsi qu'une étude morphométrique de deux espèces du Genre *Cernuella* prévenant de deux populations différentes. Trois méthodes de prélèvements sont utilisées à savoir la chasse à vue, le tamisage de la litière et le piégeage par les pots Barber.

Les résultats montrent une richesse de 16 espèces d'escargots et limaces appartenant au 8 familles différentes. L'abondance relative des différentes espèces de gastéropodes terrestres fluctuent d'une station à une autre. L'étude morphométrie des *Cernuella* révèle que les deux espèces sont différentes, et la morphométrie peut-être un outil de leur différenciation des espèces.

Mots clés: Inventaire, Gastéropodes terrestres, Morphométrie, Richesse spécifique, Tizi-Ouzou.

Summary

During a period extending from January to May 2021, a quantitative and qualitative inventory of terrestrial gastropods is carried out in two regions of the wilaya of Tizi-Ouzou, as well as a morphometric study of two species. of the Genus *Cernuella* warning of two different populations. Three sampling methods are used, namely sight hunting, litter sieving and trapping by Barber pots. The results show a richness of 16 species of snails and slugs belonging to 8 different families. The relative abundance of different species of terrestrial gastropods fluctuate from station to station. The morphometry study of *Cernuella* reveals that the two species are different, and morphometry may be a tool in their differentiation between species.

Key words: Inventory, Morphometry, Terrestrials Gastropods, Species richness, Tizi-Ouzou.