

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



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de Master
En Sciences Biologiques
Spécialité : Biologie de la conservation

Thème

**Biodiversité et Chorologie des
Gastéropodes terrestres dans la
région de Tizi-Ouzou (Maatkas
et Tizi N'Tleta).**

Réalisé par :

M^{elle} Alik Dyhia

M^{elle} Amari Lydia

Devant le jury composé de :

Présidente :	Mme. Medjdoub-Bensaad F.	Professeur	UMMTO
Promoteur :	Mr. Ramdini R.	MAB	UMMTO
Examineurs :	Mme Habbi-Cherifi A.	MCB	U. Bouira
	Mme Sadouk G.	Doctorante	UMMTO

Promotion : 2022/2023

Remerciements

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 Promoteur, **Mr RAMDINI R. MAB** à l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou d'avoir accepté d'encadrer notre mémoire de fin d'études, ainsi que pour la qualité de son encadrement exceptionnelle, pour sa patience et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire

Nos plus profonds remerciements à **Mme MEDJDOUB-BENSAAD F.** professeur à l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, d'avoir eu l'honneur d'accepter de présider ce jury.

Nous tenons aussi à remercier vivement **Mme HABBI A.** et **Mme SADOUK G.** accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions toutes les personnes que nous n'avons pas pu citer ici et qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sans oublié de remercier nos chers parents et tous les membres de nos familles respectives de nous avoir soutenu et encouragé pour terminer le présent travail.

Dédicaces

À la mémoire de mon cher père que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.

À ma très chère mère : source d'espoir, de chaleur, d'affection, de courage, de force, qui m'a toujours encouragé dans la vie et pour m'avoir soutenue à toute épreuve, et surtout pour son éducation qui m'a permis d'arriver à ce stade, que Dieu la bénisse.

À mon cher frère Mohamed Saïd.

À mes très chères sœurs Kahina, Sonia et Wissame que j'aime très fort et pour toujours je leurs souhaite beaucoup de succès et de réussite.

À mon cher Lyes qui ma vraiment soutenue ainsi qu'à toute sa famille.

À mes oncles, tantes, cousines et leurs familles.

À ma chères amies Safia, Lamia, Maya, Wahiba, Farida et leurs Familles.

À mon adorable binôme Dyhia avec qui j'ai partagé cette tâche et à toute sa famille.

Lydia

Dédicaces

À mon très cher père qui m'a guidé sur le bon chemin par ses sacrifices, sa patience et ses encouragements, et qui demeure pour moi le plus gentil papa, que Dieu le protège.

À ma très chère mère : source d'espoir, de chaleur, d'affection, de courage, de force, qui m'a toujours encouragé dans la vie et pour m'avoir soutenue à toute épreuve, et surtout pour son éducation qui m'a permis d'arriver à ce stade, que Dieu la bénisse.

À mon cher frère Ahmed

À mes très chères sœurs Nasssima, Yasmina, Sara et Amira que j'aime très fort et pour toujours je leurs souhaite beaucoup de succès et de réussite.

À mon cher Ahmed qui ma vraiment soutenue ainsi qu'à toute sa famille.

À mes oncles, tantes (Yamina et Malika) avec leurs filles, cousines et leurs familles.

À ma chère amie intime Dyhia ainsi Kamelia, Hakima et leurs Familles.

À mon adorable binôme Lydia avec qui j'ai partagé cette tâche et à toute sa famille.

Dyhia

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	

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

Chapitre I : Généralités sur les gastéropodes

1. Généralités sur les gastéropodes	3
2. Position systématique.....	3
3. Classification des gastéropodes.....	3
3.1. Pulmonés.....	3
3.1.1. Basommatophores	3
3.1.2. Stylommatophores.....	4
3.2. Prosobranches.....	4
3.3. Opisthobranches	4
4. Morphologie externe des gastéropodes	4
4.1. Tête.....	4
4.1.1. Tentacules.....	5
4.1.2. Radula	5
4.2. Pied.....	5
4.3. Masse viscérale	6
4.3.1. Manteau	6
4.3.2. Coquille	6
5. Anatomie interne des gastéropodes	8
5.1. Tégument.....	8
5.2. Appareil digestif.....	9
5.3. Appareil génital	10
5.3. Appareil circulatoire.....	11
5.4. Appareil respiratoire.....	11
5.5. Appareil excréteur	11
5.6. Système nerveux	12
6. Biologie des gastéropodes terrestres	12
6.1. Accouplement	13
6.2. Ponte.....	13
6.3. Incubation – Eclosion.....	14
6.4. Développement embryonnaire	14
6.4.1. Flexion.....	14
6.4.2. Torsion	14
6.4.3. Enroulement	15
6.5. Croissance	15
6.6. Longévité et Mortalité.....	16
6.7. Mode de vie et régime alimentaire	16
7. Habitat	17
8. Rythme d'activité des gastéropodes	18

Sommaire

8.1. Activité journalière.....	18
8.2. Activité saisonnière.....	18
8.3. L'estivation.....	18
8.4. Hibernation.....	18
9. Influence des paramètres externes sur les gastéropodes.....	19
9.1. Température.....	19
9.2. Humidité.....	19
9.3. Lumière.....	20
10. Prédateurs et parasites des gastéropodes terrestres.....	20
10.1. Prédateurs.....	20
10.2. Parasites.....	20
11. Intérêt écologique des gastéropodes.....	21

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

1. Présentation de la Région de Tizi-Ouzou.....	22
1.1. Localisation.....	22
1.2. Bioclimat.....	22
1.2.1. Température.....	23
1.2.2. Humidité.....	23
1.2.3. Pluviométrie.....	24
2. Synthèse bioclimatique.....	25
2.1. Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	25
2.1. Diagramme Obmrothémique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	26
3. Présentation des stations de prélèvement.....	27
3.1. Station d'Azaghar.....	28
3.2. Station Ait Ouali.....	28
3.3. Station Ait Ahmed.....	29
3.4. Station Ighil Issiouane.....	29

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Méthode d'échantillonnage.....	31
1.1. Travail réalisé sur le terrain.....	31
1.1.1. Prélèvement direct ou chasse à vue.....	31
1.1.2. Prélèvement par tamisage de la litière (ou méthode volumique).....	32
1.2. Travail réalisé au laboratoire.....	32
1.2.1. Dissection.....	33
1.2.2. Etapes de la dissection.....	34
2. Traitement des données.....	35
2.1. Indices écologiques de composition.....	35
2.1.1. Richesse spécifique (S).....	35
2.1.2. Abondance relative (Ar %).....	35
2.1.3. Fréquence d'occurrence (F %).....	35
2.1.4. Densité (D).....	36
2.2. Indices écologiques de structure.....	36
2.2.1. Indices de Shannon (H').....	36
2.2.2. Indice d'équitabilité(E).....	37

Sommaire

2.2.3. Indice de diversité de Simpson (1-D).....	37
2.2.4. Indice de diversité de Hill	37
3. Analyse statistique.....	38
3.1. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)	38
3.2. Estimateurs de la richesse spécifique totale	38
3.2.1. Estimateurs Chao 1 et Chao 2	39
3.2.2. Estimateurs Jackknife1 et Jackknife.....	39

Chapitre IV: Résultats et discussion

I. Résultats	40
1. Richesse totale.....	40
1.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique.....	41
2. Diversité et abondance relative des gastéropodes terrestres	42
2.1. Station d'Ait-Ouali	43
2.2.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique au niveau d'Ait-Ouali	43
2.2. Station d'Azaghar.....	44
2.2.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique au niveau d'Azaghar	45
2.3. Station d'Ait-Ahmed	46
2.3.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique au niveau d'Ait-Ahmed.....	47
2.4. Station d'Ighil-Issiouane	48
2.4.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique au niveau d'Ighil Issiouane	49
3. Variation des fréquences d'occurrences et densités	50
3.1. Station Ait-Ouali	50
3.2. Station d'Azaghar.....	51
3.3. Station Ait-Ahmed	52
3.4. Station Ighil Issiouane.....	53
4. Indices écologiques de structure	54
5. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) pour les différentes stations d'étude	55
6. Biogéographie des gastéropodes terrestres de la région de Tizi-Ouzou	57
II. Discussion.....	58
Conclusion.....	62

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Liste des Figures

Figure 1: Morphologie externe d'un gastéropode terrestre (<i>Cornu aspersum</i>) (Originale, 2023).....	4
Figure 2 : Tentacules d'un gastéropode pulmoné (Originale, 2023).....	5
Figure 3 : Pneumostome d'un gastéropode terrestre (Originale, 2023)	6
Figure 4 : Forme et couleur de la coquille d'un escargot (Originale, 2023).....	7
Figure 5 : Différentes couches de la coquille des escargots (Amroun, 2006)	8
Figure 6 : Anatomie interne d'un gastéropode terrestre (Quibik, 2007)	8
Figure 7 : Appareil digestif d'un escargot (Théron et Vallin, 1981).....	9
Figure 8 : Appareil génital de l'escargot <i>Xerosecta cespitum</i> (Originale, 2023).....	10
Figure 9 : Système nerveux d'un escargot (Meglitsch, 1974)	12
Figure 10 : Accouplement de <i>Ceriuella virgata</i> (Originale, 2023).....	13
Figure 11 : Nid de <i>Cornu aspersum</i> (Originale, 2023)	14
Figure 12 : Schéma de la flexion, de l'enroulement et de la torsion des gastéropodes (Grassé et Doumenc, 1995)	15
Figure 13 : Régime alimentaire des gastéropodes (Originale, 2023)	17
Figure 14 : Différents habitats des gastéropodes terrestres (Originale, 2023).....	17
Figure 15 : Épiphragme chez un gastéropode terrestre <i>Rumina decollata</i> (Originale, 2023).	19
Figure 16 : Prédation d'un Lampyridé, vers luisant (Originale, 2023)	20
Figure 17 : Localisation géographique de la région d'étude	22
Figure 18: Humidité relative moyenne mensuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou de (2013 à 2022)	24
Figure 19 : Diagramme d'EMBERGER de la région de Tizi-Ouzou durant la période (2013 à 2022).....	26
Figure 20: Diagramme Ombrothémique de Bagnouls et Gaussen de la wilaya de Tizi-Ouzou...	27
Figure 21 : Station Azaghar (Originale, 2023).	28
Figure 22: Station d'Ait Ouali (Originale, 2023).....	29
Figure 23: Station d'Ait Ahmed (Originale, 2023)	29
Figure 24: Station d'Ighil-Issiouane (Originale, 2023)	30
Figure 25: Prélèvement à vue des gastéropodes terrestres dans leurs habitats naturels (Originale, 2023)	32
Figure 26: Méthode volumique (Originale, 2023)	32
Figure 27: Tri et classification des espèces (Originale, 2023).....	33

Figure 28: Boîtes de pétrie qui porte les échantillons (Originale, 2023)	33
Figure 29: Matériels utilisé à la dissection (Originale, 2023).....	34
Figure30: Vue d'un appareil génital d'un individu <i>Ambigolimax nyctelius</i> (Originale, 2023) ...	34
Figure 31: Courbes d'accumulations de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la région de Tizi-Ouzou	42
Figure 32: Variation d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Ait-Ouali	43
Figure 33: Courbes d'accumulation de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la station d'Ait-Ouali	44
Figure 34: Variation d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Azaghar.....	45
Figure 35: Courbes d'accumulations de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la station d'Azaghar.....	46
Figure 36: Variation d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Ait-Ahmed	47
Figure 37: Courbes d'accumulations de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la station d'Ait-Ahmed	48
Figure 38: Variation d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Ighil Issiouane	49
Figure 39: Courbes d'accumulations de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la station d'Ighil-Issiouane.....	50
Figure 40: Graphe de l'Analyse Factorielle des Correspondances des stations de la région de Tizi-Ouzou	56

Liste des Tableaux

Tableau 1: Températures moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou de 2013 à 2022....	23
Tableau 2: Précipitation moyenne mensuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou pour la période 2013 à 2022.....	24
Tableau 4: Noms, altitudes et localisations des stations d'échantillonnage	28
Tableau 5: Liste systématique des espèces de gastéropodes recensés au niveau des quatre stations	40
Tableau 6: Estimateurs de diversité dans la région de Tizi-Ouzou	41
Tableau 7: Estimateurs de diversité dans la station d'Ait-Ouali	43
Tableau 8: Estimateurs de diversité dans la station d'Azaghar	45
Tableau 9: Estimateurs de diversité dans la station d'Ait-Ahmed.....	47
Tableau 10: Estimateurs de diversité dans la station d'Ighil Issiouane	49
Tableau 11: Densité, fréquence d'occurrence dans la station Ait-Ouali.....	51
Tableau 12: Densité, fréquence d'occurrence dans la station d'Azaghar	52
Tableau 13: Densité et fréquence d'occurrence des espèces de la station d'Ait-Ahmed.....	53
Tableau 14: densité, fréquence d'occurrence dans la station Ighil Issiouane.....	54
Tableau 15: Indices écologiques de structures de différentes stations d'échantillonnage	55

INTRODUCTION

Les mollusques sont des métazoaires triploblastiques à symétrie bilatérales. Leur corps est mou non segmenté comprend trois parties fondamentales : une tête, un pied et une masse viscérale (Maissiat et *al.*, 2011). Le groupe le plus nombreux et le plus connu de ces mollusques est celui des gastéropodes, qui regroupe 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 (Gretia, 2009).

Les gastéropodes peuvent être répartis en trois ordres: les Prosobranches, les Opisthobranches et les stylommatophores (Audibert et Bertrand, 2015). L'ordre des stylommatophores regroupe plus de 95% des gastéropodes, 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 le plus diversifiés et performant rencontrés au sein des écosystèmes terrestres, où il assure des fonctions écologiques essentielles (Barker, 2001).

À l'origine, les gastéropodes sont des organismes marins, mais plusieurs groupes de cette classe ont subi un changement anatomique adaptatif permettant le passage d'une vie aquatique à une vie terrestre. Ils sont issus de clade de mollusques dotés de coquilles spiralées qui, associés à un plan d'organisation asymétrique du corps, ont conduit à la réduction, voire à la perte, des organes situés sur le côté interne droit de la spirale (Haszprunar, 1988 ; Ponder et Lindberg, 1997; Barker, 2001).

En Algérie, la diversité des gastéropodes est loin d'être exhaustive et reste méconnue. Les premières investigations ont commencé avec les travaux de Michaud (1833) et Terver (1839), suivis et complétés par Bourguignat (1864, 1877).

Récemment, les études malacologiques se sont concentrées sur la diversité et l'écologie des gastéropodes terrestres. Hamdi-Ourfella et Soltani (2016) ont étudié la diversité des gastéropodes terrestres dans différentes régions de l'Est de l'Algérie (12 espèces ont été identifiées) et ont testé l'effet d'un insecticide sur *Cantareus apertus*. Ameer et al. (2019) ont échantillonné dans la région aride de Batna (Nord-Est du pays), où ils ont pu identifier 11 espèces différentes. Belhiouani et al. (2019) ont identifié 11 espèces d'escargots terrestres dans l'est de l'Algérie. Cheriti et al. (2021) dans le bassin du Kebir Rhumel, ont identifiés 25 espèces d'escargots a été identifié dans la région Est de l'Algérie.

Dans le Centre-Nord de l'Algérie, nous citons les travaux de Bouaziz-Yahiatene et Medjdoub-Bensaad (2016) sur la biologie et l'écologie des gastéropodes terrestres dans la région de Tizi-Ouzou, où ils ont identifié 26 espèces. Ramdini et al. (2021b) dans la même région ont pu augmenter la richesse de cette région à 33 espèces différentes. Ramdini et al. (2021a) dans

leur étude sur la diversité des gastéropodes terrestres dans les régions d'Alger et de Boumerdes ont identifié 27 espèces d'escargots et de limaces.

À l'Ouest du pays, Damerdji (2008), dans son étude sur l'écologie de la malacofaune de la zone sud de la région de Tlemcen a révélé une richesse spécifique de 8 espèces. En 2009, ce même auteur a étudié la composition et la structure de la malacofaune de l'extrême ouest de la côte Algérienne, et la richesse spécifique des gastéropodes est estimée à 14 espèces.

Damerdji (2018) a pu identifier 25 espèces d'escargots et de limaces dans la région nord-ouest du pays.

Dans cette optique nous avons dressé un inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes terrestres et de déterminer la chorologie des espèces inventoriés dans la région de Tizi-Ouzou. Pour ce faire, nous avons sélectionné quatre stations dans les deux régions différentes Tizi N'Tleta, Maatkas pour un échantillonnage de terrain.

La mise en œuvre de notre étude, nécessite la division de notre travail en quatre chapitres. Le premier chapitre traite des informations générales et de la bio-écologie des gastéropodes terrestres. Nous décrivons la zone d'étude de Tizi-Ouzou (localisation et bioclimat), ainsi que les caractéristiques géographiques des quatre stations choisies pour l'échantillonnage des escargots dans le deuxième chapitre.

Dans le troisième chapitre, nous présenterons le matériel et les méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire, ainsi les procédures de traitement et d'analyse statistique des données. Le dernier chapitre est consacré à la présentation et l'interprétation de nos résultats, ainsi qu'aux discussions de ces derniers. Une conclusion sur la structure et la composition de la faune malacologique de la région de Tizi-Ouzou est tirée de ces résultats.

CHAPITRE I :

Généralités et Bioécologie des gastéropodes terrestres

1. Généralités sur les gastéropodes

Les gastéropodes (Gaster =ventre, Podos=pied) sont les animaux les plus évolués dans une classe établie par Cuvier en 1798, ils forment le groupe le plus important dans l'embranchement des mollusques (Jodra, 2008).

Selon Gretia (2009), ce sont des mollusques présentant un corps mou et non segmenté, dépourvu d'appendices articulés, le corps de cet animal se divise en trois parties : tête, la masse viscérale et pied.

D'après Boue et Chanton (1971), les gastéropodes forment une classe des mollusques à morphologie externe assez uniforme, mais assez différents par leur anatomie interne.

Cette classe compte plus de 17000 espèces marines, dulcicole ou terrestre (Levêque, 1973) et peut être répartie en trois ordres, les Prosobranches, les Opisthobranches et les pulmonés (Audibert et Bertrand, 2015).

2. Position systématique

Kerney et Cameron (2006) rappellent que les escargots et les limaces sont classés comme suite :

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

3. Classification des gastéropodes

D'après Maissiat et al. (1998), les gastéropodes sont répartis en trois groupes assez tranchés : les Pulmonés, les prosobranches et les Opisthobranches.

3.1. Pulmonés

Le nom de pulmonés désigne un certain nombre de gastéropodes, tels que les escargots et les limaces, 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).

3.1.1. Basommatophores

Comprenant beaucoup d'espèces d'eau douce, chez lesquelles les yeux se situent à la base des tentacules (Kerney et Cameron ,2006).

3.1.2. Stylommatophores

Selon Kerney et Cameron (2006), les stylommatophores sont des gastéropodes terrestres chez lesquels les yeux sont localisés à l'extrémité des tentacules.

3.2. Prosobranches

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

3.3. Opisthobranches

Les Opisthobranches sont caractérisés par la position de leur branchie qui est placée immédiatement en arrière du cœur (Grassé et Doumenc, 1998).

4. Morphologie externe des gastéropodes

Le corps du mollusque est mou et non segmenté. Il comprend trois parties fondamentales : une tête, un pied et une masse viscérale enveloppée dans un manteau ou pallium qui sécrète la coquille (Maissiat et *al.*, 2011) (Fig. 1).

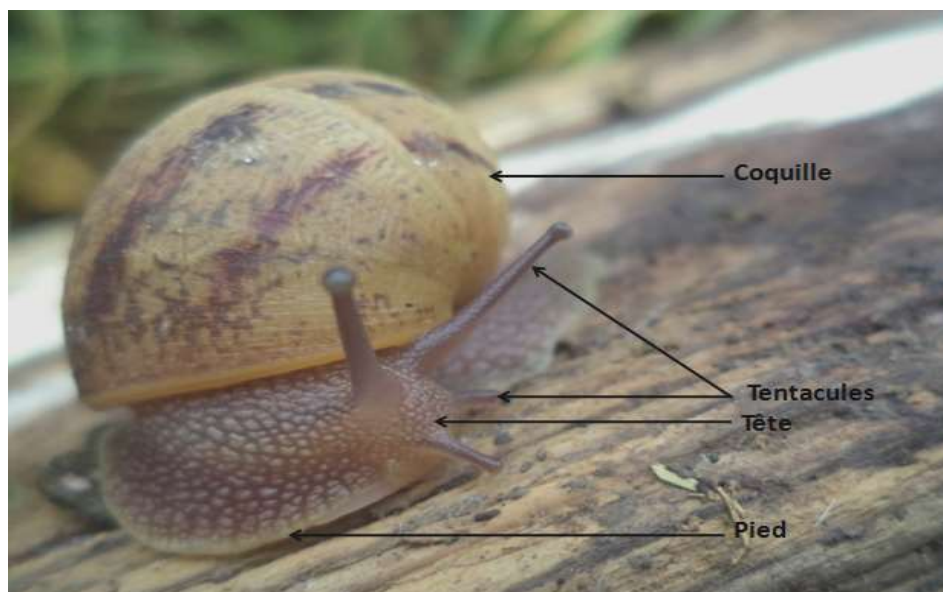


Figure 1 : Morphologie externe d'un gastéropode terrestre (*Cornu aspersum*) (Originale, 2023).

4.1. Tête

La tête est nettement distincte, principalement en dessous, ou elle est séparée du pied par un sillon plus ou moins renflé. Elle porte une ou deux paires de tentacules, selon les espèces. Elle montre, en avant et en bas, une ouverture qui est la bouche (Germain, 1930). Cette tête est caractérisée par la présence d'une bouche utéro-ventrale munie d'une mâchoire cornée et

d'une langue, dite radula, couverte de petites dents encadrée par deux joues (Boué et Chanton, 1971).

4.1.1. Tentacules

Chez les escargots, deux petits tentacules antérieurs renflés en boutons à leur extrémité sont observés, ils ont un rôle tactile et peut-être actif. Au-dessus, deux grands tentacules postérieurs qui supportent des yeux simples sur l'animal vivant (Fig. 2). Ces quatre tentacules sont très immobiles et se rétractent lorsqu'on les touche (Théron et Vallin, 1981).

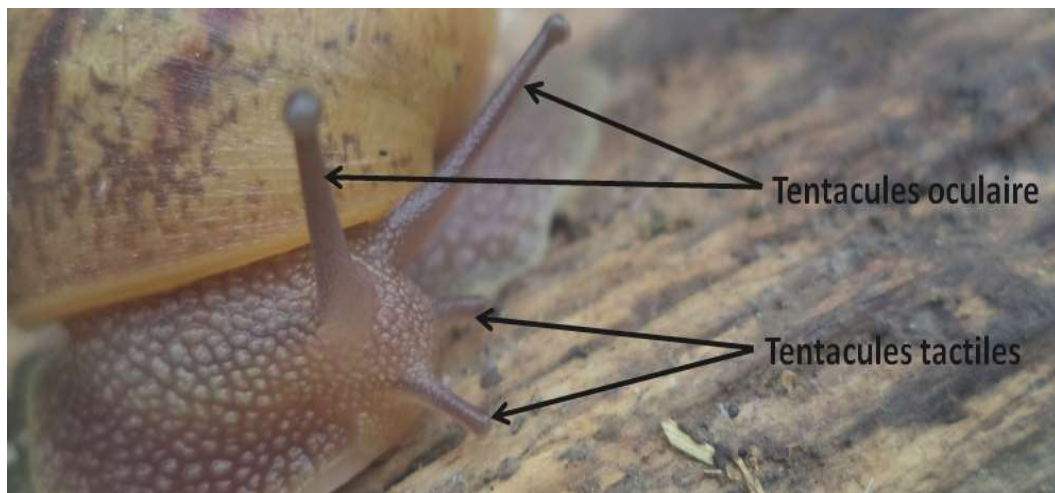


Figure 2 : Tentacules d'un gastéropode pulmoné (Originale, 2023).

4.1.2. Radula

Sur la face ventrale de la bouche, on trouve la radula qui se présente sous forme d'un ruban chitineux, porte plusieurs rangées transversales de petites dents sur la face dorsale. Chaque rangée comprend une dent centrale de part et d'autre de laquelle sont disposées symétriquement des dents latérales et marginales, dont le nombre peut dépendre de l'âge de l'animal (Levêque, 1980).

4.2. Pied

Le pied est un organe locomoteur qui présente une surface plane adhérent au support : la sole plantaire. Son épiderme renferme de nombreuses glandes à mucus qui facilitent, par leur sécrétion, le glissement sur le sol. Sous cet épiderme se trouvent des fibres musculaires dont il est possible des voire les contractions par ondes successives ont faisant ramper l'escargot sur une vitre (Théron et Vallin, 1981). Généralement les gastéropodes terrestres juvéniles ont un pied de couleur plus claire que celui des adultes.

4.3. Masse viscérale

Guyard (2009) rappelle que la masse viscérale est enroulée à l'intérieur de la coquille et est limitée en avant par le bourrelet ; c'est le bord du manteau soudé à la masse viscérale pour fermer la cavité palléale, qui ne communique plus avec l'extérieur que par un seul orifice, le pneumostome, situé à droite (Fig. 3). Cette cavité palléale, remplie d'air joue le rôle d'un poumon. Un peu plus en arrière, un cœur collé à droite du rein. Le rectum longe le bord du dernier tour de la masse viscérale et débouche près du pneumostome par l'anus, voisine également de l'orifice excréteur. Le reste de la masse viscérale ou tortillon, correspondant aux premiers tours de la coquille, il est occupé par l'hépatopancréas, la glande de l'albumine et près du sommet de la gonade, qui est hermaphrodite (André, 1968).

4.3.1. Manteau

Le manteau est une structure caractéristique bien visible, couvrant environ le tiers de la région antérieure dorsale du corps et qui renferme la coquille vestigiale lorsqu'elle existe. Dans la partie droite du manteau s'ouvre, via le pneumostome, la cavité pulmonaire, qui assure les échanges gazeux et l'excrétion. Le bord antérieur du manteau forme un rabat dans lequel la tête de l'animal peut se rétracter pour se protéger (Fig. 3) (Bursztyka, 2015).

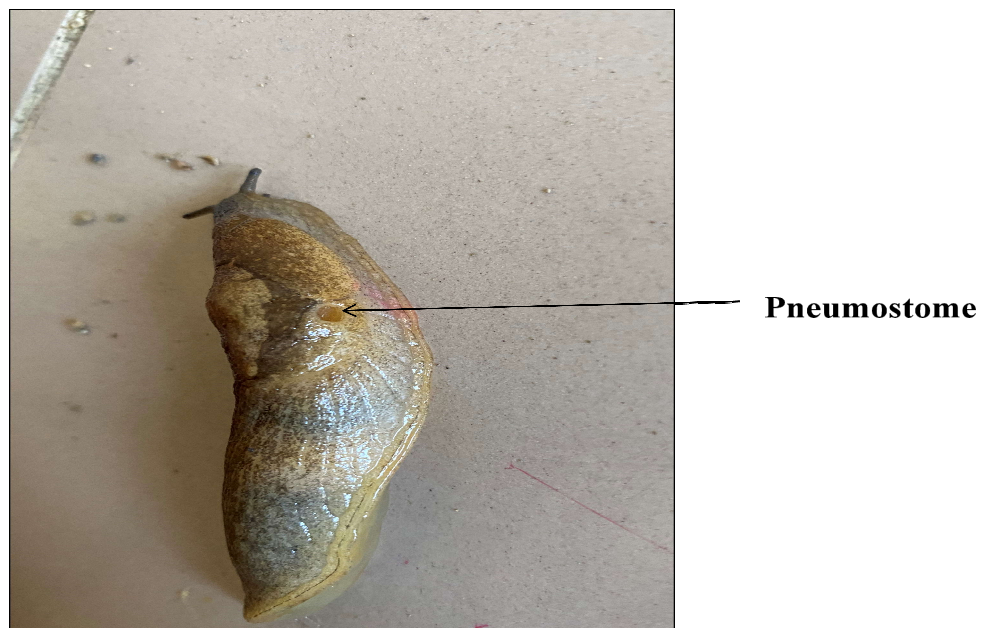


Figure 3 : Pneumostome d'un gastéropode terrestre (Originale, 2023).

4.3.2. Coquille

Les gastéropodes terrestres sont protégés par une coquille univalve, résultant d'un enroulement en hélice d'un cône très allongé. L'ouverture de la coquille est bordée par le péristome et le sommet dénommé l'apex (Boué et Chanton, 1971).

La plupart des espèces peuvent être identifiées à partir de leur coquille (Karas, 2009). Les méthodes d'identification décrites par Bonnet et al. (1990) et Chevalier (1992) se base sur le nombre de bandes spirales au niveau des coquilles ainsi que la couleur et la forme des coquilles.

D'après Maissiat et al. (2011), la forme et la couleur de la coquille des escargots sont d'une variété extrême (Fig. 4). Elle peut être considérée comme un squelette externe secrété par le manteau, elle a une origine ectodermique. Elle est constituée de trois couches ; de l'extérieur vers l'intérieur sont : le Périostracum de nature organique, la couche prismatique ou Ostracum et couche nacrée ou Hypostracum. Chez les limaces, la coquille interne très réduite ou complètement disparue (Karas, 2009).



Figure 4 : Forme et couleur de la coquille d'un escargot (Originale, 2023).

Amroun (2006) rappelle que la coquille est composée de trois couches (Fig. 5) :

- Le Périostracum (cuticule) : est la couche la plus externe à consistance cornée constituée d'une substance azotée appelée conchyoline. La cuticule est secrétée par un sillon glandulaire du bord libre du manteau. Elle assure la protection des autres couches variable selon les espèces.
- L'Ostracum (couche de prismes) : formé de prismes hexagonaux de calcite disposée perpendiculairement à la surface de périostracum. L'ostracum est secrété par le bord libre de manteau et permet l'accroissement en surface et non en épaisseur.
- L'Hypostracum (couche lamelleuse ou nacrée) : constitué par l'empilement régulier de conchyoline et de paillettes cristallisées d'aragonite ou de calcite. Cette couche est secrétée par la surface dorsale du manteau et elle permet un accroissement en épaisseur au fur et à mesure que l'animal vieillit.

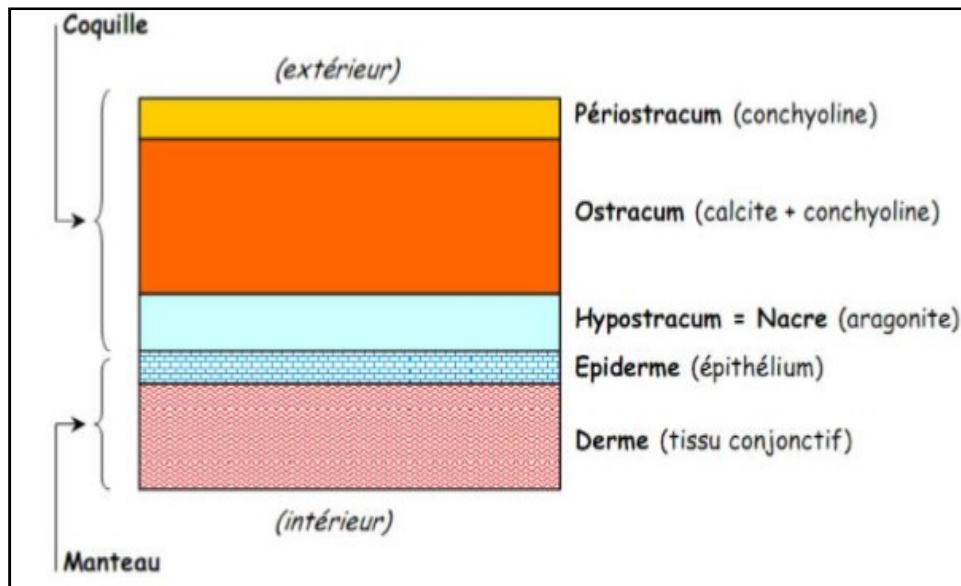


Figure 5 : Différentes couches de la coquille des escargots (Amroun, 2006).

5. Anatomie interne des gastéropodes

L'anatomie interne des gastéropodes montre une dissymétrie tout à fait remarquable qui induit des modifications de la masse viscérale au cours du développement (Boue et Chanton, 1971) (Fig. 6).

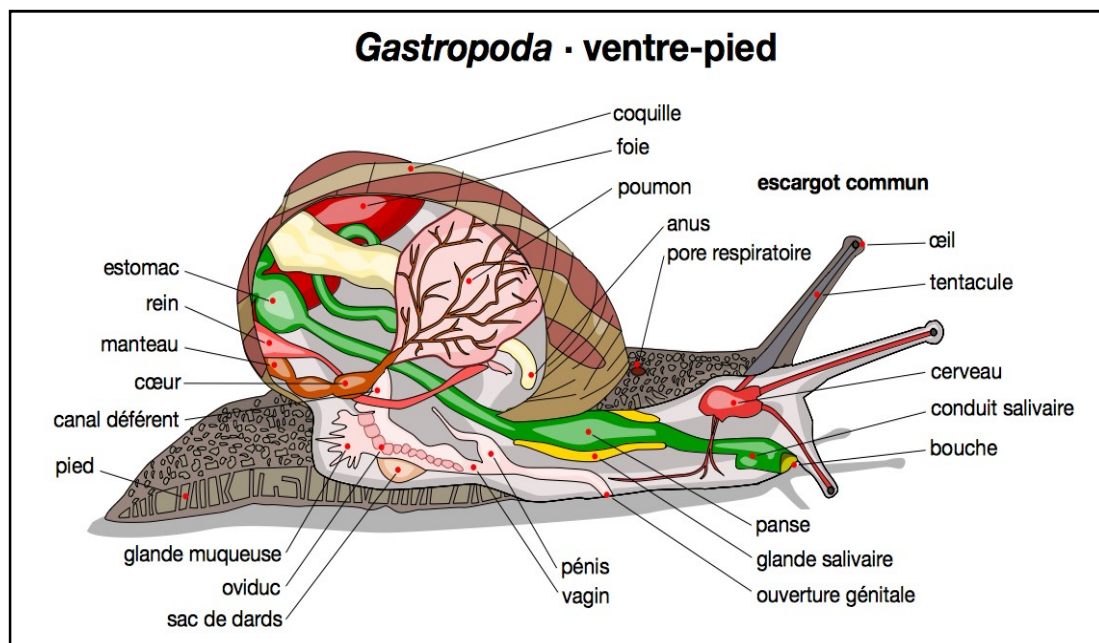


Figure 6 : Anatomie interne d'un gastéropode terrestre (Quibik, 2007).

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. Appareil digestif

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

En arrière de l'ouverture de la bouche se trouve un renflement et le bulbe buccal, dans sa partie supérieure tout en avant se trouve une mâchoire faite d'une substance assez dure : la chitine. Grâce à cette mâchoire l'escargot découpe les fragments de feuille, ceux-ci sont ensuite repoussés vers l'arrière et triturés par une véritable petite râpe, menée de nombreuse dent : la radula. À la suite de bulbe, un œsophage court conduit l'aliment vers un jabot volumineux ; puis viens de véritable estomac, qui se poursuit par l'intestin débouchant à l'anus. Sur le jabot sont deux glandes salivaires qui déversent leur salive au niveau de bulbe buccal (Théron et Vallin, 1981).

Selon Jodra (2009), le tube digestif est ouvert à ses deux extrémités seulement par suite de la torsion et contournement en spiral de la masse viscérale (Fig. 7).

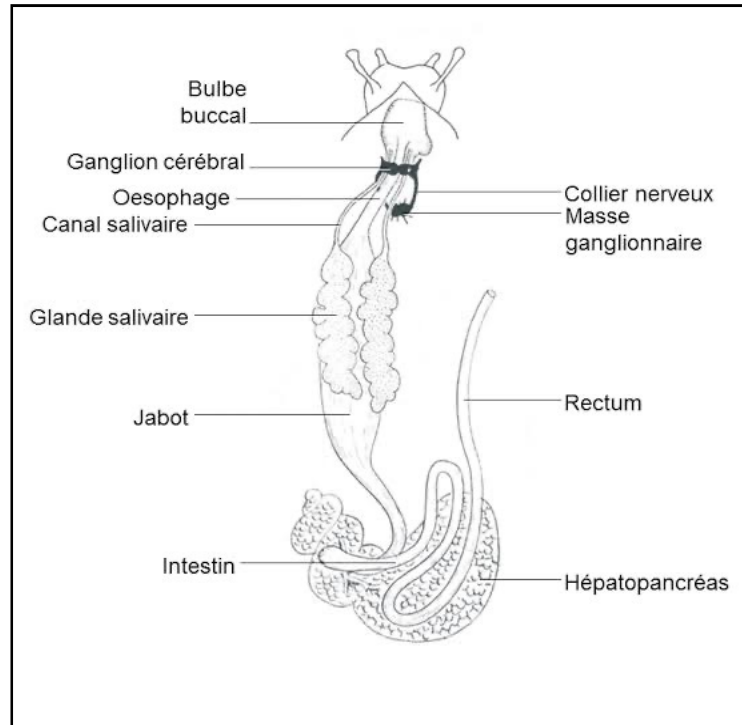


Figure 7 : Appareil digestif d'un escargot (Théron et Vallin, 1981).

5.3. Appareil génital

L'Appareil génital est complexe (Fig. 8). Il comporte une portion hermaphrodite (ovotestis, canal hermaphrodite) débouchant sur un carrefour où s'ouvre la glande de l'albumine et d'où partent un spermiducte et un oviducte incomplètement séparés, une portion femelle qui communique avec la poche du dard et une portion mâle. Le vagin et le pénis s'ouvrent dans un vestibule génital commun muni d'un seul orifice. La reproduction fait intervenir un accouplement au cours duquel sont échangés les spermatozoïdes, assurant une fécondation croisée (Heusser et Dupuy, 1998).

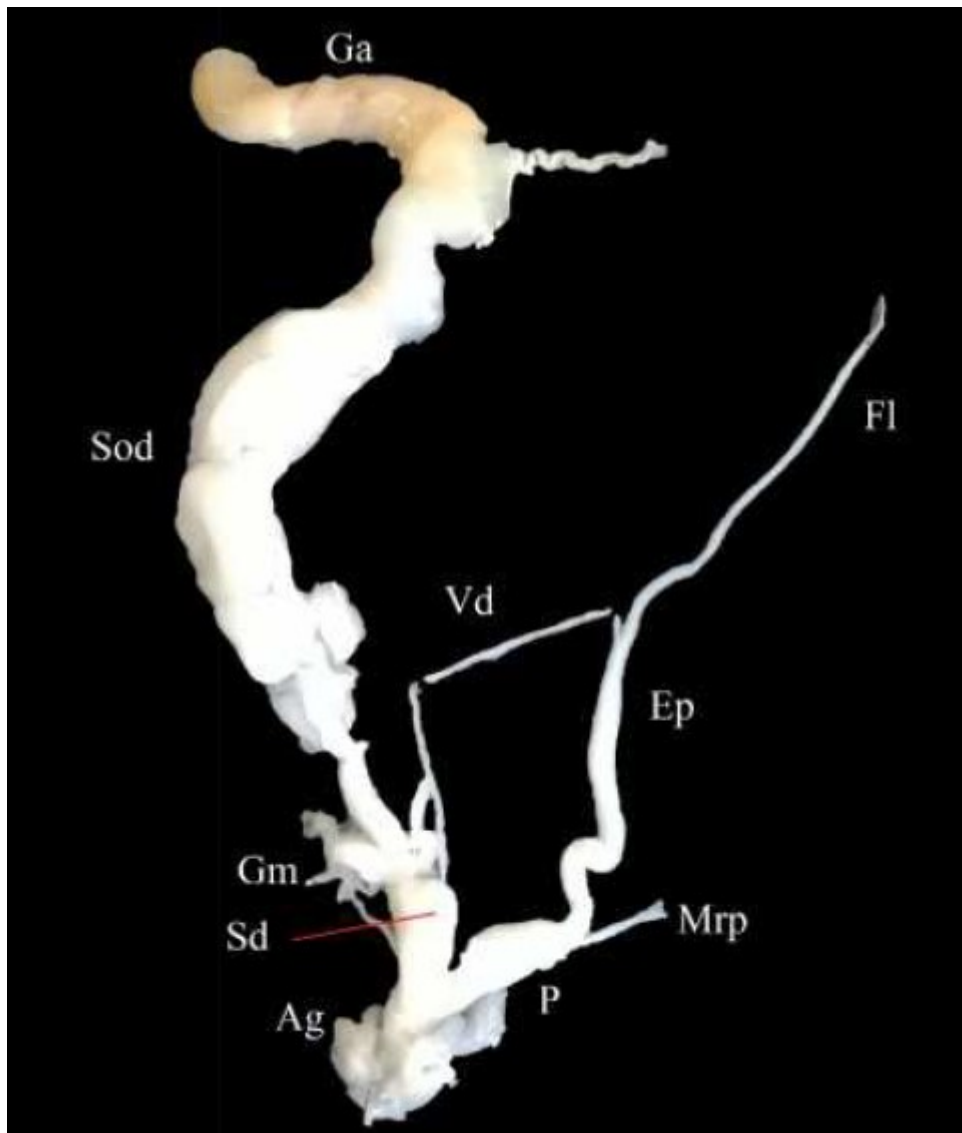


Figure 8 : Appareil génital de l'escargot *Xerosecta cespitum* (Originale, 2023).

SOD : Spermoviducte ; **Ga** : Glande à albumine ; **Fl** : Flagelle ; **Ep** : Epiphallus ; **Mrp** : Muscle rétracteur de pénis ; **P** : Pénis ; **Ag** : Atrium génital ; **Sd** : Sacs à dard ; **Gm** : Glande Multifides.

5.3. Appareil circulatoire

L'appareil circulatoire artériel de l'escargot comporte au départ du ventricule une aorte commune extrêmement brève qui se dirige vers la masse hépatopancréatique, où elle se divise immédiatement en une aorte antérieure et une aorte postérieure (Beaumont et Cassier, 1998).

Selon Théron et Vallin (1981), le sang de l'escargot est incolore. Le cœur, logé dans une cavité péricardique, comprend une oreillette et un ventricule.

L'oreillette reçoit le sang collecté par les veines du toit du poumon : en se contractant, elle envoie dans le ventricule qui à son tour, l'expédie par les artères dans les diverses parties du corps. Mais il n'y a pas continuité entre les artères et les veines ; arrivé à l'extrémité des artères, le sang se répand dans des cavités, non délimitées par des parois, que l'on appelle des lacunes. De lacune en lacune, il retourne aux veines ; ce qu'est appelée une circulation lacunaire.

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, celle-ci est transformée en poumon, elle ne communique avec l'extérieur que par le pneumostome (Boue 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 excréteur

Les gastéropodes terrestres ont dans leur sang plus de sel que les espèces dulcicoles, mais les mécanismes contrôlant leur concentration sont assez faibles. Une forte pluie peut réduire de plus de la moitié la concentration de leur sang en sels. La déperdition d'eau résultant de l'excrétion est réduite au minimum grâce à l'excrétion d'acide urique et à quelques adaptations permettant de diminuer l'évaporation à la surface du corps.

Les gastéropodes hibernants ou estivants par exemple, secrètent une cloison au-dessus de l'ouverture de leur coquille, ce qui réduit la perte d'eau pendant les périodes d'inactivité (Meglish, 1974). À l'inverse des autres mollusques, l'appareil excréteur des gastéropodes est asymétrique (André, 1968). L'enroulement de la masse viscérale a fait disparaître un rein, il ne subsiste qu'un appliqué contre le péricarde. Il débute dans cette cavité péricardique et le canal présente une paroi très plissée et glandulaire, richement irriguée par des sinus veineux. L'orifice excréteur est situé près de l'anus et le pneumostome (Grassé et Doumenc, 1995).

5.6. 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, 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) (Fig. 9).

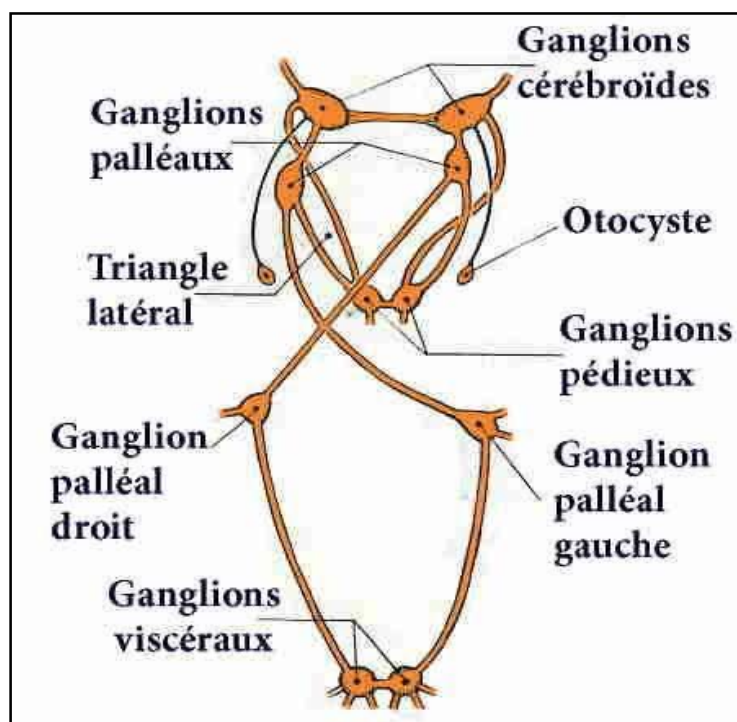


Figure9 : Système nerveux d'un escargot (Meglitsch, 1974).

6. Biologie des gastéropodes terrestres

Les gastéropodes pulmonés sont hermaphrodites, mâle et femelle pour un même individu (Kerney et Cameron, 2006). Selon Salgueiro et Reyss (2002), chez les mollusques pulmonés (escargots) l'hermaphroditisme est simultanée (ou synchrone), qui peut être considéré comme une adaptation de la reproduction sexuée à certains modes, ou milieu de vie contraignants qui limitent le contact entre individus de la même espèce, le cas de vie en milieu terrestre pour des animaux sensibles à la déshydratation.

6.1. Accouplement

Un escargot peut s'accoupler avec plusieurs partenaires. Une fois fécondée, la glande hermaphrodite se modifie et la partie femelle se développe (Battaglia, 2006). D'après Boue et Chaton (1971), les mâles déposent les spermatophores qui sont emmagasinés dans le réceptacle séminal, jusqu'à la maturation des ovules. Lors de l'accouplement les deux escargots hermaphrodites effectuent une parade complexe qui prépare chaque escargot à introduire son pénis dans son partenaire (Gamlin et Vines, 1996) (Fig. 10).



Figure 10 : Accouplement de *Cernuella virgata* (Originale, 2023).

6.2. Ponte

L'intervalle entre l'accouplement et la ponte est variable, en conditions constantes de température et d'hydrométrie (20°C et 85%), les durées moyennes sont de 10 à 15 jours (Fig.11).

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. Le nombre de pontes varie beaucoup, souvent entre 20 et 50 pour les grandes espèces, mais parfois jusqu'à 100 ou plus. Les œufs sont généralement sphériques. Chez certaines espèces, ils sont mous et transparents ; chez d'autres, ils sont durs, opaques et revêtus d'une coquille calcaire (Kerney et Cameron, 2006). La taille des œufs diffère selon les espèces de 3mm jusqu'à 6 mm de diamètre (Cappuccio, 2011).

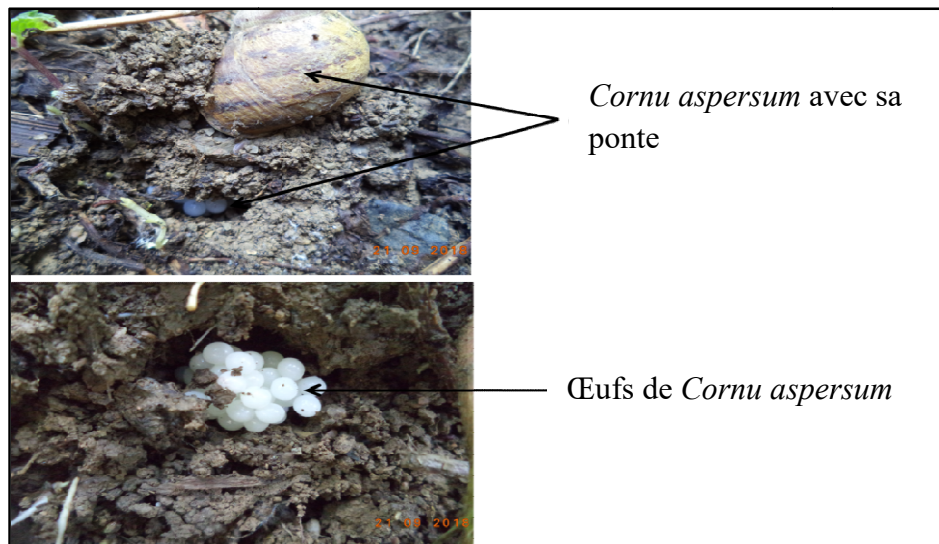


Figure 11 : Nid de *Cornu aspersum* (Originale, 2023).

6.3. Incubation-Éclosion

La durée de l'incubation et de l'éclosion est comprise entre 15 et 30 jours suivant les conditions climatiques, les jeunes restent 2 à 5 jours avant de sortir à la surface pour se nourrir. Leur poids est de 0,02 à 0,04 g.

L'éclosion de l'œuf donne directement un jeune escargot, il n'y a pas de larve Trochophore. Les jeunes sont très semblables aux adultes ; leur développement est directe, sans métamorphose ni mue (Cobbinah et *al.*, 2008).

La maturité sexuelle est atteinte à un an ; chez les grandes espèces, elle peut être atteinte entre deux et quatre ans. La maturité est marquée par un arrêt de la croissance et par la formation d'un épaississement autour du péristome (Kerney et Cameron, 2006).

6.4. Développement embryonnaire

Selon Bautz et *al.* (2010), les gastéropodes perdent leur symétrie bilatérale interne et même parfois externe lorsque leur coquille est spiralée. La perte de la symétrie bilatérale est due à 3 phénomènes qui se produisent au cours du développement de la larve (Fig.12).

6.4.1. Flexion

La flexion correspond à un mouvement progressif. Il s'agit d'une courbure du corps qui rapproche l'anus de la bouche. Elle provoque une augmentation de la hauteur de la masse viscérale et le déplacement de la cavité palléale qui devient antérieure (Bautz et *al.*, 2010) (Fig.12).

6.4.2. Torsion

Se produit à un moment précis du développement, elle est très rapide. Il s'agit d'une rotation de 180°, en sens inverse des aiguilles d'une montre, de la masse viscérale et du manteau par rapport à la tête et au pied. Cette torsion déplace la cavité palléale vers le côté dorsal ; les branchies, l'anus, les orifices génitaux et urinaires se retrouvent au-dessus de la tête. Les organes pairs primitivement droits deviennent gauches et vice versa.

La torsion entraîne souvent l'atrophie des organes primitivement à gauche (en particulier l'oreillette et la branchie gauches). La torsion provoque aussi le croisement en 8 de la chaîne nerveuse (Bautz et *al.*, 2010) (Fig.12).

6.4.3. Enroulement

Enroulement spiral de la masse viscérale se produit à peu près en même temps que la torsion, mais c'est un phénomène indépendant qui est simplement lié à l'augmentation de hauteur de la masse viscérale (Bautz et *al.*, 2010) (Fig.12).

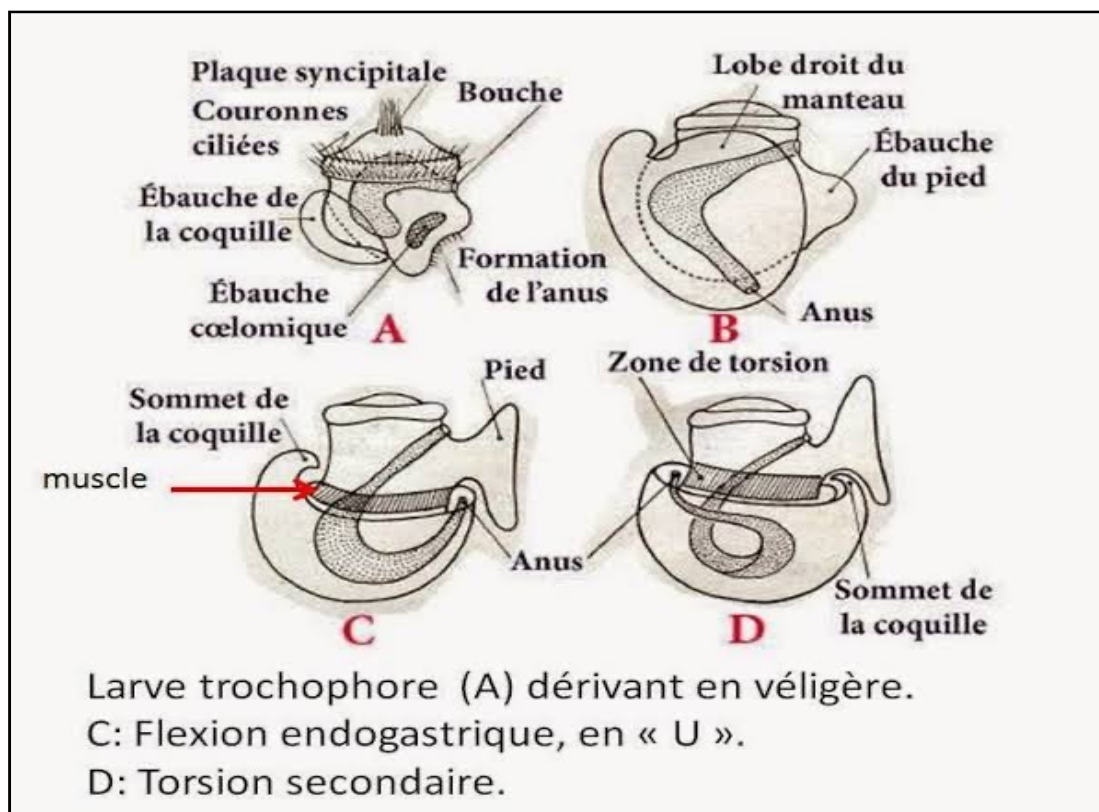


Figure 12 : Schéma de la flexion, de l'enroulement et de la torsion des gastéropodes (Grassé et Doumenc, 1995).

6.5. Croissance

Pour la croissance ; les indications sont relatives à la taille ou au poids des pulmonés en cours d'accroissement. Chez les stylommatophores, la croissance cesse à l'apparition de la maturité génitale, alors que chez les basommatophores la ponte commence le plus souvent, avant que l'animal ait atteint la moitié de la taille adulte moyenne de l'espèce (Grassé et Doumenc., 1995). La croissance s'effectue par apport continu de matériaux aux marges de la coquille (Kerney et Cameron, 2006).

L'âge à la première reproduction est très variable chez les escargots terrestres. Le climat et la température ont une grande importance sur l'âge de maturité sexuelle de l'escargot. Les espèces de grandes tailles semblent avoir une maturation relativement lente, puisque la maturité n'est parfois pas atteinte avant l'âge de 5 ans, ou même plus tard comme c'est le cas de *Monadenia fidelis beryllica* en captivité (Cobbinah et al., 2008). Par contre, chez les petites espèces comme *vertigo*, plusieurs générations par an semblent se succéder.

Chez les limaces et les escargots, la maturité est marquée par un arrêt de la croissance et par la formation d'un épaississement autour de péristome (Kerney et Cameron, 2006).

6.6. 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 la 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).

6.7. Mode de vie et régime alimentaire

L'alimentation des escargots varie selon les espèces. Certains sont phytophages, détritivores, d'autres nécrophages ou prédateurs, parfois cannibales. Les escargots peuvent s'attaquer aux plantes cultivées des jardins, causant parfois de gros dégâts aux récoltes (Vernal et Leduc, 2000 ; Cappuccio, 2011) (Fig. 13).

Les jeunes escargots préfèrent les feuilles et pousses tendres et mangent environ deux fois plus que l'escargot adulte. À mesure qu'ils vieillissent, les escargots consomment plus de détritit : feuilles détachées, fruits pourris et humus (Cobbinah et al., 2008).



Figure 13 : Régime alimentaire des gastéropodes (Originale,2023).

7. Habitat

La plupart des espèces de limaces et d'escargots n'ayant pas de régime alimentaire très spécialisé, c'est davantage le climat et la structure de l'habitat qui jouent un rôle déterminant.

La nature de sol est également un facteur important ; beaucoup d'espèces ont une préférence marquée pour les sols riches en calcium. Dans les habitats très acides (landes, tourbières), la malacofaune est particulièrement pauvre (Kerney et Cameron, 2015).

Les préférences écologiques des espèces sont souvent très différentes et l'existence de nombreux micro habitats (litière, roches, arbres, plantes herbacées, etc.) contribue à augmenter sensiblement la richesse faunistique (kerney et Cameron, 2015) (Fig. 14).

D'après Karas (2009), les forêts constituent généralement des habitats très riches abritant de nombreuses espèces peuvent également se rencontrer dans des jardins, haies ou friches.

De même, les habitats créés par l'homme ont pu jouer un rôle important dans l'évolution des aires de répartition de certaines espèces ; c'est le cas des jardins, des parcs, des serres où l'on rencontre des espèces non indigènes, certaines étant devenues problématiques pour les activités humaines (Kerney et Cameron, 2015).



Figure 14 : Différents habitats des gastéropodes terrestres (Originale, 2023)

8. Rythme d'activité des gastéropodes

D'après Yves et Cranga (1997), les pulmonés terrestres ont le sang froid, ne pouvant régler leur température corporelle, ils leur a fallu s'adapter aux variations de température et d'hygrométrie, passant perpétuellement par des phases d'activité, vivant au rythme du jour et de la nuit, de pluie et de jour ensoleillé et au rythme de saisons. Lorsqu'un facteur du milieu est défavorable (sécheresse en été, ou froid pendant l'hiver), la vitesse de croissance devient très faible ou s'annule. L'escargot possède deux rythmes d'activités, 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 d'environnement, notamment des cycles de jour et de nuit, de l'hygrométrie et de la température (Yves et Cranga, 1997).

Dans le milieu naturel, l'escargot recherche toujours la fraîcheur et l'humidité nous le retrouvons surtout en vie active, par temps humide, le matin à la rosée, à la fraîcheur de la nuit, par pluie légère ou après un orage une forte pluie (Pirame, 2003).

8.2. Activité saisonnière

Les escargots harmonisent leurs rythmes biologiques sur le rythme des saisons, ils se règlent sur les éléments de l'environnement en l'occurrence la longueur du jour (Cobbinah *et al.*, 2008).

D'après Pirame (2003), les escargots se sont des poïkilothermes s'adaptent au climat tempéré et à la variation thermique saisonnière.

8.3. L'estivation

D'après Cobbinah *et al.* (2008), l'estivation est un rythme de vie demi-ralenti d'été. On observe ce comportement dans des régions où l'été est particulièrement chaud et sec. Durant l'estivation, la respiration et les mouvements cardiaques sont normaux, mais il y a diminution rapide des réserves d'eau et des réserves énergétiques.

8.4. Hibernation

Lorsque la température moyenne devient inférieure à 5°C, les escargots déclenchent un autre processus de mis au repos. C'est le cas de l'hibernation, ils secrètent un épiphragme « d'hiver », en se collant sur un support ou en s'enfouissant légèrement en terre ou dans la litière de sol (Chevallien, 1958). Pendant la saison froide, le rythme cardiaque s'affaiblit, le

rythme respiratoire régresse et la croissance cesse durant l'hibernation (Damerdji et Benyoucef, 2006) (Fig.15).



Figure 15 : Épiphragme chez un gastéropode terrestre *Rumina decollata* (Originale, 2023).

9. Influence des paramètres externes sur les gastéropodes

Dans l'environnement, certains facteurs influencent sur le comportement des gastéropodes les principaux paramètres sont la température, l'humidité et la lumière.

9.1. Température

Les escargots ne contrôlent pas leur température corporelle, leurs fonctions physiques sont influencées par la température de milieu extérieure. Si cette dernière dépasse un certain seuil, l'activité de l'escargot sera réduite, dans un sens ou dans un autre (Cobbinah *et al.*, 2008). La température basse provoque la congélation des tissus, alors que celle qui sont élevées entraînent la coagulation (Pelseneer, 1935).

9.2. Humidité

L'humidité est impérative pour les escargots, ces derniers préfèrent un taux élevé d'humidité de l'air (80% à 90%), d'ailleurs ils sont actifs durant les périodes humides du jour et pendant la nuit. Mais ils s'abritent en dehors de ces périodes humides sous la végétation naturelle et sous les matériaux disposés pour jouer le même rôle (Stivenard et Hardouin, 1990).

9.3. Lumière

L'influence de la lumière est souvent complémentaire de celle de la température, certaines espèces perçoivent la diminution de la lumière par les téguments et non pas par l'œil (Pelseneer, 1935).

Selon Aubert (1998), l'activité de l'escargot se déroule essentiellement au cours de la nuit, la lumière joue un rôle primordial sur les fonctions reproductrices et la croissance.

10. Prédateurs et parasites des gastéropodes terrestres

Les gastéropodes terrestres subissent des attaques de certains prédateurs et des parasites.

10.1. Prédateurs

Les escargots sont un élément important des réseaux trophiques (Cappuccio, 2011). Ce sont des proies de nombreux animaux dans les rats, les musaraignes, les grenouilles, les crapauds, les corbeaux ainsi que les oiseaux domestiques comme les canards et les dindes, les lézards, les serpents et les coléoptères, mille pattes quelques mammifères tels que le sanglier (Stievenart et Hardouin, 1990 ; Barker, 2004). L'homme constitue également un grand danger pour les escargots vivants dans la nature, il détruit volontairement leurs populations par la consommation qu'il en fait, mais aussi involontairement et dans une proportion beaucoup plus importante, par la destruction des biotopes et l'emploi des pesticides (Pirame, 2003) (Fig.16).



Figure 16 : Prédation d'un Lampyridé, vers luisant (Originale, 2023).

10.2. Parasites

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

11. Intérêt écologique des gastéropodes

Les escargots sont des éléments biotiques importants dans l'équilibre écologique, ils constituent une proie préférée de certains oiseaux (grives, hiboux...) et d'autres petites mammifères (hérissons, blaireaux...) (Barker, 2004). Ils participent également à la décomposition de la matière organique (plantes et des feuilles mortes) contribuant ainsi à la formation de l'humus et au maintien de la qualité du sol (Zaafour, 2014).

CHAPITRE II

Présentation de la région d'étude

L'objectif de cette étude est de réaliser un inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes terrestres et de déterminer la chorologie des espèces inventoriés dans la région de Tizi-Ouzou.

1. Présentation de la Région de Tizi-Ouzou

1.1. Localisation

La wilaya de Tizi-Ouzou est située au Nord de l'Algérie, dans la région de la grande Kabylie, en plein cœur du massif du Djurdjura (Meddour, 2010). Sa superficie est 2994 km², elle est délimitée au Nord par la mer méditerranée, au sud par la wilaya Bouira, à l'Est par la wilaya de Bejaia et à l'Ouest par la wilaya de Boumerdes. Son réseau hydrographique renferme deux grands bassins versants à savoir le bassin de l'Oued Sebaou et le bassin Côtier (Fig. 17).

Cette dernière décennie, la pluviométrie annuelle moyenne de la wilaya a varié entre 500 et 800 mm (Direction de l'Hydraulique, 2008).

Son relief très accidenté rend la tâche très difficile pour l'établissement d'inventaires floristiques et faunistiques.

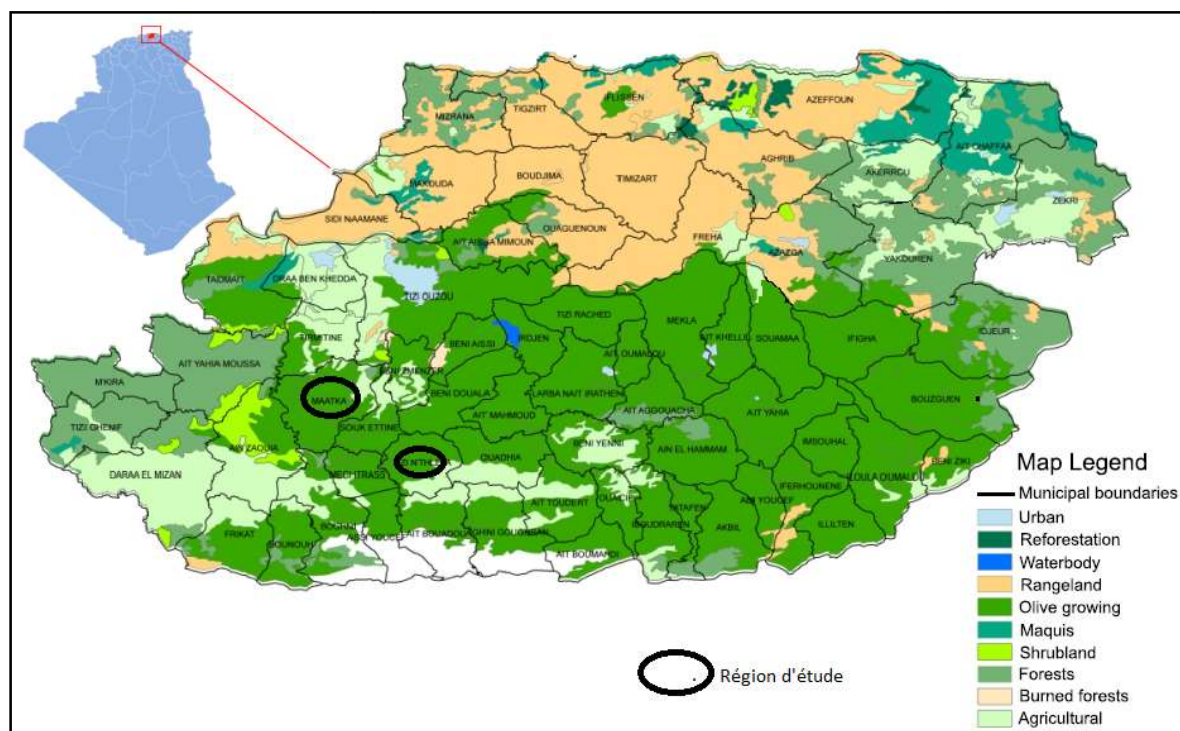


Figure 17 : Localisation géographique de la région d'étude.

1.2. Bioclimat

Selon Faurie et al. (1980), le climat joue un rôle important dans la distribution et la vie des êtres vivants en particulier les invertébrés terrestres. Dajoz (1982) rapporte que les êtres vivants ne peuvent se maintenir qu'entre certaines limites bien précises des facteurs climatiques (la température, l'humidité, la pluviométrie).

Le climat méditerranéen est humide et froid avec des précipitations d'une intensité considérable en hiver, et très chaud et sec en été.

1.2.1. Température

La température est une valeur exprimant la chaleur ou le froid de l'atmosphère ou de l'air ambiante d'un lieu donné, mesurée de façon objective par un thermomètre et traduit en degrés. Selon Ramade (2003) la température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait, la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. D'après Dajoz (2006) la grande majorité d'être vivant ne peut subsister que dans un intervalle de température comprise entre 0 et 50°C.

Les valeurs de la température maximale, minimale et moyenne enregistrées au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 1: Températures moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou de 2013 à 2022.

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juill.	Aot.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Tmax	13,8	15,3	17,9	21,1	24,7	29,3	33,8	33,6	29,5	24,8	18,6	15,3
Tmin	5,8	7,1	9,2	11,4	14,9	19,2	23,2	23,1	20,4	16,1	10,7	6,8
Tmyn	9,8	11,2	13,5	16,3	19,8	24,3	28,5	28,3	25	20,5	14,7	11,1

Tmax : Températures moyennes mensuelles maximales.

Tmin: Températures moyennes mensuelles minimales.

Tmyn: Températures mensuelles moyennes.

D'après le tableau 1, nous constatons que le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température moyenne mensuelle maximale de 33,8°C, et une température moyenne mensuelle minimale de 23,2 °C. Cependant, le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne mensuelle maximale de 13,8 °C et une température moyenne mensuelle minimale de 5,8 °C.

Les températures mensuelles moyennes commencent à baisser à partir du mois de Septembre et augmentent à partir du mois de Février (Tab. 1).

1.2.2. Humidité

L'humidité dépend de la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluie, de la forme de ces précipitations (orage ou pluie fine), de la température, des vents et des caractéristiques de la station considérée (Faurie et al., 1980). D'après Dajoz (1975), l'humidité a une influence sur la longévité de la vitesse du développement, sur la fécondité et le comportement des

espèces. L'humidité relative ou l'état hygrométrique de l'air (exprimes en %) est le rapport de la tension de vapeur d'eau avec la tension maximal (Escourrou, 1978) (Fig.18).

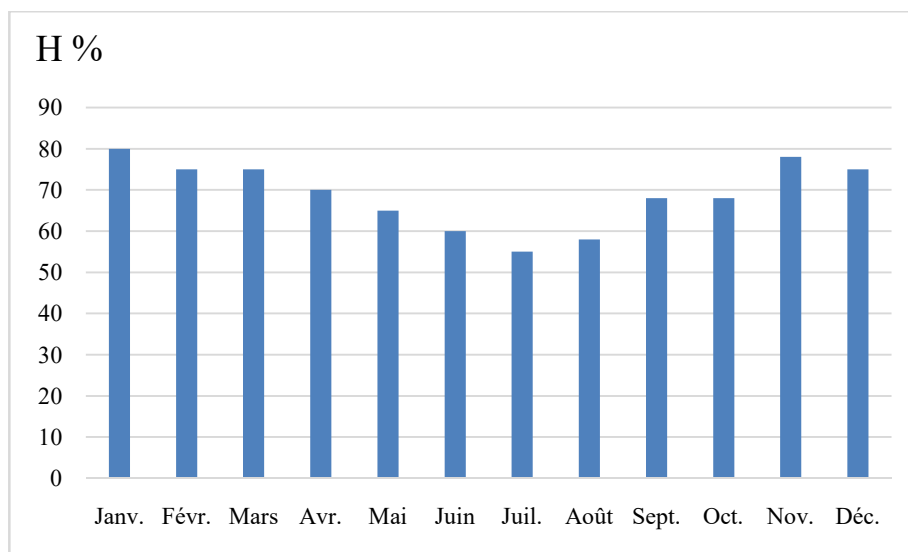


Figure 18: Humidité relative moyenne mensuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou de 2013 à 2022.

D'après la figure 18 le taux d'humidité pendant la période 2013 à 2022 varie entre 55% et 80%. Le mois de Juillet a enregistré le pourcentage d'humidité le plus faible avec 55 %, alors que Janvier est le mois les plus humide durant la période d'étude avec le pourcentage le plus élevé est de 80%.

1.2.3. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 1984).

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

Tableau 2 : Précipitation moyenne mensuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou pour la période 2013 à 2022.

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juill.	Aot.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
P(mm)	158,83	77,86	101,11	50,08	50,89	19,26	0,98	5,33	38,23	60,66	168,32	136,76

D'après le tableau 2, les précipitations les plus importantes sont enregistrées pendant le mois de Novembre avec un taux de 168.32 mm, et les précipitations les plus faible sont enregistrées pendant le mois Juillet avec une valeur de 0.98 mm.

Les précipitations moyennes durant la période allant de 2013 jusqu'à 2022 sont de 868.31mm/an.

2. Synthèse bioclimatique

2.1. Quotient pluviométrique d'EMBERGER

Pour définir les divers types de bioclimats de la région méditerranéenne, EMBERGER (1933-1955) a proposé la formule suivante :

$$Q_2 = 2000/P \text{ (M}^2\text{-m}^2\text{)}$$

Stewart (1969) en transformant cette équation a obtenu pour le climat méditerranéen la formule suivante :

$$Q_2 = KP/M-m$$

Q_2 : Le quotient pluviométrique d'Emberger

K : Constante qui égale à 3.43

P : La somme des précipitations annuelles exprimées en mm.

M : La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en °C.

m : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimée en °C.

Le facteur $M-m$ est l'expression de l'évaporation, en général, elle est d'autant plus forte que $(M-m)$ (Emberger in Letreuch-Belarouci, 1991).

Pour la zone d'étude (région de Tizi-Ouzou), $P = 868,31$ mm, $M = 33,8^\circ\text{C}$ et $m = 5,8^\circ\text{C}$.

$$Q_2 = 3.43 \times 868,31 / 33,8 - 5,8 = 106,7.$$

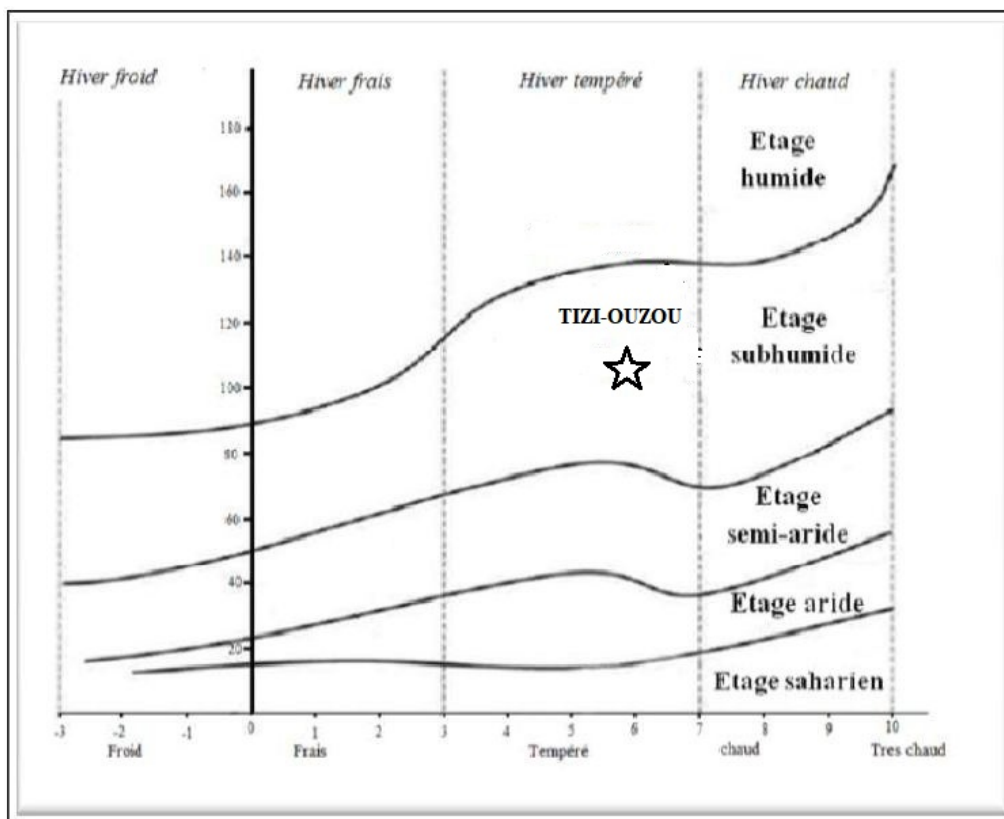


Figure 19 : Diagramme d'EMBERGER de la région de Tizi-Ouzou durant la période (2013 à 2022).

D'après le climagramme d'EMBERGER, la région de Tizi-Ouzou se situe dans l'étage bioclimatique subhumide avec un hiver tempéré.

2.1. Diagramme Obmrothérmique de BAGNOULS et GAUSSEN

Il permet d'évaluer la durée et l'importance de la saison sèche. D'après Bagnouls et Gausсен, un mois est sec lorsque le total des précipitations (P), exprimé en millimètre, est égal ou inférieur au double de la température, exprimée en degré Celsius.

Tableau 3 : Moyennes des températures et précipitations de la région de Tizi-Ouzou (2013 à 2022).

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juill.	Aot.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Tmyn	9,8	11,2	13,5	16,3	19,8	24,3	28,5	28,3	25	20,5	14,7	11,1
P (mm)	158,83	77,86	101,11	50,08	50,89	19,26	0,98	5,33	38,23	60,66	168,32	136,76

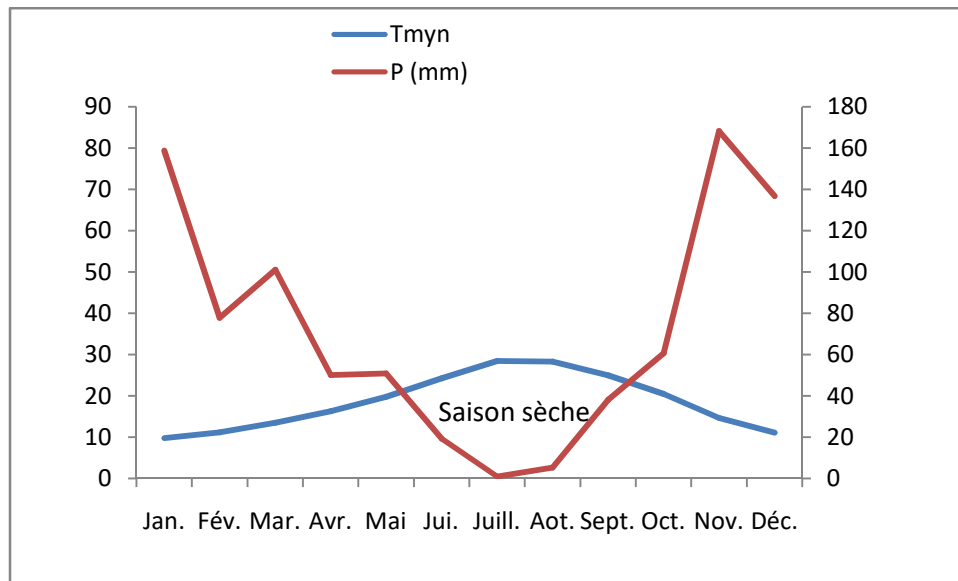


Figure 20 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la wilaya de Tizi-Ouzou.

L'analyse de la figure 20 montre que la période sèche pour la région de Tizi-Ouzou et pour la période de 2012 jusqu'à 2022 est de 4 mois et demi, elle s'étale de mi-mai jusqu'à la fin de mois de septembre, tandis que la période humide s'étend d'octobre jusqu'au début du mois d'avril.

3. Présentation des stations de prélèvement

Pour l'inventaire des gastéropodes terrestres dans la wilaya de Tizi-Ouzou, nous avons choisis quatre stations différentes, dont deux situées dans la commune de Tizi N'Tleta à savoir Ait Ouali et Azaghar, les deux autres sont dans la commune Maatkas : Ait Ahmed et Ighil Issiouane.

La commune Tizi N'Tleta est située à 488 m d'altitude, elle est délimitée au nord par Ath Douala, au sud par Ait Bouaddou, à l'ouest par Mechetras et enfin à l'Est par Ouadhias.

La commune Maatkas est située à 622 m d'altitude, et délimitée au nord par Tirmitine, au sud par Boghni, à l'Ouest par Ait Yahia Moussa et enfin à l'Est par Ait Zmenzer.

Afin de réaliser notre travail quatre stations ont été choisies qui est : Azaghar, Ait Ouali, Ait Ahmed et Ighil Issiouane (Tab. 4).

Tableau 4 : Noms, altitudes et localisations des stations d'échantillonnage.

Stations	Altitudes	Cordonnées
Azaghar	450 m	36° 32' 36" N 4° 3' 44" E
Ait Ouali	550m	36° 33' 52" N 4° 03' 43" E
Ait Ahmed	570m	36° 36' 28" N 3° 59' 13" E
Ighil-Issiouane	600m	36° 37' 22" N 3° 59' 17" E

3.1. Station d'Azaghar

Situé au centre de la commune de Tizi N'Tleta, à une altitude de 450 m. Cet endroit, comme son nom l'indique, est une région ouverte caractérisée par une activité agricole, elle a un aspect plat, présentant une pente d'environ 5%, dont la végétation n'est pas très diversifiée, juste quelques arbres et une végétation herbacée (Fig.21).



Figure 21 : Station Azaghar (Originale, 2023).

3.2. Station Ait Ouali

Située juste au centre du village Cheurfa, Tizi N'Tleta, à 550m d'altitude. C'est un endroit plus ou moins plat, avec une pente d'environ 15%. Cette station est caractérisée par une végétation assez dense, où la strate arbustive est dominante, la strate herbacée est très diversifiée (Fig.22).



Figure 22 : Station d'Ait Ouali (Originale, 2023).

3.3. Station Ait Ahmed

Située dans une région rurale à une altitude de 570 m, c'est un endroit plus ou moins plat, caractérisée par une végétation arbustive et herbacée dominante ; des activités agricoles vivrières sont remarquées dans plusieurs endroits (Fig.23).



Figure 23 : Station d'Ait Ahmed (Originale, 2023).

3.4. Station Ighil Issiouane

C'est la plus haute de nos stations d'échantillonnage, elle se situe à 600 m d'altitude, située au centre de la commune du Maatkas. Elle est caractérisée par une végétation herbacée (Fig.24).



Figure 24 : Station d'Ighil-Issiouane (Originale, 2023).

CHAPITRE III

Matériel et Méthodes

L'entreprise d'une étude bioécologique ou biogéographique sur un groupe taxonomique donné et dans une région donnée requiert la connaissance de plusieurs éléments fondamentaux. Dans un premier temps, il est indispensable d'avoir une liste de référence des espèces sur le territoire étudié. Dans un second temps, il est nécessaire de mettre en place des stratégies d'échantillonnage, ainsi que des méthodes de prélèvement ou de récolte spécifiques au groupe étudié (Cucherat et Demuynck, 2008).

1. Méthode d'échantillonnage

La récolte des escargots a été effectuée une fois par mois dans les quatre stations. L'échantillonnage est aléatoire pendant les 06 mois d'études à compter du mois Novembre 2022 jusqu'au mois d'Avril 2023. Nous avons alors subdivisé notre travail en deux parties, dont la première est réalisée sur le terrain qui est de ramasser des escargots en utilisant les différentes méthodes d'échantillonnages (prélèvement direct ou chasse à vue et le tamisage de la litière). Dans la seconde partie est réalisée au laboratoire de recherche PSMVC, où nous avons effectué le tri, la classification, la dissection ainsi que l'identification des spécimens d'escargots et de limaces.

1.1. Travail réalisé sur le terrain

1.1.1. Prélèvement direct ou chasse à vue

Les gastéropodes terrestres de grande taille sont recherchés à vue dans les biotopes favorables et de préférence par temps doux et humide. Par temps sec, nous avons recherché les escargots dans tous les micros habitats humides pouvant servir d'abri pendant la journée, tels que les premières couches du sol, les fissures de roches. Aussi, les escargots vivants et les coquilles vides sont collectés sur les croûtes calcaires, sur les murs, sur l'argile, sous de grandes et petites pierres, sous des restes organiques (fumier, bois mort, matière organique des plantes naturelles et des animaux en décomposition...) et à proximité de petits récipients remplis d'eau.

Pour la récolte nous avons utilisé quelques outils : le râteau, le piochon, les boîtes pour les coquilles vides et les boîtes trouées pour les escargots vivants, afin que l'air puisse se pénétrer (Fig. 25).



Figure 25 : Prélèvement à vue des gastéropodes terrestres dans leurs habitats naturels (Originale, 2023).

1.1.2. Prélèvement par tamisage de la litière (ou méthode volumique)

Les escargots les plus petits qui ne peuvent être collectés à l'œil nu sont recherchés plus méthodiquement par la méthode volumique. Cette méthode consiste à prélever la litière, la tamiser pour séparer les grosses particules des fines particules, mettre ces dernières dans une boîte de pétri et recherché les micro-espèces sous une loupe binoculaire (Fig. 26).



Figure 26 : Méthode volumique (Originale, 2023)

1.2. Travail réalisé au laboratoire

Les échantillons sont ramenés au laboratoire où les individus sont lavés et nettoyés. La première étape réalisée est le tri des échantillons qui se ressemblent morphologiquement pour faciliter l'identification (Fig. 27).



Figure 27 : Tri et classification des espèces (Originale, 2023).

L'identification consiste à comparer chaque individu récolté aux échantillons déjà identifiés par notre promoteur, M.RAMDINI R., Enseignant Chercheur à L'UMMTO , département de biologie.

Nous tenons compte d'un certain nombre de critères pour effectuer cette comparaison (taille, forme, coloration de la coquille), ainsi que les caractères anatomiques notamment de l'appareil génital. À la fin, nous relâchons les espèces vivantes qui ont été identifiées, et nous gardons les coquilles ; nous prenons un échantillon de chaque espèce et nous le mettons dans des boîtes de Pétrie avec une étiquette portant le nom de l'espèce, la date de récolte et coordonnées de la station d'échantillonnage (Fig. 28).

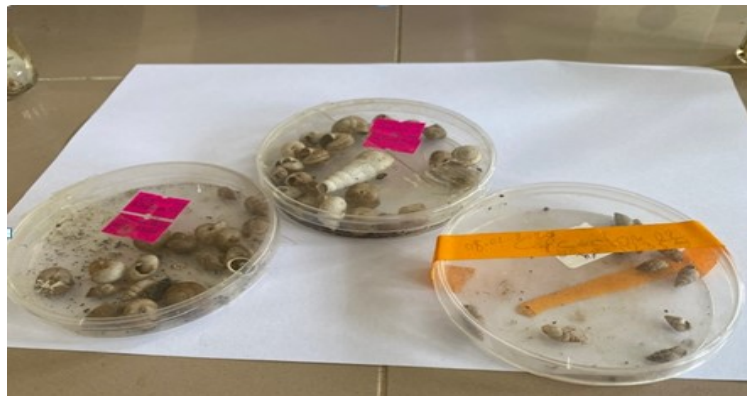


Figure 28 : Boîtes de pétrie qui porte les échantillons (Originale, 2023)

1.2.1. Dissection :

Les limaces sont conservées dans l'éthanol à 75°. Pour effectuer la dissection, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Boîte alcoolisée (pour conserver les limaces) ;
- Cuvette de dissection ;
- Pincettes fines droites ;

- Une paire de ciseaux vague fine ;
- Épingles à dissection pour la fixation (Fig. 29).

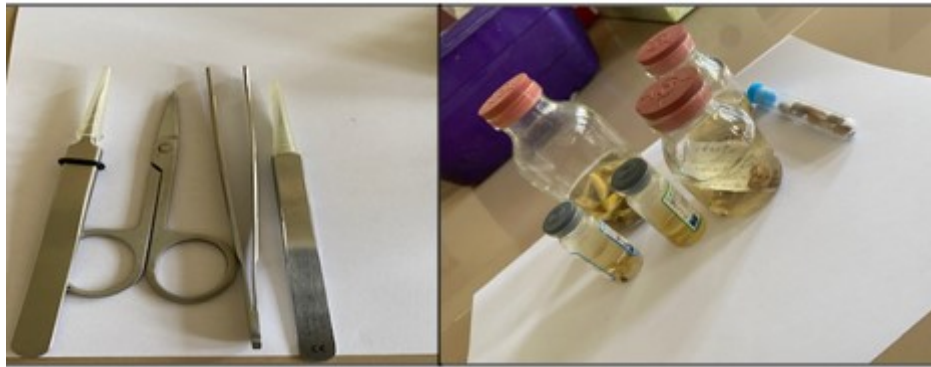


Figure 29 : Matériels utilisés à la dissection (Originale, 2023).

1.2.2. Étapes de dissection :

- Couper le corps de gastéropode avec une paire de ciseaux fins depuis la tête vers la queue en suivant la sole.
- Finir l'incision en coupant le dos jusqu'à la sole épingler ce dernier dans une cuvette à dissection et la mise sous une loupe binoculaire.
- Dégager la peau du dos à l'aide des pinces fines droites en sectionnant les muscles au ras de derme.
- Couper la peau du cou qui est fine pour dégager la tête.
- Lamasse blanche de l'appareil génital apparaît à droite, juste derrière la tête.
- Couper le tube digestif au ras de bulbe et la séparer avec précaution de l'appareil génital jusqu'à la glande hermaphrodite.
- Enlever l'appareil digestif et étaler les différentes parties de l'appareil génital et la fixer avec des épingles fines (Fig. 30).



Figure30 : Vue d'un appareil génital d'un individu *Ambigolimax nyctelius* (Originale, 2023).

2. Traitement des données

Pour le traitement de nos résultats, nous avons utilisé deux types d'indices écologiques :

L'indice écologique de composition (Richesse spécifique, abondance relative, densité et fréquence d'occurrence) et les indices écologiques de structure (indice de Shannon, indice d'équitabilité, indice de diversité de Simpson et indice de Hill).

2.1. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition nous renseignent sur la composition de peuplement malacologique en termes d'espèces et leur abondance. Pour cela, nous avons calculé la richesse spécifique (S), l'abondance relative (Ar %), la fréquence d'occurrence (Fo%) et la densité (D).

2.1.1. Richesse spécifique (S)

Selon Ramade (2009) in Belhiouani (2020), la richesse spécifique est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (dans notre cas la station d'échantillonnage). Elle représente l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement.

2.1.2. Abondance relative (Ar %)

L'abondance relative est un pourcentage des individus d'une espèce donnée par rapport au nombre total de l'ensemble des individus de peuplement considéré (Dajoz, 1971). En effet, l'abondance relative est calculée par la formule suivante (Blondel, 1975) :

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

Ar : Abondance relative de l'espèce prise en considération.

Ni : Nombre des individus d'une espèce i.

N : Nombre total des individus de toutes espèces confondues.

L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce par rapport à l'ensemble de l'espèce présente. Une espèce est dite abondante, si son coefficient d'abondance est égal ou supérieur à 2.

2.1.3. Fréquence d'occurrence (Fo %)

D'après Dajoz (1975), la fréquence d'occurrence d'une espèce 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.

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

Fo : Fréquence d'occurrence de l'espèce « i »

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

P : Nombre total de relevés effectués.

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

Les espèces accidentelles $0 \% < F_i < 20 \%$

Les espèces accessoires $20 \% < F_i < 40 \%$

Les espèces régulières $40 \% < F_i < 60 \%$

Les espèces constantes $60 \% < F_i < 80 \%$

Les espèces omniprésentes $80 \% < F_i < 100 \%$

2.1.4. Densité (D)

La densité d'un peuplement est le nombre d'individus vivants de toutes les espèces par unité de surface. Elle est calculée suivant la formule (Dajoz, 1985).

$$D = N/P$$

D : Densité de l'espèce.

N : Nombre total d'individus d'une espèce récoltée.

P : Nombre total des prélèvements effectués dans le peuplement considéré sur une surface donnée.

2.2. 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 pour notre étude, nous utiliserons l'indice de Shannon (H'), l'indice d'équitabilité (E), indice de diversité de Simpson (1-D), et indice de diversité de Hill.

2.2.1. Indice de Shannon (H')

Le calcul de cet indice permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donnée. Cette diversité n'exprime pas seulement le nombre des 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 (Damerdjji et al., 2005).

D'après Barbault (1974), l'indice de Shannon est exprimé en bits (unité d'information binaire) et donné par la formule 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 "N" dans le milieu d'études).

N_i : Nombre d'individus de l'espèce "i".

N : Effectif total des espèces récoltées.

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

2.2.2. Indice d'Équitabilité (E)

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

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

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

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

S : La richesse totale

L'Équitabilité varie de 0 à 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 sont en équilibre.

2.2.3. Indice de diversité de Simpson (1-D)

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce :

$$D = \frac{\sum ni(ni-1)}{N(N-1)}$$

Avec : ni : nombre d'individus de l'espèce i et N : nombre total d'individus de toutes les espèces confondues.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives », on peut préférer l'indice de diversité de Simpson représenté par $1-D$, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (Schlaepfer et Bütler, 2002). Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

2.2.4. Indice de diversité de Hill

Il s'agit d'une mesure de l'abondance proportionnelle, permettant d'associer les indices de Shannon et de Simpson :

$$Hill = (1/\lambda) / e^{H'}$$

Avec : $1/\lambda$: c'est l'inverse de l'indice de Simpson.

e^H : C'est l'exponentiel de l'indice de Shannon. L'indice de diversité de Hill permet d'obtenir une vue encore plus précise de la diversité observée.

$1/\lambda$ va permettre la mesure du nombre effectif d'individus très abondants. e^H va en revanche permettre de mesurer le nombre effectif d'individus abondants mais surtout des espèces rares. Plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1, et plus la diversité est faible. Afin de faciliter l'interprétation, il est alors possible d'utiliser l'indice 1-Hill, où la diversité maximale sera représentée par la valeur 1, et la diversité minimale par la valeur 0.

3. Analyse statistique

Les analyses statistiques effectuées dans ce présent travail ont été réalisées à l'aide de logiciel statistique R version 4.1.0. Ce logiciel a permis d'étudier l'écologie et la diversité des communautés des gastéropodes terrestres dans la région de Tizi-Ouzou en utilisant une analyse des correspondances (AFC), ainsi que des estimateurs non paramétriques de la richesse spécifique (Chao et Jackknife).

3.1. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

L'objectif d'une analyse multivariée est d'étudier les interactions entre conclusions par inférence statistique, elle tente de donner une image simplifiée des multiples relations entre les variables d'une base de données (Hervi, 2016).

L'AFC a pour objet de présenter l'organisation des données en un minimum de dimensions (composantes) possible sans trop de perte d'informations. L'AFC recherche ces composantes principales ou axes pour les lignes et pour les colonnes, et elle les représentera sous forme de graphes.

Le principal objectif de l'analyse factorielle des correspondances est d'étudier simultanément, par le biais de leurs catégories, la relation entre deux variables. Il s'agit de présenter visuellement les principales liaisons entre les catégories des deux variables (Rabhi, 2021).

3.2. Estimateurs de la richesse spécifique totale

La richesse spécifique est le plus intuitif concept pour caractériser la diversité des communautés (Chao, 2005). En écologie, le nombre d'espèces mis en évidence dans une étude de la biodiversité est une mesure clé, mais a une vision biaisée de la richesse spécifique, car plusieurs espèces rares ne sont pas détectables (Colwell, 2013).

Pour estimer la richesse spécifique totale, des estimateurs non paramétriques sont utilisés tels que Chao1, Chao2, Jackknife 1 et Jackknife 2.

Estimateurs de la richesse totale en espèces (y compris Chao1, Chao2, l'estimateur de couverture basé sur l'abondance (ACE), l'estimateur de couverture basé sur l'incidence (ICE) et le jackknife) qui ne supposent pas une forme particulière de la distribution de l'abondance des espèces (telle qu'une distribution log-série ou log-normale). Ces méthodes utilisent plutôt des informations sur la fréquence des espèces rares dans un échantillon pour estimer le nombre d'espèces non détectées dans un assemblage (Gotelli et Chao, 2013).

3.2.1. Estimateurs Chao 1 et Chao 2

Ils sont basés sur la raréfaction des espèces en prenant en considération leur occurrence dans les relevés. Ils utilisent les uniques et les duplicques pour estimer le nombre d'espèces disparues (Chao, 2005). Chao estime le nombre d'espèces non observées à partir de celles observées une ou deux fois.

3.2.2. Estimateurs Jackknife1 et Jackknife 2

La méthode de Jackknife fournit une autre classe d'estimateurs non paramétriques de la richesse asymptotique des espèces (Gotelli et Chao, 2013). Elle a été développée dans le but de réduire le biais d'un estimateur en considérant des jeux de données dans lesquels on a supprimé un certain nombre d'observations (Marcon, 2016). Burnham et Overton (1979) ont utilisé cette méthode pour obtenir des estimateurs du nombre d'espèces appelé Jackknife à l'ordre j , prenant en compte les valeurs f_1 à f_j . Les estimateurs du premier ordre et du deuxième ordre sont les seuls utilisés en pratique.

CHAPITRE IV

Résultats et Discussion

I. Résultats

1. Richesse totale

Les résultats de l'inventaire des gastéropodes terrestres au niveau des quatre stations d'étude durant la période allant de Novembre 2022 jusqu'à Avril 2023 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.

L'inventaire nous a révélé une richesse de 22 espèces différentes appartenant à 10 familles et 17 genres (Tab. 5).

Tableau 5 : Liste systématique des espèces de gastéropodes recensés au niveau des quatre stations

Familles	Genre	Espèces	NA	S1	S2	S3	S4
Helicidae	<i>Cornu</i>	<i>C. aspersum</i> (O.F. Müller, 1774)	349	+	+	+	+
	<i>Cantareus</i>	<i>C. koraegaelius</i> (Bourguignat, 1882)	76	+	+	+	+
	<i>Theba</i>	<i>T. pisana</i> (O.F. Müller, 1774)	40	+	+	+	-
	<i>Eobania</i>	<i>E. vermiculata</i> (O.F. Müller, 1774)	20	+	+	+	-
Geomitridae	<i>Cernuella</i>	<i>C. virgata</i> (Da Costa, 1778)	699	+	+	+	+
	<i>Xerosecta</i>	<i>X. cespitum</i> (Draparnaud, 1801)	3	-	+	-	-
		<i>Xerosecta</i> sp.	22	+	-	+	+
	<i>Xerotricha</i>	<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud, 1801)	103	+	+	+	+
	<i>Cochlicella</i>	<i>C. acuta</i> (O.F. Müller, 1774)	32	+	+	-	-
<i>C. barbara</i> (Linnaeus, 1758)		22	+	+	-	-	
Achatinidae	<i>Rumina</i>	<i>R. decollata</i> (Linnaeus, 1758)	275	+	+	+	+
Trissexodontidae	<i>Caracollina</i>	<i>C. lenticula</i> (Michaud, 1831)	23	+	+	+	+
Ferussaciidae	<i>Ferussacia</i>	<i>F. folliculum</i> (Schroter, 1784)	4	+	-	-	-
		<i>F. carnea</i> (Risso, 1826)	31	+	+	+	-
Hygromiidae	<i>Ganula</i>	<i>G. flava</i> (Tirver, 1833)	6	+	+	-	+
		<i>Ganula</i> sp.	3	-	+	-	-
Milacidae	<i>Milax</i>	<i>M. nigricans</i> (R.A. Phillipi, 1836)	10	-	-	+	+
Limacidae	<i>Ambigolimax</i>	<i>Ambigolimax</i> sp.	1	-	-	+	-
		<i>A. nyctelius</i> (Bourguignat, 1861)	22	+	+	-	+
Truncatellinidae	<i>Truncatellina</i>	<i>T. callicratis</i> (Scacchi, 1833)	1	+	-	-	-
Enidae	<i>Mastus</i>	<i>M. pupa</i> (Linnaeus, 1758)	4	+	+	-	-
	<i>Mauronapaesus</i>	<i>M. terverii</i> (Forbes, 1838)	1	-	+	-	-
10	17	22	1747	17	17	12	10

S1: Ait-Ouali; **S2:** Azaghar; **S3:** Ait-Ahmed; **S4:** Ighil-Issiouane; +: Présent; -: Absent.

D'après le tableau 5, l'échantillonnage des escargots et des limaces durant les six mois de prospection, nous a permis de récolter un total de 1747 individus qui sont répartis en 22 espèces, 17 genres et 10 familles qui sont : Helicidae, Geomitridae, Achatinidae, Trissexodontidae, Ferussaciidae, Hygromiidae, Milacidae, Limacidae, Truncatellinidae et Enidae.

Les Geomitridae sont les plus riches avec un total de 6 espèces différentes recensées, suivies par les Helicidae avec 4 espèces, les Ferussaciidae, Hygromiidae, Limacidae et les Enidae avec deux espèces chacune. Les autres familles, Achatinidae, Trissexodontidae, Milacidae, Truncatellinidae, sont représentées par une seule espèce chacune.

Cernuella virgata est l'espèce la plus retrouvée avec un total de 699 individus, suivie par *Cornu aspersum* et *Rumina decollata* avec des valeurs de 349 et 275 individus respectivement.

Ambigolimax sp., *Truncatellina callicratis* et *Mauronapaeus terverii* sont les moins abondantes avec un seul individu chacune.

Le nombre d'espèces d'escargot et de limaces varie d'une station à une autre, la récolte la plus importante a été enregistrée au niveau de la station d'Azaghar avec 17 espèces. Tandis que la plus faible a été mentionnée à Ighil-Issioane avec 10 espèces seulement.

Xerosecta cespitum, *Ganula* sp. et *Mauronapaeus terverii* se retrouvent uniquement au niveau de la station d'Azaghar. Tandis que *Truncatellina callicratis* et *Ferussacia folliculum* se présentent uniquement au niveau de la station Ait-Ouali. Par ailleurs, *Ambigolimax* sp. se retrouve uniquement dans la station d'Ait-Ahmed. *Cochlicella acuta*, *Cochlicella barbara* et *Mastus pupa* se présentent uniquement dans les stations Ait-Ouali et Azaghar, tandis que *Milax nigricans* se trouve que dans les stations Ait-Ahmed et Ighil-Issiouane.

1.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique

Les résultats des calculs des différents estimateurs non paramétriques de diversité sont représentés dans le tableau 6.

Tableau 6: Estimateurs de diversité dans la région de Tizi-Ouzou.

S. Obs	Chao	Chao.se	Jack1	Jack1.se	Jack2	Boot	Boot.se
22	25,37	3,72	26,5	3,06	28,16	24,17	2,05

Au niveau de la région de Tizi-Ouzou, la richesse spécifique estimée est plus élevée que la diversité recensée, qui est de 22 espèces, en utilisant les différentes méthodes de prélèvements.

Suivant les différents estimateurs calculés, le nombre de nouvelles espèces à découvrir dans cette région est de 4 à 6 espèces selon les indices de Jackknife1 et Jackknife2, trois espèces selon l'indice de Chao et deux espèces seulement suivant l'indice de Bootstrap (Fig. 31).

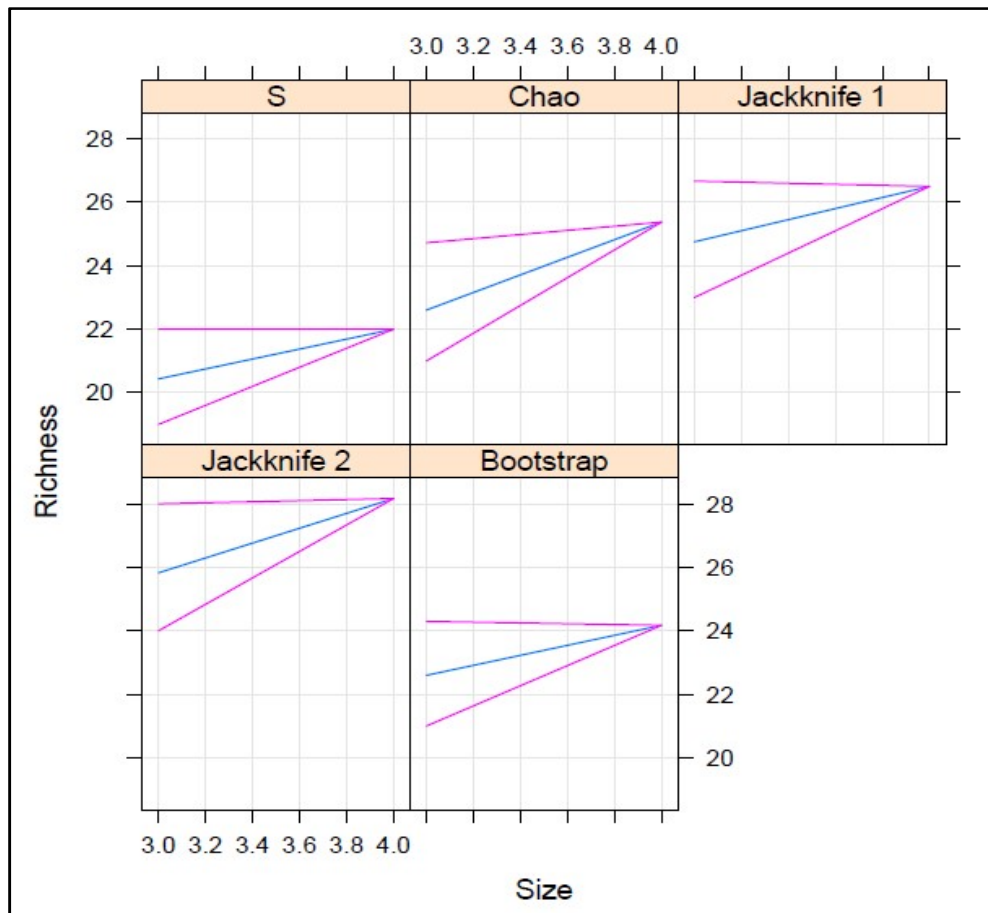


Figure 31 : Courbes d'accumulations de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la région de Tizi-Ouzou.

L'insuffisance de l'effort d'échantillonnage dans la région d'étude est confirmée par la croissance de la courbe d'accumulation de la richesse spécifique (S. Obs) et sa divergence par rapport à celles de l'estimateur étudié.

2. Diversité et abondance relative des gastéropodes terrestres

Les conditions climatiques et les caractéristiques de chaque station influent la variation mensuelle du nombre d'individus d'escargot recensés, donc le nombre d'individus varie d'un mois à un autre et d'une station à une autre.

2.1. Station d'Ait-Ouali

Les résultats des variations d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Ait-Ouali sont représentés dans la figure 32.

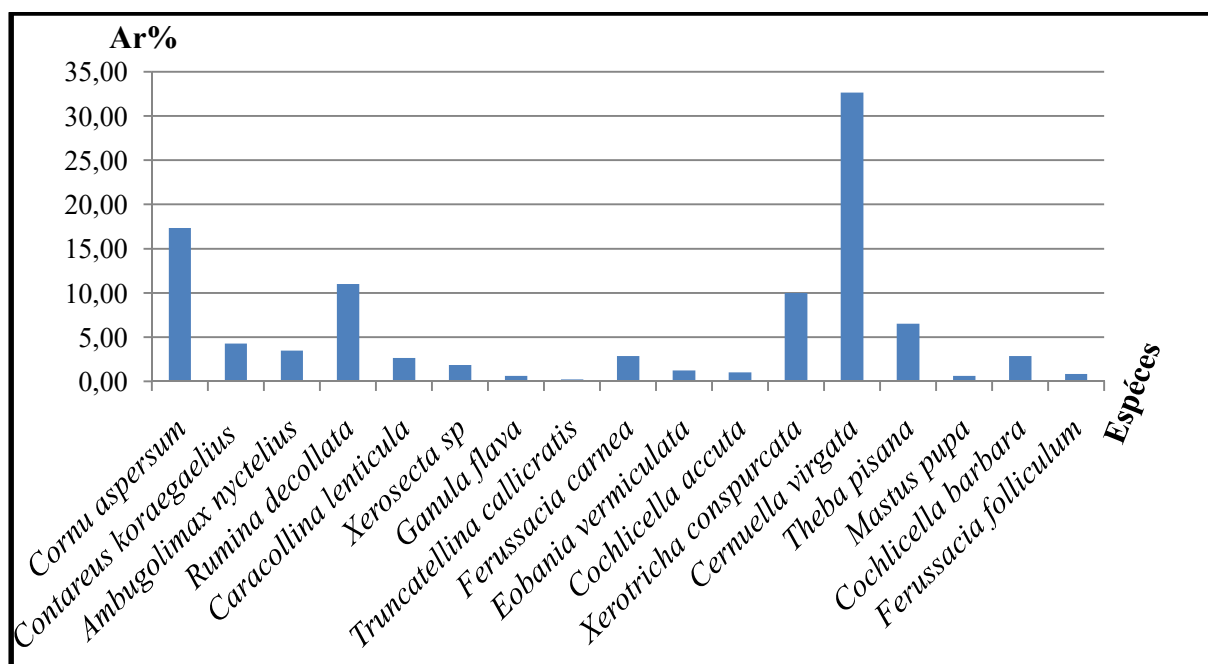


Figure 32 : Variation d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Ait-Ouali.

La figure 32 montre que la station Ait-Ouali présente une richesse de 17 espèces, qui sont dominées par *Cernuella virgata* avec un taux de 32.65%, suivi par *Cornu aspersum*, *Rumina decollata* et *Xerotricha conspurcata* avec des fréquences relatives de 17.35, 11.02 et 10% respectivement. Les autres espèces restantes sont faiblement abondantes.

2.2.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique au niveau d'Ait-Ouali

Les résultats des calculs des différents estimateurs non paramétriques de diversité sont représentés dans le tableau 7.

Tableau 7: Estimateurs de diversité dans la station d'Ait-Ouali

S. Obs	Chao	Chao.se	Jack1	Jack1.se	Jack2	Boot	Boot.se
17	17,62	1,1	19,5	2,66	18,3	18,54	1,61

Au niveau de la station d'Ait-Ouali, la richesse spécifique estimée est plus élevée que la richesse observée, qui est de 17 espèces, en utilisant les différentes méthodes de prélèvements.

Suivant les différents estimateurs calculés, le nombre de nouvelles espèces à découvrir dans cette région est de 1 à 2 espèces selon les indices de Jackknife1 et Jackknife2, aucune espèce selon l'indice de Chao et une seule espèce suivant l'indice de Bootstrap (Fig. 33).

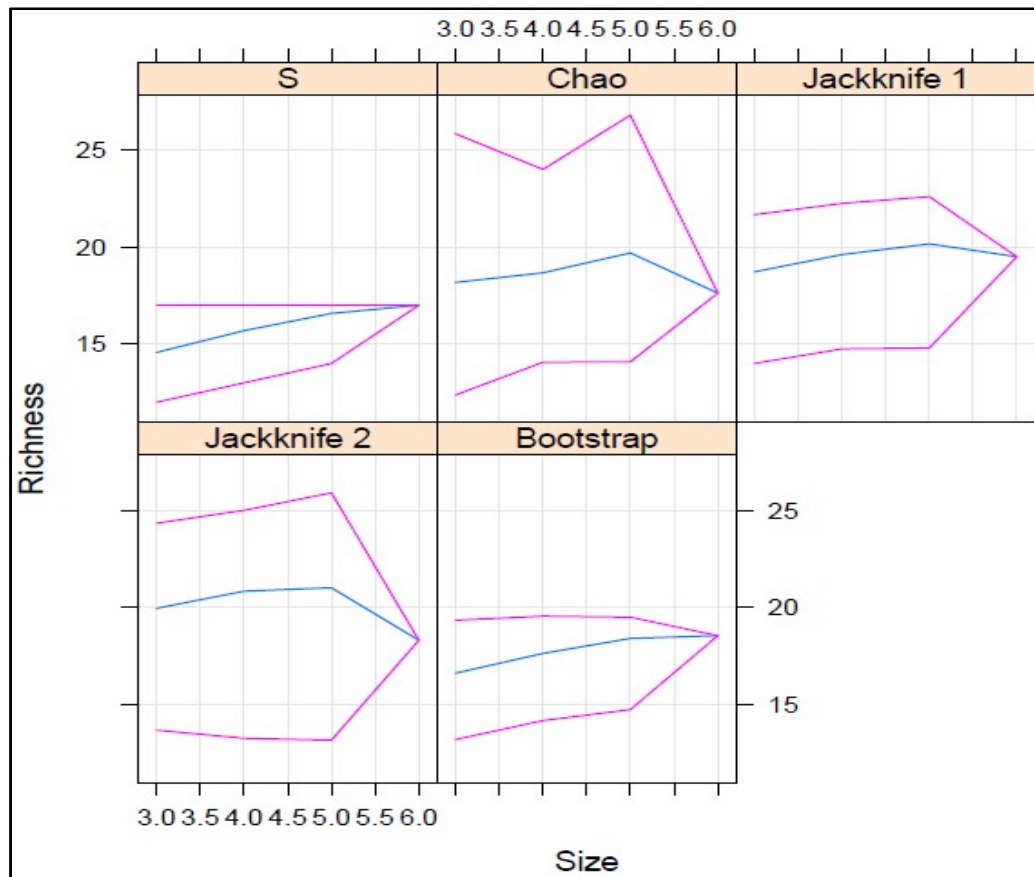


Figure 33 : Courbes d'accumulation de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la station d'Ait-Ouali.

L'effort et la qualité d'échantillonnage dans cette station sont satisfaisants, il est confirmé par la croissance de la courbe d'accumulation de la richesse spécifique (S. Obs) et sa faible divergence par rapport à celles des estimateurs étudiés.

2.2. Station d'Azaghar

Les résultats des variations d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station Azaghar sont représentés dans la figure 34.

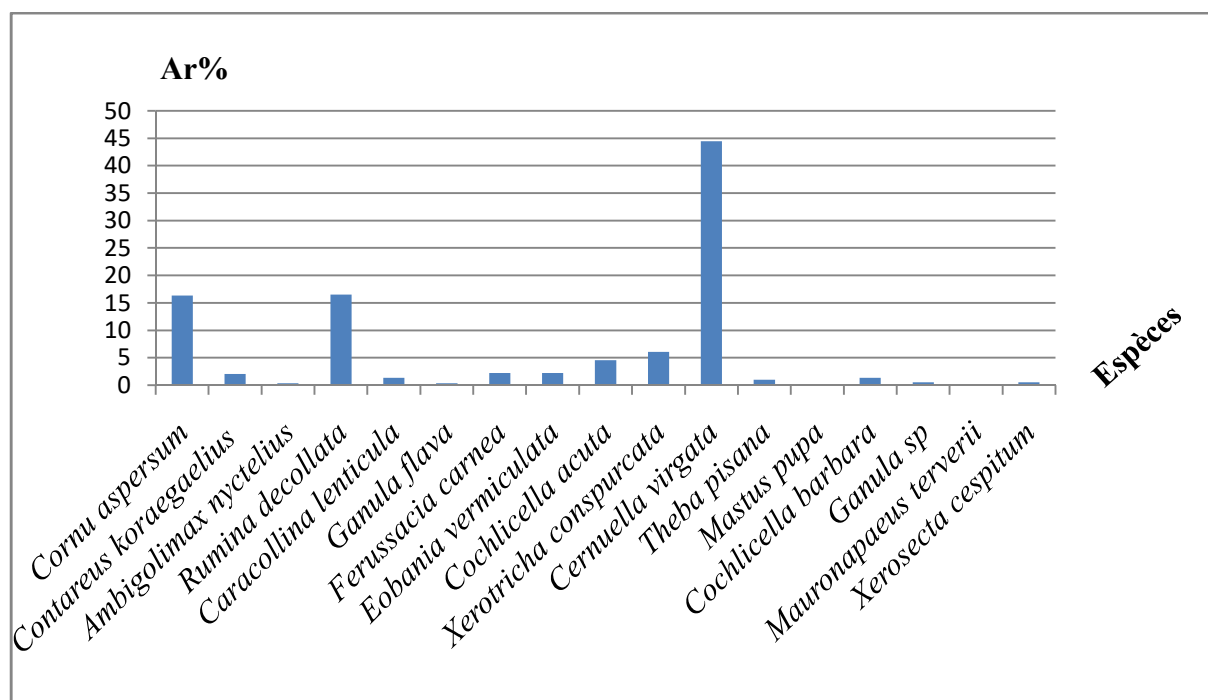


Figure 34 : Variation d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Azaghar.

La figure 34 montre que la station Azaghar présente une richesse de 17 espèces, les espèces de cette station sont dominées par *Cermuella virgata* avec un taux très élevé de 44.44%, suivie par *Rumina decollata* et *Cornu aspersum* sont moins abondantes avec un taux qui ne dépasse pas 16.50%, les autres espèces sont très faiblement représentées.

2.2.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique au niveau d'Azaghar

Les résultats des calculs des différents estimateurs non paramétriques de diversité à la station d'Azaghar sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Estimateurs de diversité dans la station d'Azaghar.

S. Obs	Chao	Chao.se	Jack1	Jack1.se	Jack2	Boot	Boot.se
17	31,4	18,97	21,8	3,2	24,95	19,07	1,7

Au niveau de la station d'Azaghar, la richesse spécifique estimée est plus élevée que la richesse observée, qui est de 17 espèces, en utilisant les différentes méthodes de prélèvements.

Suivant les différents estimateurs calculés, le nombre de nouvelles espèces à découvrir dans cette région est de 5 à 7 espèces selon les indices de Jackknife1 et Jackknife2, deux espèces seulement selon l'indice de Bootstrap et 14 espèces suivant l'indice de Chao (Fig. 35).

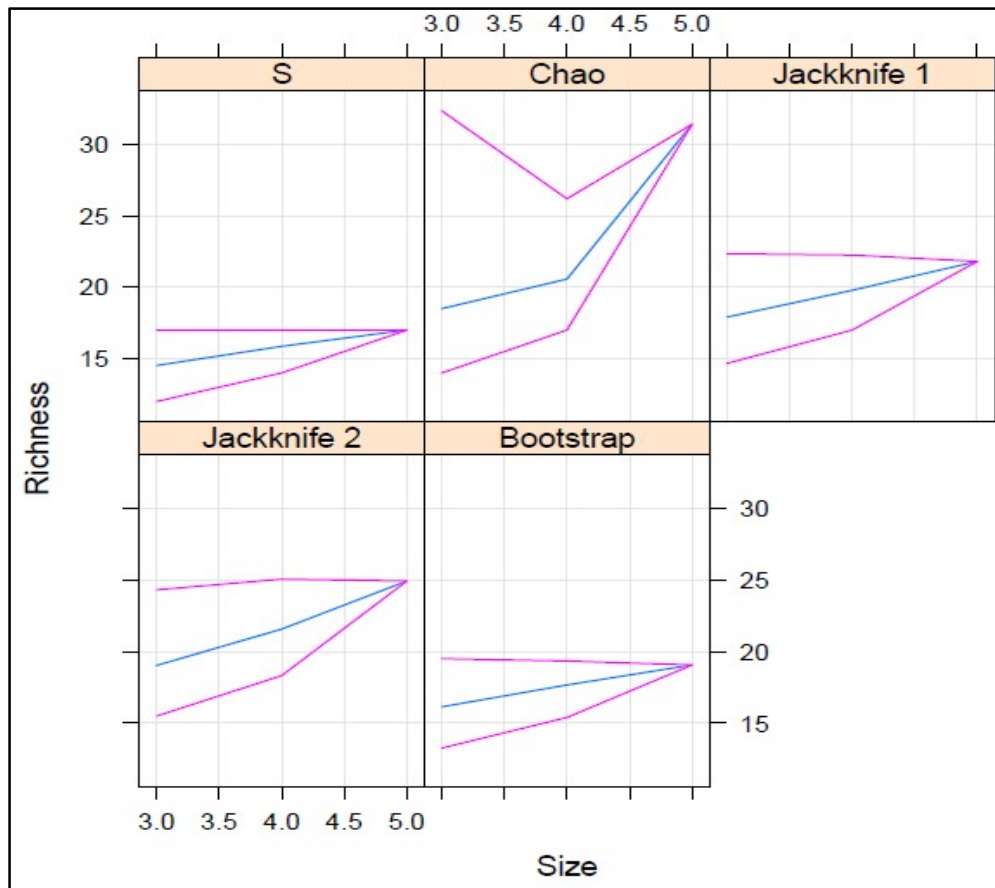


Figure 35: Courbes d'accumulations de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la station d'Azaghar.

La croissance de la courbe d'accumulation de la richesse spécifique (S. Obs = 17) et sa divergence par rapport à celles de l'estimateur étudié confirme l'insuffisance de l'effort d'échantillonnage dans la station d'étude et demande l'augmentation de temps de prospection et la qualité d'échantillonnage.

2.3. Station d'Ait-Ahmed

Les résultats des variations d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Ait-Ahmed sont représentés dans la figure 36.

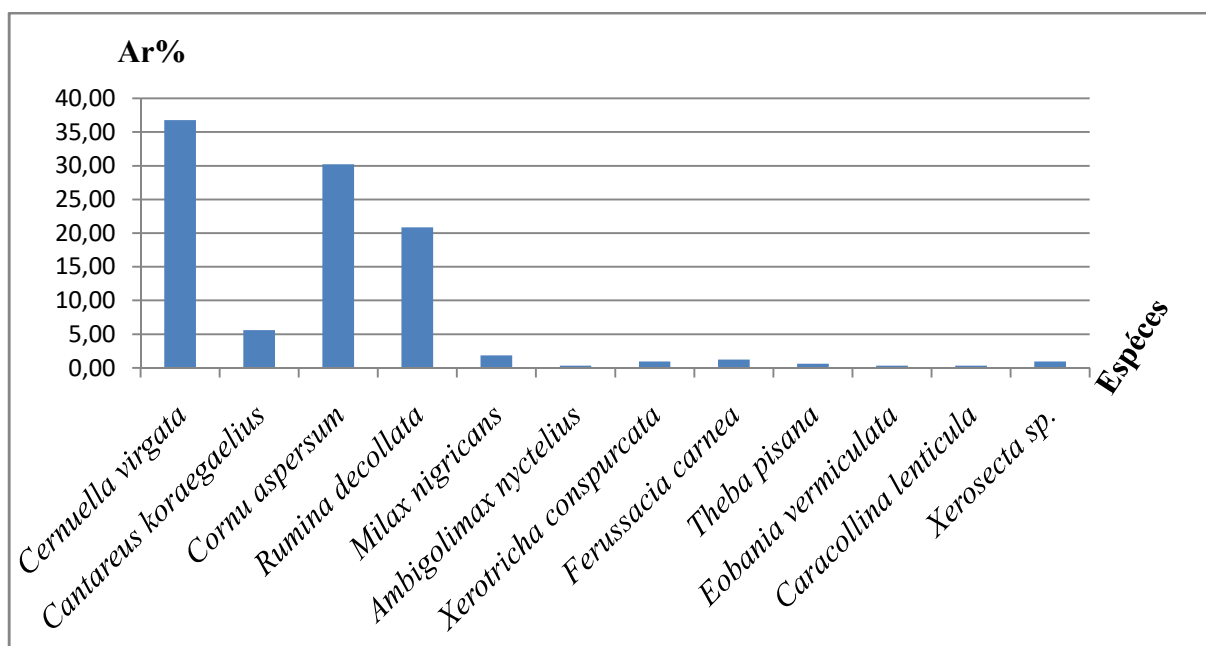


Figure 36: Variation d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Ait-Ahmed.

La figure 36 montre que la station d'Ait-Ahmed présente une richesse de 12 espèces, les espèces de cette station sont dominées par *Cernuella virgata* et *Cornu aspersum* avec des fréquences relatives de 36,76% et 30,22% respectivement, suivies par *Rumina decollata* avec une abondance relative de 20,87%. Les autres espèces sont très faiblement rencontrées avec des taux qui ne dépassent pas 5,61%.

2.3.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique au niveau d'Ait-Ahmed

Les résultats des calculs des différents estimateurs non paramétriques de diversité à la station d'Ait-Ahmed sont représentés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Estimateurs de diversité dans la station d'Ait-Ahmed

S. Obs	Chao	Chao.se	Jack1	Jack1.se	Jack2	Boot	Boot.se
12	27	19,75	17	3,98	20,46	14,11	2,09

Au niveau de la région de la station d'Ait-Ahmed, la richesse spécifique estimée est plus élevée que la richesse observée (S. Obs = 12 espèces), en utilisant les différentes méthodes de prélèvements.

Suivant les différents estimateurs calculés, le nombre de nouvelles espèces à découvrir dans cette station est de 5 à 8 espèces selon les indices de Jackknife1 et Jackknife2, deux espèces seulement selon l'indice de Bootstrap et 15 espèces suivant l'indice de Chao (Fig. 37).

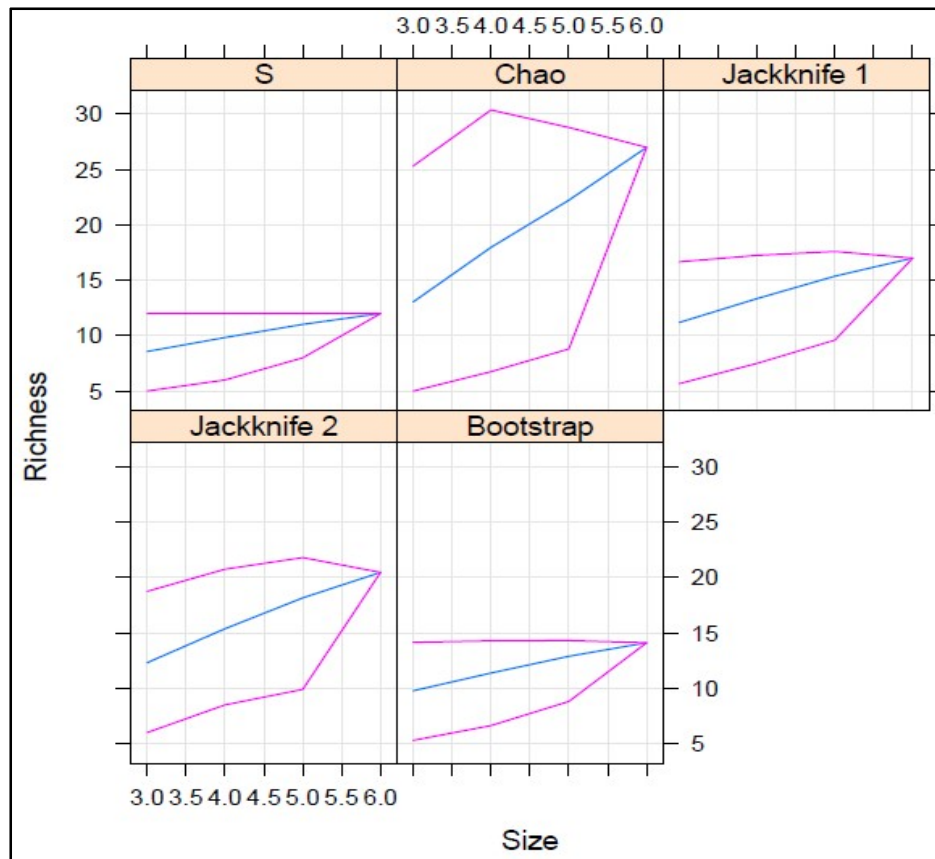


Figure 37 : Courbes d'accumulations de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la station d'Ait-Ahmed.

La croissance de la courbe d'accumulation de la richesse spécifique (S. Obs = 12 espèces) et sa divergence par rapport à celles des estimateurs étudiés confirme l'insuffisance de l'effort d'échantillonnage dans la station d'étude et demandent l'augmentation de temps de prospection et la qualité d'échantillonnage.

2.4. Station d'Ighil-Issiouane

Les résultats des variations d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station Ighil-Issiouane sont représentés dans la figure 38.

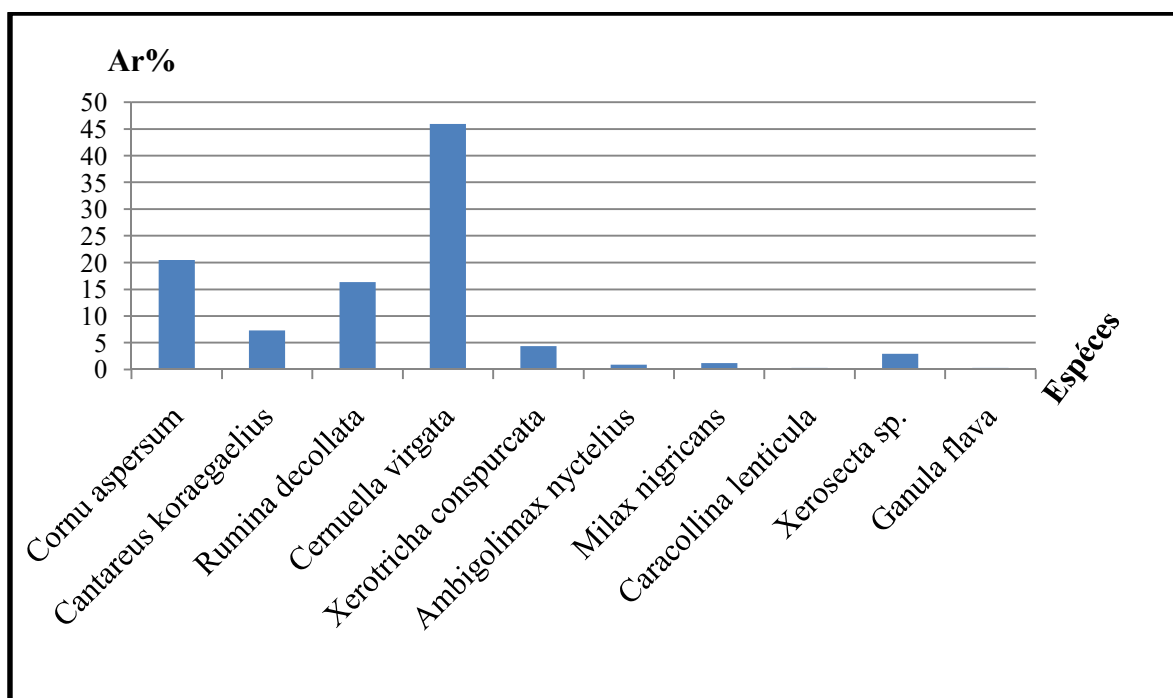


Figure 38 : Variation d'abondance relative des gastéropodes terrestres au niveau de la station d'Ighil Issiouane.

La figure 38 montre que la station d'Ighil-Issiouane présente une richesse de 10 espèces, le peuplement malacologique de cette station est dominé par *Cernuella virgata* avec une abondance relative de 45.76%, suivie par *Cornu aspersum* et *Rumina decollata* avec des taux de 20.46% et 16.37% respectivement. Les autres espèces restantes sont très faiblement rencontrées avec des taux qui ne dépassent pas 7.3%.

2.4.1. Estimation non paramétrique de la richesse spécifique au niveau d'Ighil Issiouane

Les résultats des calculs des différents estimateurs non paramétriques de diversité à la station d'Ighil-Issiouane sont représentés dans le tableau 10.

Tableau 10: Estimateurs de diversité dans la station d'Ighil Issiouane.

S. Obs	Chao	Chao.se	Jack1	Jack1.se	Jack2	Boot	Boot.se
10	10	0	10	0	8,4	10,29	0,62

Au niveau de la station d'Ighil-Issiouane, la richesse spécifique estimée est plus élevée que la richesse observée (S. Obs = 10 espèces), en utilisant les différentes méthodes de prélèvements.

Suivant les différents estimateurs calculés, le nombre de nouvelles espèces à découvrir dans cette station est de 0 espèce (Fig. 39).

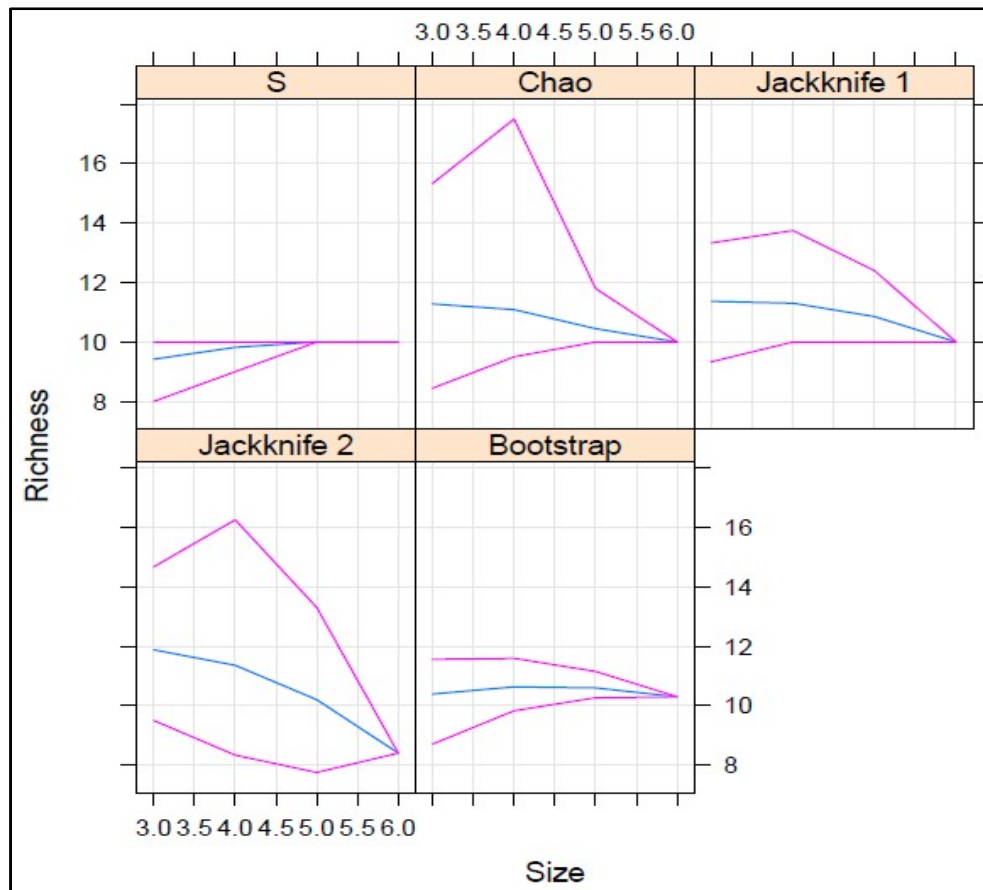


Figure 39: Courbes d'accumulations de la richesse spécifique avec les différents estimateurs pour la station d'Ighil-Issiouane.

Les calculs des différents estimateurs de diversité révèlent que le peuplement malacologique de cette station est suffisamment prospecté et la qualité de l'échantillonnage est très satisfaisante.

3. Variation des fréquences d'occurrences et densités

La densité et la fréquence d'occurrence des gastéropodes terrestres recensés varient d'une station à une autre.

3.1. Station Ait-Ouali

Le tableau 11 présente la densité et fréquence d'occurrence de chaque espèce inventoriée dans la station d'Ait-Ouali.

Tableau 11 : Densité, fréquence d'occurrence dans la station Ait-Ouali.

Espèces	D	Fo%	
<i>Cornu aspersum</i>	14,16	100	Omniprésente
<i>Cantareus koraegaelius</i>	3,5	83,33	Constante
<i>Ambigolimax nyctelius</i>	2,83	66,66	Constante
<i>Rumina decollata</i>	9	83,33	Constante
<i>Caracollina lenticula</i>	2,16	33,33	Accessoire
<i>Xerosecta sp.</i>	1,5	16,66	Accidentelle
<i>Ganula flava</i>	0,5	16,66	Accidentelle
<i>Trancatellina callicratis</i>	0,16	16,66	Accidentelle
<i>Ferussacia carnea</i>	2,33	83,33	Constante
<i>Eobania vermiculata</i>	1	66,66	Constante
<i>Cochlicella acuta</i>	0,83	33,33	Accessoire
<i>Xerotricha conspurcata</i>	8,16	66,66	Constante
<i>Cernuella virgata</i>	26,66	66,66	Constante
<i>Theba pisana</i>	5,33	33,33	Accessoire
<i>Mastus pupa</i>	0,5	33,33	Accessoire
<i>Cochlicella barbara</i>	2,33	33,33	Accessoire
<i>Ferussacia folliculum</i>	0,66	33,33	Accessoire

Au niveau de la station d'Ait-Ouali, *Cernuella virgata* a marqué la densité la plus élevée qui est de 26.66ind/100m², suivie par *Cornu aspersum* avec un taux de 14.16 ind/100m², et les autres espèces restantes ont une densité faible.

Nous avons enregistré 7 espèces constantes : *Cantareus koraegaelius*, *Ambigolimax nyctelius*, *Rumina decollata*, *Ferussacia carnea*, *Eobania vermiculata*, *Xerotricha conspurcata* et *Cernuella virgata*. Ainsi que 6 espèces accessoires : *Caracollina lenticula*, *Cochlicella acuta*, *Theba pisana*, *Mastus pupa*, *Cochlicella barbara* et *Ferussacia folliculum*. 3 espèces accidentelles : *Xerosecta sp.*, *Ganula flava* et *Trancatellina callicratis*. Par contre, nous n'avons enregistré qu'une seule espèce omniprésente qui est *Cornu aspersum*.

3.2. Station d'Azaghar

Le tableau 12 représente la densité, fréquence d'occurrence et le type d'espèces dans la station Azaghar.

Tableau 12 : Densité, fréquence d'occurrence dans la station d'Azaghar.

Espèces	D	Fo%	
<i>Cornu aspersum</i>	19,4	100	Omniprésente
<i>Cantareus koraegaelius</i>	2,4	100	Omniprésente
<i>Ambigolimax nyctelius</i>	0,4	20	Accessoire
<i>Rumina decollata</i>	19,6	100	Omniprésente
<i>Caracollina lenticula</i>	1,6	60	Régulière
<i>Ganula flava</i>	0,4	20	Accessoire
<i>Ferussacia carnea</i>	2,6	80	Constante
<i>Eobania vermiculata</i>	2,6	100	Omniprésente
<i>Cochlicella acuta</i>	5,4	60	Régulière
<i>Xerotricha conspurcata</i>	7,2	80	Constante
<i>Cernuella virgata</i>	52,8	100	Omniprésente
<i>Theba pisana</i>	1,2	60	Régulière
<i>Mastus pupa</i>	0,2	20	Accessoire
<i>Cochlicella barbara</i>	1,6	40	Accessoire
<i>Ganula sp.</i>	0,6	20	Accessoire
<i>Mauronapaeus terverii</i>	0,2	20	Accessoire
<i>Xerosecta cespitum</i>	0,6	20	Accessoire

Au niveau de la station Azaghar, *Cernuella virgata* a marqué la densité la plus élevée de 52,8 ind/100m², suivie par *Rumina decollata* et *Cornu aspersum* avec des densités de 19.16 et 19.4 ind/100m² respectivement, les autres espèces ont une densité très faible.

Nous avons enregistré 7 espèces accessoires : *Ganula flava*, *Mastus pupa*, *Cochlicella barbara*, *Ganula sp.*, *Mauronapaeus terverii*, *Xerosecta cespitum* et *Ambigolimax nyctelius*. Ainsi que 5 espèces omniprésentes : *Cornu aspersum*, *Cantareus koraegaelius*, *Rumina decollata*, *Eobania vermiculata* et *Cernuella virgata*. Ensuite 3 espèces régulières : *Caracollina lenticula*, *Cochlicella acuta* et *Theba pisana*. Suivie par 2 espèces constantes : *Ferussacia carnea* et *Xerotricha conspurcata*.

3.3. Station Ait-Ahmed

La densité et fréquence d'occurrence des espèces d'escargot et de limaces inventoriées dans la station d'Ait-Ahmed sont présentées dans le tableau 13.

Tableau 13: Densité et fréquence d'occurrence des espèces de la station d'Ait-Ahmed.

Espèces	D	Fo%	
<i>Cerneuella virgata</i>	19,66	100	Omniprésente
<i>Cantareus koraegaelius</i>	3	83,33	Constante
<i>Cornu aspersum</i>	16,16	100	Omniprésente
<i>Rumina decollata</i>	11,16	100	Omniprésente
<i>Milax nigricans</i>	1	50	Régulière
<i>Ambigolimax</i> sp.	0,16	16,66	Accidentelle
<i>Xerotricha conspurcata</i>	0,5	33,33	Accessoire
<i>Ferussacia carnea</i>	0,66	16,66	Accidentelle
<i>Theba pisana</i>	0,33	16,66	Accidentelle
<i>Eobania vermiculata</i>	0,16	16,66	Accidentelle
<i>Caracollina lenticula</i>	0,16	16,66	Accidentelle
<i>Xerosecta</i> sp.	0,5	16,66	Accidentelle

Au niveau de la station Ait-Ahmed, *Cerneuella virgata* a marqué la densité élevée de 19.66ind/100m², suivie par *Cornu aspersum* et *Rumina decollata* avec un taux de 16.16 et 11.16ind/100m² respectivement. Les autres espèces ont une très faible densité.

Nous avons enregistré 6 espèces accidentelles : *Ambigolimax* sp., *Theba pisana*, *Caracollina lenticula*, *Xerosecta* sp., *Ferussacia carnea* et *Eobania vermiculata*. Ainsi que 3 espèces omniprésentes : *Cerneuella virgata*, *Cornu aspersum* et *Rumina decollata*. Par contre nous n'avons enregistré qu'une seule espèce constante qui est *Cantareus koraegaelius*, une seule espèce régulière qui est *Milax nigricans* et une seule espèce accessoire qui est *Xerotricha conspurcata*.

3.4. Station Ighil-Issiouane

Le tableau 14 présente la densité, fréquence d'occurrence et le type d'espèces dans la station d'Ighil-Issiouane

Tableau 14: densité, fréquence d'occurrence dans la station Ighil Issiouane.

Espèces	D	Fo %	
<i>Cornu aspersum</i>	14	100	Omniprésente
<i>Cantareus koraegaelius</i>	5	80	Constante
<i>Rumina decollata</i>	11,2	100	Omniprésente
<i>Cerneuella virgata</i>	31,4	100	Omniprésente
<i>Xerotricha conspurcata</i>	3	60	Régulière
<i>Ambigolimax nyctelius</i>	0,6	20	Accessoire
<i>Milax nigricans</i>	0,8	40	Régulière
<i>Caracollina lenticula</i>	0,2	20	Accessoire
<i>Xerosecta sp.</i>	2	40	Régulière
<i>Ganula flava</i>	0,2	20	Accessoire

Au niveau de la station Ighil-Issiouane, *Cerneuella virgata* a marqué une densité élevée est de 31.4ind/100m², suivie par *Cornu aspersum* et *Rumina decollata* avec un taux de 14 et 11.2 ind/100m² respectivement.

Nous avons enregistré 3 espèces omniprésentes : *Cornu aspersum*, *Rumina decollata* et *Cerneuella virgata*, 3 espèces régulières : *Xerotricha conspurcata*, *Milax nigricans* et *Xerosecta sp.*, 3 espèces accessoires : *Ambigolimax nyctelius*, *Caracollina lenticula* et *Ganula flava*. Par contre, nous n'avons enregistré qu'une seule espèce constante qui est *Cantareus koraegaelius*.

4. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structures incluant l'indice de Shannon, indice d'Équitabilité, indice de diversité de Simpson(D) et indice de Hill sont calculés par chaque station et sont représentés dans le tableau 15.

Tableau 15: Indices écologiques de structures de différentes stations d'échantillonnage.

Stations/ indices	H'	E	D	Hill
Ait-Ouali	3.11	0.76	0.16	0.26
Azaghar	2.57	0.63	0.25	0.29
Ait-Ahmed	2.19	0.61	0.27	0.41
Ighil-Issiouane	2.21	0.66	0.28	0.38

L'indice de Shannon est plus élevé dans la station Ait-Ouali avec un taux de 3.11, et moins élevé dans les stations d'Azaghar, Ait-Ahmed et d'Ighil-Issiouane avec un taux de 2.57, 2.19 et 2.21 respectivement.

Nous constatons que les valeurs de l'indice d'Équitabilité au niveau des quatre stations sont entre 0.61 à 0.76, ces valeurs tendent vers 1. Ce qui traduit la répartition équilibrée de ces espèces dans les stations étudiées.

Selon l'indice de diversité du Simpson (D) au niveau des quatre stations, le maximum de diversité tend vers 0. Il faut noter que cet indice donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares.

Selon L'indice de Hill nous remarquons que les valeurs trouvées dans les quatre stations sont très proches.

5. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) pour les différentes stations d'étude

La représentation porte sur une analyse factorielle des correspondances des variations en composition des espèces de gastéropodes terrestres dans les différentes stations de prélèvement de la région de Tizi-Ouzou. Les résultats de cette analyse sont mentionnés dans la figure 40.

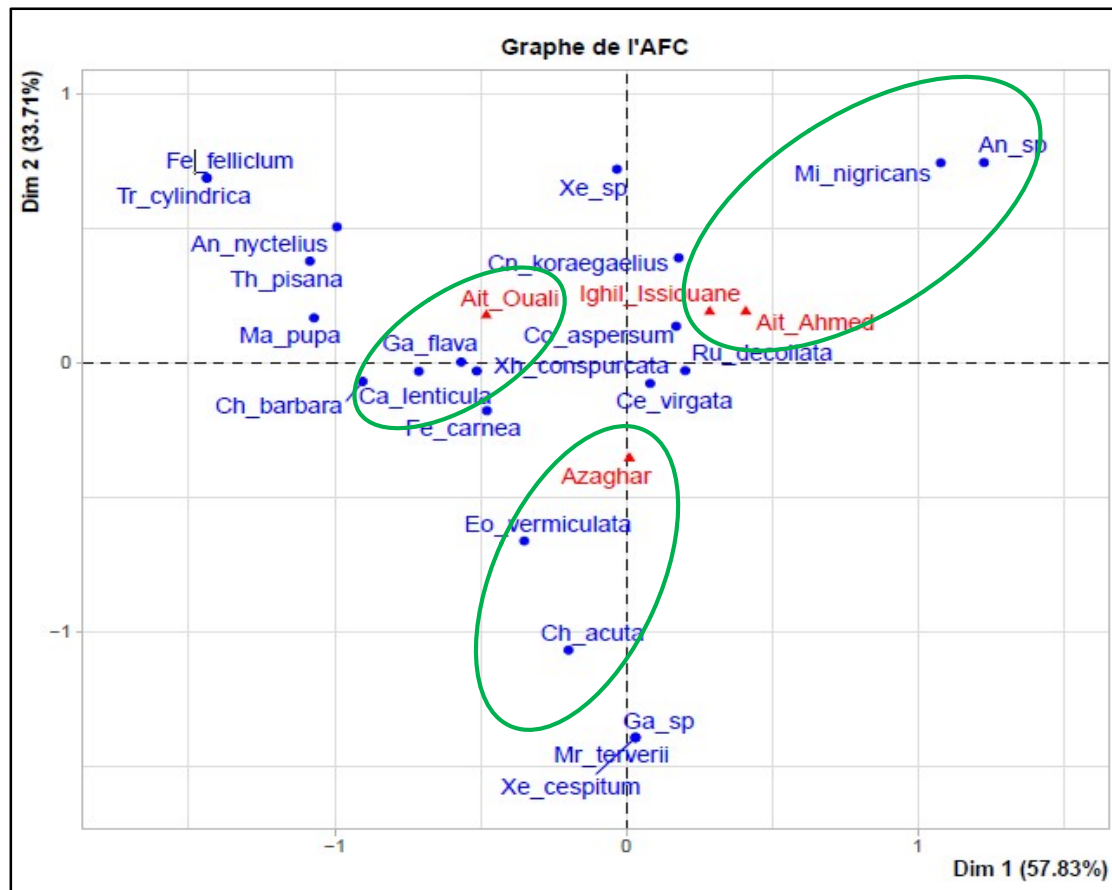


Figure 40 : Graphe de l'Analyse Factorielle des Correspondances des stations de la région de Tizi-Ouzou.

La contribution à l'inertie totale des espèces d'escargots et limaces dans les 4 stations d'échantillonnage au niveau de la région de Tizi-Ouzou est égale à 57.83% pour l'axe 1 et de 33.71% pour l'axe 2. La somme de ses deux taux est égale à 91.54%. Par conséquent, l'ensemble des informations contenues dans le plan formé par les deux premiers axes sont hautement significatives.

La station d'Ait-Ouali est celle qui apporte le plus d'informations pour l'axe1 (58.019%) tandis que la station d'Azaghar est celle qui apporte le plus d'information pour l'axe 2 (65.965%) (Annexe).

En observant le graphique, nous pouvons remarquer donc les données sont regroupés en trois quadrants différents : le site Ait-Ouali se situe dans le quadrant I, ces sites de Ighil-Issiouane et Ait-Ahmed sont dans le quadrant II, cependant, Azaghar se situe dans le quadrant III (Fig.40). Ainsi, en considérant les espèces de gastéropodes répertoriées sont prises en considération dans le plan factoriel, trois groupes sont formés :

Groupe 1: retient les stations de Ighil-Isiouane et Ait-Ahmed qui sont caractérisées par de deux espèces qui sont *Milax nigricans* et *Ambigolimax* sp.

Groupe 2: retient la station d'Azaghar qui est dominée par *Cochlicella acuta* et *Eobania vermiculata*.

Groupe 3: comporte la station de Ai-Ouali avec ces espèces caractéristiques qui sont *Ganula flava*, *Xerotricha conspurcata* et *Caracollina lenticula*.

6. Biogéographie des gastéropodes terrestres de la région de Tizi-Ouzou

Les catégories chorologiques des espèces recensées ont été effectuées en se basant sur les travaux de Wiktor (1983, 1987, 2001) ; Kerney et Cameron (2015) ; Welter-Schultes (2012) ; Bank et Neubert (2017).

La totalité de nos espèces identifiées appartient à l'écozone de paléarctique, elles peuvent être classées en deux ensembles :

➤ **Ouest-Européenne :** La région Ouest-Européenne fait référence à une partie de l'Europe située à l'ouest du continent. Elles sont représentées par les espèces : *Cerņuella virgata*, *Caracollina lenticula*, *Ferussacia folliculum* et *Xerotricha conspurcata*.

Nous retrouvons d'autres localités dans cet écozone comme suit :

❖ **Atlantique :** La région atlantique fait référence à une zone géographique située le long de la côte atlantique, principalement en Europe et en Amérique du Nord. Une seule espèce appartenant à cette zone qui est : *Cochlicella acuta*.

❖ **Subalpine :** La région subalpine fait référence à une zone géographique située en dessous ou juste en dessus de la région alpine. Elle se trouve généralement à une altitude inférieure à celle des Alpes, mais au-dessus des plaines environnantes. Une seule espèce de cette zone a été identifiée qui est *Trancatellina callicratis*.

➤ **Méditerranéenne :** La région méditerranéenne fait référence à une zone géographique qui entoure la mer Méditerranée. Elle englobe plusieurs pays côtiers qui partagent des caractéristiques communes en termes de climat et de géographie. Les espèces appartenant à cette zone sont : *Cochlicella barbara*, *Cornu aspersum*, *Eobania vermiculata*, *Mastus pupa*, *Milax nigricans*, *Rumina decollata*, *Theba pisana* et *Xerosecta cespitum*.

Certaines espèces de la région méditerranéenne, mais qui sont plus localisées, nous pouvons les classées comme suite :

❖ **Nord-Africaine :** La région nord-africaine fait référence à une partie de l'Afrique située au nord du continent. Elle englobe généralement les pays bordant la côte sud de la mer Méditerranée et comprenant notamment le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye et l'Égypte.

Les espèces appartenant à cette région biogéographique sont : *Ferussacia carnea*, *Ambigolimax nyctelius* et *Mauronapaeus terverii*.

❖ **Endémique** : Une espèce endémique est une espèce qui est exclusivement présente dans une région géographique spécifique et ne se trouve nulle part ailleurs. Deux espèces sont considérées comme endémiques pour l'Algérie, ce sont : *Ganula flava* et *Cantareus koraegaelius* (Bouaziz et al., 2019).

Pour les espèces non identifiées, *Ambigolimax* sp. *Ganula* sp. et *Xerosecta* sp. elles ne sont pas classées.

II. Discussion

Les gastéropodes terrestres sont des animaux d'une sensibilité extrême au changement climatique due à leurs téguments mou et perméable, et au fait qu'ils sont des organismes poïkilothermes (Robitaille et al., 1973).

La distribution des gastéropodes terrestres est étroitement liée aux conditions du milieu, mais cela n'empêche guère qu'ils ont pu conquérir tous les milieux terrestres, même les plus froids et les plus chauds grâce aux diverses formes d'adaptations soit morphologique (couleur et la taille de la coquille), physiologique (épiphgramme), comportementale (micro-habitat et rythme d'activité adaptée) ou bien génétique (écotypes). La variation de l'altitude engendre les variations mensuelles des températures, d'humidité, d'éclairement. Cependant la richesse spécifique des milieux suit exactement les mêmes fluctuations (Bouaziz-Yahiatene, 2018).

La richesse spécifique notée pendant l'analyse des résultats obtenus de l'inventaire des gastéropodes terrestres de nos quatre stations dans la wilaya de Tizi-Ouzou, durant la période s'étalant de novembre 2022 jusqu'à Avril 2023 est de 1747 individus répartie en 22 espèces, 17 genres et 10 familles.

Les espèces d'escargots obtenues sont réparties en 10 familles qui sont : Geomitridae avec 6 espèces qui sont *Cernuella virgata*, *Xerosecta cespitum*, *Xerosecta* sp., *Xerotricha conspurcata*, *Cochlicella acuta* et *Cochlicella barbara*, suivie par les Helicidae avec 4 espèces: *Cornu aspersum*, *Cantareus koraegaelius*, *Theba pisana* et *Eobania vermiculata*, les Ferussaciidae avec 2 espèces : *Ferussacia folliculum* et *Ferussacia carnea*, Hygromiidae avec deux espèces: *Ganula flava* et *Ganula* sp., Limacidae avec deux espèces : *Ambigolimax* sp. et *Ambigolimax nyctelius*. Les Enidae avec deux espèce : *Mastus pupa* et *Mauronapaeus terverii*, les Achatinidae avec une seule espèce : *Rumina decollata*, les Trissexodontidae avec

une seule espèce : *Caracollina lenticula*, les Milacidae avec une seule espèce: *Milax nigricans* et Truncatellinidae avec une seule espèce: *Truncatellina callicratis*.

En Algérie, la malacofaune est largement inexploitée (Bouaziz-Yahiatene et Medjdoub-Bensaad, 2016). Poiret était le premier qui s'est intéressé à la faune malacologique du pays en 1789, où il a signalé 65 espèces dont une dizaine est terrestre. Néanmoins, l'étude de la malacofaune a pris ses débuts dès les premières années de la colonisation française par Michaud en 1833, qui décrit dans son catalogue 114 espèces, dont 26 sont terrestres. Il a recensé et décrit plusieurs nouvelles espèces ou peu connues. En 1839, Terver vient pour actualiser la liste des gastéropodes terrestres de l'Algérie, son travail a fait ressortir une liste de 61 espèces. Plus tard, Bourguignat (1864) a inventorié une richesse plus importante que les travaux de ses prédécesseurs, avec un total de 319 espèces réparties en 37 genres différents.

Comparativement aux études régionales qui ont été faites, Damerdji (2009), dans son travail sur la composition et la structure de la malacofaune du littoral Algérien, a inventorié 14 espèces de gastéropodes terrestres dans la région de Beni-Saf, au Nord-Ouest du pays. Larbaa et Soltani (2013) ont recensé une richesse de 14 espèces dans le Nord-Est du pays. Douafer et Soltani (2014) ont identifié 9 espèces seulement dans quelques régions du Nord-Est de l'Algérie. En 2016, Bouaziz-Yahiatene et Medjdoub-Bensaad ont recensé une richesse de 26 espèces dans la région de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Plus récemment, Belhiouani et al. (2019), où ils ont comparé la richesse spécifique de différentes stations selon l'effet anthropique sur la diversité et la distribution des gastéropodes terrestres dans les écosystèmes, ont estimé une richesse de 11 espèces dans le Nord-Est de l'Algérie. Quant aux travaux d'Ameur et al. (2019), dans la région aride de Batna (Algérie), ont cité une richesse de 11 espèces.

Ces résultats qui portent sur la richesse spécifique des gastéropodes terrestres dans différentes régions corroborent avec notre biodiversité recensée qui est d'ordre de 22 espèces. Cependant, Ramdini et al. (2020) ont pu identifier une richesse de 27 espèces d'escargot et de limace respectivement dans les régions d'Alger et de Boumerdes. Au niveau de la région de Tizi-Ouzou, Ramdini et al. (2021) ont pu dresser une liste systématique de 33 espèces différentes. Ces résultats semblent les plus exhaustifs pour la région nord-centre du pays.

D'autres études sont orientées vers l'étude de la faune dulçaquicole, dont la redécouverte de deux espèces de gastéropodes d'eau douce (Glöer et al., 2010 ; Glöer et Ramdini, 2019 ; Ramdini et al., 2020), et une découverte d'une nouvelle espèce de genre *Pseudamnicola paulucci*, 1878 (Sadouk et al., 2022).

Durant la présente étude, nous avons constaté une variation de la richesse spécifique et de la densité des espèces d'escargots d'une station à une autre et d'un mois à un autre. Les résultats de l'inventaire effectué montrent que l'espèce la plus abondante au niveau de toutes les stations est *Cerņuella virgata* avec un total de 699 individus. En effet, Magnin (2004), signale que cette espèce occupe les milieux ouverts et xériques, les individus de cette espèce sont particulièrement récoltés sur les plantes où ils couvrent les tiges des plantes.

Cerņuella virgata limite ses activités quotidiennes à des périodes qui sont les plus favorables en ce qui concerne la température et l'humidité, ce qui constitue une forme significative de comportement d'adaptation (Staikou, 1999). Cette espèce peut également être observée dans des milieux perturbés par l'homme (Cucherat et Demuynck, 2006), ce qui explique pourquoi on l'a trouvé dans toutes les stations. Ceci reflète nos observations sur le terrain de cette espèce de Geomtridae.

Nous constatons que *Cornu aspersum*, *Xerotrīcha conspurcata*, *Cantareus koraegaelius*, *Rumina decollata* et *Ferussacia folliculum* sont présente dans les toutes stations, probablement grâce à la température relativement douce et la forte humidité existant dans la région de Tizi-Ouzou durant la période de travail.

L'abondance relative des escargots fluctue selon les stations et suivant les mois. 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.

Pearson et Dawson (2003) suggèrent que la répartition des espèces est en équilibre avec le climat. D'autres études montrent que la validité de cette hypothèse varie considérablement selon les différents groupes d'organismes. L'équilibre espèces-climat est inversement lié à la capacité des espèces à suivre les changements climatiques futurs, ce qui suggère que les espèces pour lesquelles les projections sont les moins certaines, sont en fait les plus susceptibles d'être en danger (Araújo et Pearson, 2005).

Les facteurs écologiques et les espèces interagissent à différentes échelles dans l'espace et dans le temps. Les gastéropodes terrestres réagissent de manière sensible aux perturbations et aux changements des conditions environnementales, notamment le pH du sol et la teneur en carbonate de calcium dans la couche supérieure du sol, le couvert végétal et la présence ou l'absence d'éléments structurels dans leur habitat, tels que les tiges de plantes hautes, qui servent de sites d'estivation, ou des pierres sous lesquels ils peuvent se cacher (Wäreborn, 1992 ; Martin et Sommer, 2004 ; Boschi et Baur, 2008). Cowie (1985) annonce que la pente

et l'orientation sont essentielles pour les adultes et les juvéniles des gastéropodes terrestres dans les habitats méditerranéens.

En effet, nos résultats montrent que la quasi-totalité des espèces inventoriées ont une aire de répartition méditerranéenne, ce qui coïncide avec les conditions climatiques régnantes sur la région d'étude.

Le calcul de l'indice de Shannon nous a permis d'évaluer la variation de la richesse spécifique entre les stations. L'indice d'Équitabilité nous a renseignés sur l'équirépartition des espèces dans leurs habitats. La valeur H' observé au niveau de la station Ait Ouali est de 3.11 ce qui indique que c'est la station la plus diversifiée. Quant à l'Équitabilité, toutes les valeurs calculées au niveau des quatre stations tendent vers 1, ce qui indique que les populations sont équilibrées. Il est à signaler que la station Ait Ouali présente la valeur la plus élevée (0.76). Au niveau des quatre stations, l'indice de Hill trouvées dans les quatre stations sont très proches de 0. Ces résultats confirment les constats de l'indice de Shannon. L'indice de diversité de Simpson tend vers 0, il faut noter que cet indice donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Les résultats de ce calcul confirment l'importance de la richesse spécifique de la région d'étude et la répartition équilibrée des individus dans l'écosystème.

CONCLUSION

Au terme de notre travail qui s'est intéressé à la diversité et la chorologie des gastéropodes terrestres dans la région de Tizi-Ouzou, un inventaire qualitatif et quantitatif a été réalisé au niveau de quatre stations, pour la période allant du mois de Novembre 2022 jusqu'au mois d'avril 2023.

L'inventaire nous a permis de recenser 1747 individus, classés en 22 espèces ; 17 genres appartenant à 10 familles différentes qui sont: les Geomitridae, Helicidae, Ferussacidae, Hygromiidae, Limacidae, Enidae, Achatinidae, Trissexodontidae, Milacidae, Truncatellinidae. Le peuplement recensé est caractérisé par des richesses spécifiques et des effectifs variables d'un mois à un autre et d'une station à une autre.

La plus part des espèces de nos stations sont méditerranéennes qui inclue *Cornu apesrum*, *Rumina decollata* due aux conditions climatiques et géographiques de cette région. D'autre espèces ont une aire de répartition plus restreinte, sont des espèces endémiques pour l'Algérie dont *Cantareus koraegaelius* et *Ganula flava*.

Il est difficile de préciser les facteurs environnementaux limitant qui expliquent la distribution et l'abondance des escargots terrestres. Selon la présente étude, nous avons constaté que les facteurs déterminants la répartition et la densité des escargots terrestres sont liées à plusieurs facteurs géomorphologique, édaphique, climatique qui déterminent la diversité des habitats.

Par le calcul des indices écologiques de composition et de structure, nous sommes parvenus à classer les 22 espèces obtenues en plusieurs espèces omniprésentes, constantes, accessoires, régulières et accidentelles.

L'indice de Shannon est plus élevé au niveau de la station Ait Ouali par rapport aux autres stations ce qui indique que c'est la station la plus diversifiée. Quant à l'Équitabilité, les populations des quatre stations sont équilibrées.

L'indice de Simpson au niveau des quatre stations, le maximum de diversité tend vers 0. Il faut noter que cet indice donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares.

L'indice de Hill de nos stations sont très proches, il tend vers 0 ce qui explique une diversité minimale des stations.

Cette analyse est probablement insuffisante pour une compréhension réellement satisfaisante de la diversité et l'écologie des gastéropodes terrestres présentés dans la région de la Kabylie, notamment dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Les estimateurs non paramétriques prévoient une richesse plus importante en augmentant l'effort d'échantillonnage et en augmentant les régions de prospection.

Conclusion

Il est à signaler que la pression anthropique et de ses activités quotidiennes influe directement sur les espèces animales et végétales et indirectement sur leurs habitats. Il est donc nécessaire d'accorder d'avantage attention pour ces invertébrés qui font partie de la diversité biologique et qui constituent un maillon important de la chaîne trophique, dont leur disparition induira certainement des conséquences négatives sur l'homme et l'environnement.

On termine, même si un certain nombre de résultats ont été dégagés au cours de ce bilan, ce dernier n'est que provisoire et il ne demande qu'à être complété. Il serait donc intéressant de réaliser d'autres inventaires pour établir la liste systématique la plus exhaustive des gastéropodes terrestres d'Algérie et d'autres études anatomiques doivent être faites sur d'autres espèces pour mieux caractériser leur identification.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Ameur, N., Adjroudi, R., Bachir, A. S., & Mebarkia, N. (2019).** Diversity and distribution patterns of land snails in the arid region of Batna (North East Algeria). *Eco. Env. & Cons.*, 25(4), 1517–1523.
- Amroun, M. (2006).** Zoologie des invertébrés 1- des Protozoaires aux Échinodermes. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. Algérie.
- Andre, F. (1968).** Zoologie des invertébrés, Tome 1. Ed. Masson et Cie, Paris. France.
- Araújo, M. B. & Pearson, R. G. (2005).** Equilibrium of species' distributions with climate. *Ecography*, 28(5), 693–695. <https://doi.org/10.1111/j.2005.0906-7590.04253.x>
- Aubert, C. (1998).** Étude monographique d'élevage d'escargots. Ed. Bornemann. Paris. 21p.
- Audibert, C. & Bertrand, A. (2015).** Guide des mollusques terrestres. Escargots et Limaces. Belin.
- Bank, R. A. & Neubert, E. (2017).** Checklist of the land and fresh water Gastropoda of Europe. 170.
- Barbault, R. (1974).** Structure et dynamique d'un peuplement de Lézards : les Scincidés de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). *La Terre et la Vie*, 28 : 352-428.
- Barker, G. M. (2001).** The biology of terrestrial molluscs. CABI Pub.
- Barker, G. M. (2004).** Natural enemies of terrestrial molluscs. CABI Pub.
- Battaglia, V. (2006).** Quand la terre nous livre ses secrets. Escargots.
- Bautz, A., Bautz, A. & Chardard, D. (2010).** Mini manuel de biologie animal. Cours + QCM. 2eme édition, Dunod, Paris, 201p.
- Beaumont, A. & Cassier, P. (1998).** Biologie animale, des Protozoaires aux Métazoaires Epithélioneuriens. 3eme Edition. Ed. Dunod, Paris.
- Blondel, J. (1975).** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, France.
- Belhiouani, H., El-Hadef El-Okki, M., Afri-Mehennaoui, F.Z. & Sahli, L. (2019).** Terrestrial gastropod diversity, distribution and abundance in areas with and without anthropogenic disturbances, Northeast Algeria. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(1), 243–249. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200128>

- Bonnet, J.D., Aupinel, P. & Vrillon, J., (1990).** L'escargot *Helix aspersa* biologie et élevage. Ed. INRA, Paris, 124p.
- Boschi, C.&Baur, B. (2008).** Past pasture management affects the land snail diversity in nutrient-poor calcareous grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 9(6), 752–761. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2007.09.006>
- Bouaziz-Yahiatene, H., & Medjdoub-Bensaad, F. (2016).** Malacofauna diversity in Kabylia region (Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 10(7), 99–106.
- Boué, H. & Chaton, R. (1971).** Biologie animale-zoologie I, invertébrés. Ed. Doin, Paris, 376p.
- Bourguignat, J. R. (1877).** Description de deux nouveaux genres Algériens, suivies d'une classification des familles et des genres de mollusques terrestres et fluviatiles du système européen. Imprimerie Louis et Jean-Mathieu Douladoure. 57P.
- Bourguignat, J. R. (1864).** Malacologie de l'Algérie ou Histoire naturelle des animaux mollusques terrestres et fluviatiles (Challamel Ainé).
- Bursztyka, P. (2015).** Étude du rôle des sémiouchimiques dans les stratégies d'évitement des prédateurs chez deux gastéropodes terrestres : *Deroceras Reticulatum* (Muller, 1774) et *Xeropicta Derbentina* (Krynicky, 1836). Th. Doctorat. INP Toulouse.
- Cappuccio, N. (2011).** L'escargot. Gastropoda. Communication personnelle.
- Chao, A. (2006).** Species Estimation and Applications. In S. Kotz, C. B. Read, N. Balakrishnan, B. Vidakovic, & N. L. Johnson (Eds.), *Encyclopedia of Statistical Sciences* (p. ess5051). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/0471667196.ess5051>
- Cheriti, O., Belhiouani, H., El-Hadef-El-Okki, M., Neubert, E., & Sahli, L. (2021).** Inventory of land snails from the KebirRhumel basin, northeast of Algeria. *Biodiversity*, 22(3–4), 110–130. <https://doi.org/10.1080/14888386.2021.2003722>
- Chevallier, H. (1958).** L'élevage des escargots (Reproduction et préparation du petit gris. Ed. Point vétérinaire, Paris, 128p.
- Chevalier, H. (1992).** L'élevage des escargots : production et préparation du Petit-gris. Ed. Du point vétérinaire. 144p.

- Cobbinah, J. C., Vink, A. & Onwuka, B. (2008).** L'élevage d'escargots : Production, transformation et commercialisation. 85.
- Colwell, R.K. (2013).** Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9 and earlier. User's Guide and application. Published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Cowie, R. H. (1985).** Microhabitat choice and high temperature tolerance in the land snail *Theba pisana* (Mollusca: Gastropoda). *Journal of Zoology*, 207(2), 201–211. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1985.tb04924.x>
- Cucherat, X. & Demuynck, S. (2006).** Catalogue annoté des Gastéropodes terrestres (Mollusca, Gastropoda) de la région Nord-Pas-de-Calais. *MalaCo*, 2, 40–91.
- Cucherat, X. & Demuynck, S. (2008).** Les plans d'échantillonnage et les techniques de prélèvements des mollusques continentaux. *MalaCo*, 5, 244–253.
- Cuvier, B. G. (1849).** Le règne animal distribué d'après son organisation : Les mollusques et les annélides. Ed. FORTIN, MASSON ET Cie LIBRAIRES, Paris.
- Dajoz, R. (1971).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, France. 434p.
- Dajoz, R. (1975).** Précis d'écologie. Ed. Gauthier-Villars, Paris. 549 pp.
- Dajoz, R. (1982).** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, France. 495p.
- Dajoz, R. (1985).** Précis d'écologie. 5ème édition, Ed. Dunod, Paris, France. 505p.
- Djaouz, R. (2006).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 503p.
- Damerджи, A. (2008).** Contribution à l'étude écologique de la malacofaune de la zone Sud de la région de Tlemcen (Algérie). *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 4(1), 138–153. <https://doi.org/10.4314/afsci.v4i1.61667>
- Damerджи, A., Ladjmi, L. & Doumandji, S. (2005).** Malacofaune associée à *Rosmarinus officinalis* L. (Labiatae) : inventaire et aperçu bioécologique près de Mansourah (Tlemcen, Algérie). *Sc. et Techn.*, 23: 11-20.
- Damerджи, A. (2009).** Composition et structure de la malacofaune dans l'extrême ouest du littoral Algérien. *Afrique Science*, 5(3), 149–168.

- Damerdji, A. (2018).** Malacological diversity of five Lamiaceae in the region of Tlemcen (Northwest Algeria). *Journal of Agricultural and Crop Research*, 6(3), 47–52.
- Damerdji, A. & Benyoucef, B. (2006).** Impact des différents facteurs physiques et du rayonnement solaire sur la diversité malacologique dans la région de Tlemcen (Algérie). *Revue des Energies Renouvelables*, 9(4), 267–276.
- Dayrat, B. & Tillier, S. (2002).** Evolutionary relationships of euthyneuran gastropods (Mollusca): A cladistic re-evaluation of morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 135(4), 403–470. <https://doi.org/10.1046/j.1096-3642.2002.00018.x>
- Douafer, L. & Soltani, N. (2014).** Inventory of Land Snails in Some Sites in the Northeast Algeria: Correlation with Soil Characteristics. *Advances in Environmental Biology*, 8(1), 236–243.
- Emberger, L. (1971).** Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatologiques, phytogéographiques et écologiques. In : Travaux de Botanique et d'écologie de Luis Emberger. Ed. Masson et Cie, France. 215-229p.
- Faurie, C., Ferra C. & Mendori, P. (1980).** Écologie. Ed. Baillière J.B., paris, 168p.
- Gamlin, L. & Vines, G. (1996).** L'évolution de la vie. Artes Graficas, S.A., Ed. Vicirria, Espagne, 248p.
- Gaillard, J. (1991).** Les Mollusques, document polycopie du Module de la conférence sur les animaux venimeux au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, Juillet 1999. 1-18.
- Germain, L. (1930).** Faune de France, 21. Mollusques terrestres et fluviatiles (première partie). Paul Lechevalier, France. 477p.
- Escourrou, G., & Escourrou, G. (1978).** *Climatologie pratique*. Masson.
- Glöer, P., Bouzid, S. & Boeters, H. D. (2010).** Revision of the genera *Pseudamnicola* Paulucci 1878 and *Mercuria* Boeters 1971 from Algeria with particular emphasis on museum collections (Gastropoda: Prosobranchia: Hydrobiidae). *Archiv Für Molluskenkun de International Journal of Malacology*, 139(1), 1–22. <https://doi.org/10.1127/arch.moll/1869-0963/139/001-022>

- Glöer, P. & Ramdini, R. (2019).** *Hippeutis complanatus* Linnaeus, 1758 in Algeria, re-found after more than 150 years. *Ecologica Montenegrina*, 22, 226–227. <https://doi.org/10.37828/em.2019.22.18>
- Grassé, P.P. & Doumenc, D. (1985).** Zoologie 1. Invertébrés. Ed. Masson, 2219p.
- Grassé, P. P. & Doumenc, D. (1995).** Zoologie I. Invertébrés. Ed. Masson, Paris. 263p.
- Grassé, P. P. & Doumenc, D. (1998).** Zoologie. Invertébrés, Ed. Dunod, Paris. 296p.
- GRETIA, Groupe d'Etude des Invertébrés Armoricaains (2009).** Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire. Bilan final, Rapport GRETIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire. 395 p.
- Grizimzk, B. & Fontaine, M. (1973).** Le monde Animal. Ed. Stauffacher S.A., Zurich Volume III : Mollusque Echinodermes, 19-23 : 123-134.
- Guyard, A. (2009).** Étude de la différenciation de l'ovotestis et des facteurs contrôlant l'orientation sexuelle des gonocytes de l'escargot *Helix aspersa* Müller. Thèse Doct. Sci. nat., Univ. Besançon. France. 156p.
- Hamdi-Ourfella, A. N., & Soltani, N. (2014).** Qualité des sols dans deux sites du Nord-Est Algérien: Utilisation d'une espèce bioindicatrice de la pollution des sols (Soil quality of two sites in North east Algeria: Use of a bioindicator species of soil pollution). *J. Mater. Environ. Sci.*, 5, 2527–2533.
- Haszprunar, G. (1988).** On the origin and evolution of major gastropod groups, with special reference to the streptoneura. *Journal of Molluscan Studies*, 54(4), 367–441. <https://doi.org/10.1093/mollus/54.4.367>
- Hervé, M. (2016).** Aide-mémoire de statistique appliquée à la biologie. 203p.
- Heusser, S. & Dupuy, H. G. (1998).** Atlas biologie animale 1. Les grands plans d'organisation. Ed. Dunod, Paris, France. 135p.
- Heusser, S. & Dupuy, H. G. (2011).** Synthèse de la structure tissulaire à la réalisation des fonctions chez les gastéropodes pulmonés (I), éléments d'histologie et de physiologie des espèces *Helix aspersa* et *Helix pomatia*. *Folia Conchyliologica*, 10: 3-25.

- Jorda, S. (2008).** Le monde vivant. Classification des gastéropodes. Gastropoda. *J. of Arid Environ*, 68 : 588-598.
- Karas, F. (2009).** Gastéropodes terrestres, invertébrés continentaux des pays de la Loire. *Gretia* : 379-387.
- Kerney, M. P., & Cameron, R. A. D. (2006).** Guide des escargots et limaces d'Europe. Identification et biologie de plus de 300 espèces. Ed. Delachaux et Nestlet. 386p.
- Kerney, M. P. & Cameron, R. A. D. (2015).** Guide des Escargots et Limaces d'Europe, identification et biologie de plus de 300 espèces, 2eme édition. Ed. Delachaux et Niestle, Paris.
- Larbaa, R., & Soltani, N. (2013).** Diversity of the terrestrial gastropods in the Northeast Algeria: Spatial and temporal distribution. *European Journal of Experimental Biology*, 3(4), 209–215.
- Levêque, C. (1980).** Mollusque. In Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo soudanienne (Vol. 1, pp. 284–305). O.R.S.T.O.M.
- Lévêque, C. (1973).** Dynamique des peuplements, biologie, et estimation de la production des mollusques benthiques du lac Tchad. *Cah. ORSTOM sér. Hydrobiol*, 7, 117-147.
- Magnin, F. & Martin, S. (2012).** Escargots synanthropiques et domestication de la nature itinéraires de coquillages. *Techniques et cultures* : 59.
- Maissiat, J.C. & Picaud, J.L. (2011).** Biologie animale. Ed. Dunod, 239p.
- Maissiat, J., Baehr, J. C. & Picaud, J.L. (1998).** Biologie animale des invertébrés. 1er édition. Ed. Dunod. France. 239p.
- Marcon, E. (2015).** Mesures de la Biodiversité. Master. Kourou, France. cel-01205813v5.
- Martin, K., & Sommer, M. (2004).** Relationships between Land Snail Assemblage Patterns and Soil Properties in Temperate- Humid Forest Ecosystems. *Journal of Biogeography*, 31(4), 531–545.
- Meddour, M. (2010).** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie. Thèse Doct. Agr. Option : Foresterie. U.M.M.TO, 398P.

- Meglitsch, P. A. (1974).** Zoologie des Invertébrés, Tome 2, des vers aux arthropodes (Annélides, Mollusques, Chélicérates). Ed. Doin, Paris, France. 306p.
- Michaud, A.L.G. (1833).** Catalogue des testacés vivants envoyés d'Alger par M. Rozet (Capitaine au corps royal d'Etat Major) au Cabinet d'Histoire Naturelle de Strasbourg. *Nat. Soc. Hist. Nat., Strasbourg*. 1 – 22.
- Quibik, (2007).** Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargot. Dans Wikipédia. Consulté en ligne: http://fr.wikipedia.org/wiki/Escargot#mediaviewer/Fichier:Scheme_snail_anat_omy-numbers.svg
- Pearson, R. G. & Dawson, T. P. (2003).** Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: Are bioclimate envelope models useful?. *Global Ecology & Biogeography*, 12(5), 361–371. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00042.x>
- Pelseneer, P. (1935).** Essai d'Ethologie Zoologique d'après l'Etude des Mollusques. Ed. Palais des Académies, Bruxelles. 662 p.
- Pirame, L.S. (2003).** Contribution à l'étude de la pathologie estivale de l'escargot petitgris (*Helix aspersa*) : Reproduction expérimentale. Thèse Doc. Paul-Sabatier, Toulouse. France. 99p.
- Ponder, W. & Lindberg, D.R. (1997).** Towards a phylogeny of gastropod molluscs: an analysis using morphological characters. *Zool. J. of the Linnean Society*, 119(2): 83-265p.
- Rabhi, K. (2021).** Éléments de bio statistique à l'usage des agrobiologistes avec les étapes de réalisation sous R. 128p.
- Ramade, F. (1984).** Éléments d'écologie : écologie fondamentale. Ed. McGraw et Hill, Paris, 576 p.
- Ramade, F. (2003).** Éléments d'écologie écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris. France. 690p.
- Ramdini, R., Ali, R. F., Sadouk, G. & Medjdoub-Bensaad, F. (2021).** Diversity of Terrestrial Gastropods in Kabylia Region (Tizi-Ouzou, Northern Algeria). *Folia Malacologica*, 29(4), 212–221. <https://doi.org/10.12657/folmal.029.025>
- Ramdini, R., Bouaziz-Yahiatene, H. & Medjdoub-Bensaad, F. (2021).** Diversity of terrestrial gastropods in central-northern of Algeria (Algiers and Boumerdes). *Folia Conchyliologica*, 60, 25–33.

- Ramdini, R., Van Damme, D., Sadouk, G. & Medjdoub-Bensaad, F. (2020).** Rediscovery of *Armiger crista* (Linnaeus, 1857) (Gastropoda Planorbidae) in Algeria. *Biodiversity Journal*, 11(4), 821–824. <https://doi.org/10.31396/Biodiv.Jour.2020.11.4.821.824>
- Robitaille, J. M., Seguin, C., Pepin, D., Van Berkom, G., Hau-pale, J., Chauvehe, G. & St-Arnaud, M. (1973).** Biosphère. Tome 1, écologie, mécanisme de l'adaptation. *Recherche et marketing*. 123-179.
- Sadouk, G., Bouaziz-Yahiatene, H., Ramdini, R., Medjdoub-Bensaad, F. & Glöer, P. (2022).** A new freshwater gastropod species of the genus *Pseudamnicola* Paulucci, 1878 from Algeria (Gastropoda: Hydrobiidae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 68(2), 179–182. <https://doi.org/0.17109/AZH.68.2.179.2022>
- Salgueiro, E. & Reyss, A. (2002).** Biologie de la reproduction sexuée. Coll. Sup. Sci. Belin. 33P.
- Seltzer, P. (1946).** Climats de l'Algérie. Imprimerie La typo, Litho et Jules carbone. Réunion. Alger. 246p.
- Staikou, A. (1999).** Shell temperature, activity and resistance to desiccation in the polymorphic land snail *Cepaea vindobonensis*. *Journal of Molluscan Studies*, 65: 171-184.
- Stievenart, C. & Hardouin, J. (1990).** Manuel d'élevage des escargots géants sous les tropiques Ed. Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA): 472p.
- Terver, A.P. (1839).** Catalogue des mollusques terrestres et fluviatiles observés dans les possessions françaises au nord de l'Afrique. Ed. J.B. Baillière-Crochard Paris- Ed. Savy. Lyon.
- Théron, A. & Vallin, J.(1981).** Sciences naturelles. Écologie, Géologie, Physiologie. CollectionCh. Désiré.
- Vernal, A. & Leduc, J. (2000).** Paleontology. SCT. 81p.
- Wareborn, I. (1992).** Changes in the land mollusc fauna and soil chemistry in an inland district in southern Sweden. *Ecography*, 15(1), 62–69. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1992.tb00009.x>
- Welter-Schultes, F. (2012).** European non-marine molluscs, a guide for species identification. (Planet Poster). 674P.

Wiktor, A. (1983). Some Data on Slugs of Morocco and Algeria with Description of a New *Deroceras* Species (Gastropoda, Pulmonata). *Malakologische Abhandlungen, Staatliches Museum Für Tierkunde in Dresden*, 8(13), 155–165.

Wiktor, A. (1987). Milacidae (Gastropoda, Pulmonata) Systematic Monograph. *Annales Zoologici Polska Akademia Nauk*, 41(3), 153–319.

Wiktor, A. (2000). Agriolimacidae (Gastropoda: Pulmonata) - A systematic monograph. *Annale Zoologici*, 49(3), 347–590.

Yves, R. & Cranga, F. (1997). Mémoires de la société archéologique du midi de la France ; L'escargot dans le midi de la France, approche iconographique. *Bull. Acad. France*, 197p.

Zaafour, M. (2014). Étude éco physiologique de la reproduction de l'escargot terrestre Petit-Gris (*Helix aspersa aspersa*, Gastropoda : Stylommatophora; Helicidea) dans la région Nord-Est d'Annaba. Algérie.

ANNEXES

Annexe : Contribution des lignes et des colonnes dans la construction des plans factoriels

Rows (the 10 first)										
	Iner*1000	Dim.1	ctr	cos2	Dim.2	ctr	cos2	Dim.3	ctr	cos2
Co_aspersum	12.905	0.171	5.228	0.451	0.135	5.579	0.281	0.132	21.199	0.268
Cn_koraegaelius	8.855	0.179	1.255	0.158	0.389	10.125	0.743	-0.142	5.397	0.099
An_nyctelius	15.718	-0.992	11.117	0.788	0.504	4.921	0.203	-0.102	0.809	0.008
Ru_decollata	7.218	0.202	5.744	0.887	-0.030	0.220	0.020	0.065	4.132	0.093
Ca_lenticula	6.777	-0.712	5.981	0.983	-0.033	0.022	0.002	0.086	0.601	0.014
Xe_sp	9.486	-0.032	0.012	0.001	0.718	9.996	0.684	-0.486	18.282	0.314
Ga_flava	1.236	-0.566	0.988	0.890	0.002	0.000	0.000	-0.199	0.833	0.110
Fe_carnea	5.944	-0.478	3.641	0.683	-0.179	0.873	0.095	0.273	8.096	0.222
Eo_vermiculata	6.607	-0.350	1.257	0.212	-0.663	7.738	0.761	0.125	1.099	0.027
Ch_acuta	21.630	-0.198	0.646	0.033	-1.068	32.173	0.966	0.024	0.063	0.000
Columns										
	Iner*1000	Dim.1	ctr	cos2	Dim.2	ctr	cos2	Dim.3	ctr	cos2
Azaghar	42.888	0.010	0.033	0.001	-0.355	65.965	0.999	0.000	0.000	0.000
Ait_Ouali	73.339	-0.480	58.019	0.882	0.175	13.172	0.117	0.021	0.760	0.002
Ait_Ahmed	44.520	0.409	27.624	0.691	0.189	10.139	0.148	0.197	43.863	0.161
Ighil_Issiouane	31.955	0.286	14.324	0.500	0.189	10.723	0.218	-0.215	55.376	0.282

Résumé

Un inventaire malacologique au niveau de la Kabylie, notamment dans la région de Tizi-Ouzou, est réalisé au niveau de quatre stations. Deux méthodes de prélèvement sont utilisées sur le terrain à savoir la chasse à vue et le tamisage. L'échantillonnage a été effectué durant une période allant du mois de Novembre 2022 au mois d'Avril 2023.

L'inventaire de 1747 individus de gastéropodes récoltés, ont permis de dresser une richesse de 22 espèces d'escargots et de limaces scindées en 10 familles a été enregistrée. *Cerneuella virgata* est l'espèce la plus abondante au niveau de la région d'étude. La station d'Azaghar présente une richesse importante et une population très diversifiée avec 594 individus.

La valeur de l'indice de Shannon est plus élevée au niveau de la station d'Ait Ouali ce qui indique que c'est la station la plus diversifiée, par contre la valeur la minimale est enregistrée au niveau de la station de Ait Ahmed ce qui indique que c'est la station la moins diversifiée.

Quant à l'équitabilité toutes les valeurs calculées au niveau des quatre stations tendent vers 1, ce qui indique que les populations sont équilibrées.

Mots clés : Escargot et limace, Kabylie, gastéropodes, Richesse spécifique.

Abstract

At the level of the Kabylie, namely in the Tizi-Ouzou region, a malacological inventory is completed at four stations. Two measurement techniques are used on the property: visual hunting and tamisaging. The echantillonnage took place over a period spanning from November 2022 to April 2023.

The inventory allowed us to count 1747 gasteropodes, and we were able to record a wealth of 22 species of escargots and limaces divided into 10 families. The region of study's most abundant species is *Cerneuella virgata*. With 594 people, the Azaghar station has a significant amount of wealth and a very diverse population.

The value of the Shannon indices is higher at the level of Ait Ouali station, indicating that it is the most diverse station, while the lowest value is recorded at the level of Ait Ahmed station, indicating that it is the least diverse station.

Regarding equity, the values calculated at the level of the four stations go toward 1, which shows that the populations are balanced.

Key words: Snail and slug, Kabylia, gastropods, Specific richness.