



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Biologiques
Spécialité : Biologie de la conservation

Thème

**Inventaire qualitatif et quantitatif des
gastéropodes terrestres au niveau de la
forêt de Mizrana, région de Tizi-Ouzou**

Réalisé par :

M^r Chertouh Yacine

M^{lle} Mouheb souhila

Devant le jury:

Présidente : M^{me} CHAOUCHI N.

(M.C.A , U. M.M.T.O)

Promotrice: M^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F.

(Professeur, U. M.M.T.O)

Co-promoteur : M^r RAMDINI R.

(Doctorant,U. M.M.T.O)

Examineurs: M^r MEZANI S.

(M.C.B, U. M.M.T.O)

Remercement

Je remercie le Bon Dieu pour sa bienveillance, le courage et la volonté qu'il offert tout le long de la réalisation de ce modeste travail.

Le mérite de ce travail revient à toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation et auxquelles d'ailleurs j'exprime ma profonde reconnaissance.

La réussite de ce mémoire ne saurait être possible sans le grand apport de notre promotrice M^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F. · Professeur à l'U.M.M.T.O. et notre Co-promoteur Mr Ramdini R., doctorant à U.M.M.T.O. pour leur disponibilité permanente, leurs orientations et leur soutien durant toute la période d'étude.

Mes vifs remerciements s'adressent également à M^{me} CHAOUCHI N. Maitre de conférences de classe A De nous avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Nous tenons à remercier les membres du jury M^r MEZANI.S et qui nous avons fait l'honneur de juger ce travail.

Nous remercions également les ingénieurs de laboratoire de pédologie et laboratoire commun pour leurs accueils, leurs aides et patience durant tous la période du travail.

Nous remercions vont également aux propriétaires des sites qui nous on permit de prospecter leurs terrains pour la réalisation de notre inventaire. Qu'ils trouvent ici l'expression de mon profond respect.

Sans oublier évidemment de remercier tous les enseignants auxquels revient le mérite de notre formation.

Enfin, un très grand et très chaleureux merci à nos très chers parents.



Dédicace

A ceux qui, sans eux rien n'aurait pu être... Mes parents.

A mes sœurs Kahina et son mari Sofiane, Karima et son mari Ramdane, Sonia .

A mon chère frère Samir, et sa femme Ghalia .

*A mes chères nièces et neveux que j'aime à profondément
Riadh, Céline, Zinedinne, Abdeslam, Adam, Mariem, Iman, Ikram*

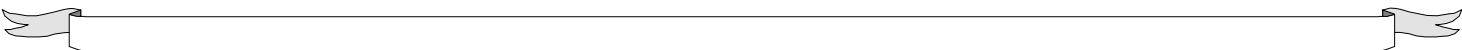
A tous mes proches et ceux qui m'aident

A tous mes amis et amis connus , les Défis et les Délires.

A tous mes camarades de la promotion 2018/2019.

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

yacine





Dédicace

A ceux qui, sans eux rien n'aurait pu être... Mes parents.

A mes sœurs Fazia et Chafia .

A mon chère frère Cherif.

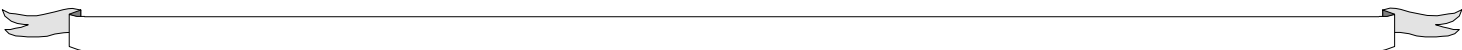
A tous mes proches et ceux qui mon aider

A tous mes amies et amis connus dans et pour l'aventure, les Défis et les Délires.

A tous mes camarades de la promotion 2018/2019.

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

Souhila



Sommaires

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

Chapitre I : Description et structure des gastéropodes terrestres

1. Définition	3
Position systématique	3
2. Évolution des gastéropodes	3
3. Morphologie externe des Gastéropodes	4
3.1 Tête.....	4
3.1.1 Radula	4
3.1.2 Organes sensorielles.....	5
3.2 Pied.....	5
3.3 Masse viscérale.....	5
3.4 Manteau.....	5
3.5 La Coquille	6
4. Anatomie interne	7
4.1 Tégument et glandes tégumentaires	7
4.2 Appareil digestif.....	7
4.3 Appareil respiratoire.....	9
4.4 Appareil circulatoire.....	10
4.5 Système nerveux.....	10
4.6 Organes des sens.....	11
4.7 Appareil génital.....	12
4.8 Appareil excréteur.....	13
5. Rythme de vie des escargots et limaces.....	14
5.1 Activité journalière.....	14
5.2 Activité saisonnières	14
5.2.1 Estivation.....	15
5.2.2 Hibernation.....	15
6. Influence des paramètres environnementaux sur les gastéropodes.....	15
6.1 Température.....	15

6.2	Humidité.....	16
6.3	La lumière.....	16
6.4	Le vent.....	16
7.	Régimes alimentaires.....	17
8.	Reproduction.....	17
9.	Accouplement.....	17
10.	Ponte.....	18
11.	Incubation et inclusion.....	19
12.	Habitat1.....	20
13.	Intérêts des gastéropodes terrestres.....	20
14.	Nuisances des gastéropodes terrestres.....	21

Chapitre II : Matériel et méthodes

1.	Présentation de la station.....	22
2.	Etude des caractéristiques climatique.....	23
2.1.	Température.....	23
2.2.	Pluviosité.....	23
2.3.	Humidité.....	24
2.4.	Vent.....	24
2.5.	Climmagrame d'EMBERGER.....	25
3.	Méthodologie de travail.....	26
3.1	Inventaire des escargots.....	26
3.2	Travail réalisé ou laboratoire.....	28
4.	Traitement par indice écologique de composition	28
4.1.	Fréquence d'occurrence (F)	28
4.2.	Abondance relative (Arel)	29
4.3.	Densité (D.).....	29
5.	Indice écologique de structure.....	30
5.1.	Indices de Shannon Weaver (H')	30
5.2.	Indice équitabilité (E).....	30

Chapitre III : résultats et discussion

1. Inventaire	32
2. Part des familles présente dans la forêt de Mizrana	33
3. Richesse spécifique des gastéropodes terrestres présents dans la forêt de Mizrana.	33
4. Variation saisonnière des espèces dans chaque station	34
4.1. Station 01	34
4.2. Station 02	35
4.3. Station 03	36
5. Variations mensuelles de nombres d'individus des escargots recensés	37
6. Variation stationnaire de la densité, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.....	38
7. Variation de l'indice de Shannon-Weaver (H').....	40
7.1. Variation mensuelle de l'indice de Shannon -Weaver	40
7.2. Variation saisonnière de l'indice de Shannon-Weaver	41
8. Variation de l'indice d'Equitabilité.....	41
8.1. Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité	42
8.2. Variation saisonnière de l'indice d'équitabilité.....	42
9. Discussion	43
Conclusion	46
Références bibliographiques	47

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie externe d'un gastéropode (Anonyme,2005).....	4
Figure 2 : les différentes couches de la coquille des escargots (Amroun,2006).....	6
Figure3 : Anatomie interne d'un escargot (Amroun, 2006).....	7
Figure 4 : Appareil digestif de l'Escargot (Boué et Chaton 1958).....	9
Figure 5 :Appareil génital de l'Escargot de Bourgogne (Boué et Chaton, 1958).....	12
Figure 6 : Accouplement de limaces (Originale, 2019)	18
Figure7 : Sortie de l'œuf de l'orifice génitale d' <i>Eobaniavermiculata</i> (Anonyme, 2012)...18	
Figure 8 : la ponte de <i>Ganuullareseotincta</i> (original 2019).....	19
Figure 9 : Stades de développement d'un escargot (Anonyme, 2016.....	19
Figure 10 : situation géographique de la région d'étude (GoogleMaps, 2018).....	22
Figure 11 :Emplacement de la Forêt de Mizrana dans le Climagramme d'Emberger.....	26
Figure 12 : Tamisage de la litière (Original, 2019).....	27
Figure 13 : Pièges utilisé pour la capture des escargots. (Originales, 2019).....	28
Figure 14 :Part des familles présentes dans la forêt de Mizrana	33
Figure 15 : Richesse spécifique des gastéropodes présente dans la région d'étude.....	34
Figure 16 : Variation saisonnière des espèces dans la station 1.....	35
Figure 17 : Variation saisonnière des espèces dans la station 2.....	36
Figure 18 : Variation saisonnière des espèces dans la station 3.....	37
Figure 19 :Variations mensuelles de nombres d'individus des escargots recensés au niveau de trois stations d'étude (Forêt Mizrana).....	38
Figure 20 : Variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver.....	40
Figure 21 : Variation saisonnière d'indice de Shannon-Weaver pour les trois stations.....	41
Figure 22 : Variation mensuelle d'indice d'équitabilité pour les trois stations.....	42

Liste des figures

Figure 23 : variation saisonnière de l'indice d'équitabilité dans les trois stations.....	43
--	----

Liste des tableaux

Tableau 1 : Données géographiques des stations d'échantillonnage.....22

Tableau 2: Températures moyennes mensuelle dans les trois stations d'étude de juillet 2018 au juin 2019 (Météo bleu).....23

Tableau 3: Précipitations moyennes mensuelles de la Wilaya de Tizi-Ouzou de juillet 2018 au juin 2019.....24

Tableau 4: Humidité relative moyenne mensuelle de la Wilaya de Tizi-Ouzou de Juillet 2018 à juin 2019.....24

Tableau 4: Espèce des gastéropodes terrestre récence au niveau de la forêt de Mizrana dans les trois stations d'octobre 2018 au juin 2019.....32

Tableau5: Densité, abondance relative et fréquence d'occurrence des escargots recensés dans les 3 stations d'études.....39

Introduction

L'embranchement des mollusques compte plus de 130 000 espèces et occupe une place importante dans le règne animal, par leur nombre et par leur rôle écologique. Le groupe le plus connu des mollusques est celui des gastéropodes ; ils regroupent les 3/4 des espèces de Mollusques avec 75000 espèces vivantes et environ 15000 espèces fossiles (Belanger, 2009). Selon le même auteur les mollusques comptent sept classes : les Monoplacophores, les Aplacophores, les Polyplacophores, les Scaphopodes, les Lamellibranches (Bivalves), les Gastéropodes et les Céphalopodes. Les gastéropodes sont repartis en trois ordres : les Prosobranches, les Opisthobranches et les Pulmonés.

Les Gastéropodes comptent environ 80% des espèces de mollusques, ils représentent la majeure partie des 7 classes existantes (Belanger, 2009). Au cours de leur organogenèse, ces mollusques subissent des modifications anatomiques très profondes qui bouleversent les rapports anatomiques de leurs organes ; il s'agit pour l'essentiel de mouvements de flexion et de torsion, auxquels s'ajoute un enroulement (MAISSIAT et al., 2011). Originellement tous les gastéropodes possèdent une coquille et des branchies et sont aquatiques. Au cours de leur évolution, des espèces ont perdu tout en partie de ces caractères. Les espèces qui ont perdu leur coquille sont nommées « limaces » (KERNEY et CAMERON, 2006).

Les études qui se sont intéressées à l'écologie de la malacofaune en Algérie ne sont pas nombreuses. Parmi elles nous citons celle de la zone sud de la région de Tlemcen réalisée par Damerdjil 2008, et une autre sur l'influence de la température et la photopériode sur la reproduction et la croissance de « *Helix aperta* » dans la région de Bejaia (Tafoghalt, 2010). Des études récentes sur la malacologie sont menées dans la région de Tizi-Ouzou en 2017 par Mme Bouaziz Yahiatene et Mme Madjdoub Bensaad F. sur l'inventaire des escargots terrestres en Kabylie (Algérie), l'inventaire des gastéropodes terrestres de trois stations de la région de Kabylie (Algérie).

Pour enrichir les études malacologiques, il nous a paru intéressant de réaliser une étude quantitative et qualitative des diverses espèces d'escargots terrestres au niveau d'autres stations de la région de Kabylie.

L'objectif de cette étude est de dresser une liste quantitative et qualitative des escargots

terrestres. Pour cela nous avons choisi la forêt de Mizrana, commune de Makouda dans la Wilaya de Tizi-Ouzou pour faire un échantillonnage sur terrain.

Ce document structuré en 3 parties ; la première est constituée d'une synthèse Bibliographique sur la biologie et l'écologie des gastéropodes ; la deuxième partie sera Consacrée aux matériels et méthodes et la troisième partie traitera les résultats et la Discussion. Enfin, une conclusion résumera toutes les informations pour notre étude Expérimentale.

Chapitre 1 :
Description et structure des
gastéropodes terrestres

1. Définition

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

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

1.1 Position systématique

Selon **Kerney et Cameron(2006)**, les escargots sont classés comme suit :

Règne..... Animal
Sous règne..... Métazoaire
Embranchement..... Mollusque
Classe..... Gastéropode

Sous-classe Pulmonés

2. Évolution des gastéropodes

Si la vie a réussi à se propager dans un si grand nombre d'habitats sur la terre, c'est grâce à une diversification en plusieurs espèces, adaptées à différents ensembles de conditions, plutôt qu'à l'acquisition d'une adaptation physiologique très étendue (Pepin et *al.*, 2003).

Depuis leur apparition au début des temps cambriens, les gastéropodes terrestres se sont propagés dans tous les océans, puis se sont adaptés à vivre dans les étangs et les rivières ; enfin ils ont conquis la terre ferme, tous les habitats où règne une certaine humidité (Meglistsch, 1974).

La classe des gastéropodes est par le nombre d'espèces, la plus importante des diverses classes des mollusques. Les prosobranches largement distribués, extrêmement variés, forment la sous-classe la plus nombreuse. Les pulmonés témoignent de grandes facultés d'adaptation physiologique, mais leur organisation présente une uniformité relative. Les opisthobranches,

au contraire montre une étonnante diversité d'organisation et une spécialisation souvent très accentuée (André, 1968).

Chez les ancêtres des gastéropodes, les structures droite et gauche du corps étaient identiques c'est-à-dire qu'ils avaient une symétrie. Mais au cours de l'évolution, des espèces asymétriques sont apparues. À l'origine, les branchies et l'anus se trouvaient à l'extrémité postérieure de l'animal. Puis, un phénomène de flexion a amené branchies et anus au-dessus de la tête, vraisemblablement pour la protéger, ainsi le tube digestif a acquis une forme de U (Anonyme, 2009).

À l'origine, tous les gastéropodes étaient aquatiques et possédaient une coquille ainsi que des branchies. Au cours de l'évolution, une partie des gastéropodes ont perdu certaines de ces caractéristiques. A ce titre, limaces et escargots au sens large font partie des gastéropodes terrestres, ils sont pulmonés et mènent une vie exclusivement terrestre (Karas, 2009).

3. Morphologie externe des Gastéropodes

La morphologie externe des gastéropodes est toujours caractérisée par la présence de la tête, le pied et de la masse viscérale (figure 01)

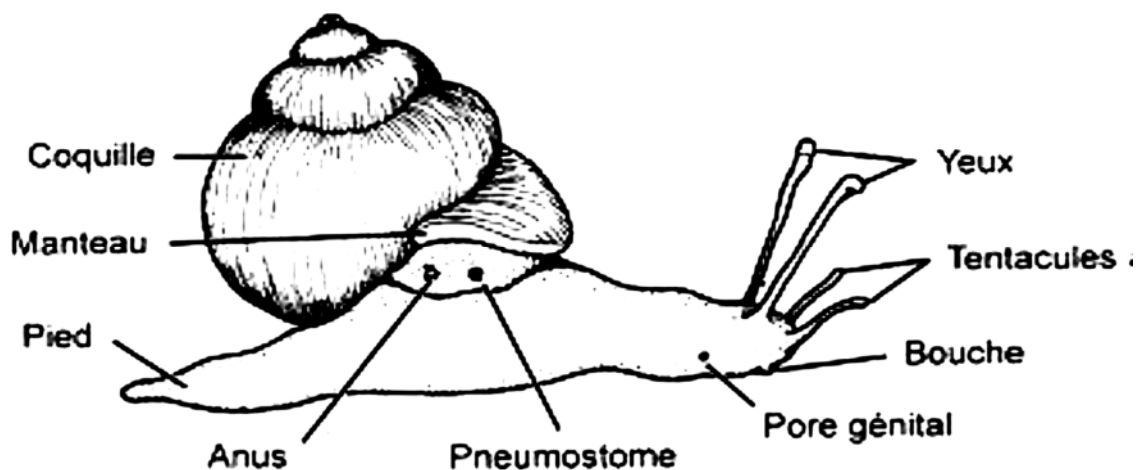


Figure 1 : Morphologie externe d'un gastéropode (Anonyme, 2005)

3.1. Tête

La tête porte une paire de tentacules contractiles à la base desquels se trouvent les yeux chez les mollusques aquatiques. La bouche comprend généralement une mâchoire chitineuse sur la face dorsale et une radula (sorte de langue râpeuse) sur la face ventrale

3.1.1. Radula

La radula fonctionne comme une râpe déchiquetant très finement les végétaux. Cette mastication est facilitée par une salive abondante, la "bave" de l'Escargot ; celle-ci est fournie

par deux glandes salivaires (Boué et Chaton, 1958). L'appareil radulaire se modifie considérablement avec le régime alimentaire (Anonyme 3, 2011).

3.1.2. Organes sensorielles

Les yeux peuvent être décrits comme des organes bien conformés, où siègent les sens de l'équilibration et de la vision. On ne peut en dire autant des récepteurs tactiles, olfactifs, et gustatifs, qui sont représentés par des cellules sensoriels dispersées sur toutes les parties du corps qui peuvent sortir de la coquille.

3.2.Pied

Le pied doté d'un muscle rétracteur et aplati en forme de sole servant d'organe locomoteur. Il est riche en cellules glandulaires muqueuses qui sécrètent une substance intervenant dans la lubrification du substrat, de même qu'elles sécrètent, le diaphragme qui obture la coquille du gastéropode soumis à des conditions défavorables. Le pied est relié à la columelle par le puissant muscle columellaire. La contraction de ce dernier provoque une forte traction sur le pied, d'où l'entrée de l'animal dans la coquille

3.3.Masse viscérale

Elle constitue une masse prolongée en tortillon chez les formes enroulées et contient essentiellement la partie moyenne du tube digestif, la majeure partie de l'appareil génital, et la partie supérieure du muscle Collumellaire, insérée à la columelle. Elle est revêtue d'un épithélium mince apte à sécréter au moins en certaines zones des productions calcaires (André, 1968). La masse viscérale est enveloppée par une tunique ou manteau, qui secrète la coquille (Amroun, 2006).

3.4.Manteau

Le manteau revêt la masse viscérale ; il assure la production de la coquille et participe à la formation de la cavité respiratoire. Il subit dans tout le groupe des pulmonés de très notables modifications, liées à l'existence ou à l'absence d'une coquille interne ou externe. Dans les formes à coquille externe, sa disposition est telle qu'il déborde la base de la masse viscérale, surtout vers l'avant et produit vers l'avant et sur les côtés au-dessus de la cavité respiratoire, le bourrelet palléal par lequel la coquille s'agrandit et qui n'est typiquement interrompu que par le pneumostome (André, 1968).

3.5.La Coquille

Les gastéropodes terrestres sont protégée par une coquille univalve, elle est formée d'une seule pièce et résulte de l'enroulement en hélice d'un cône très allongé. L'ouverture de la coquille est bordée par le péristome et le sommet dénommé l'apex. L'enroulement est dextre, c'est-à-dire qu'il se fait de l'apex vers le péristome dans le sens des aiguilles d'une montre, pour un observateur situé du côté de l'apex. La plupart des gastéropodes ont un enroulement Dextre ; quelques espèces sont sénestres (si l'on y regarde de plus près, une très petite proportion des coquilles d'escargots sont enroulés dans l'autre sens, on les appelle alors les senestres) (Boué et chaton, 1971).

Amroun (2006), rappelle que la coquille est sécrétée par la face dorsale et le bord libre du manteau et elle est composée de trois couches :

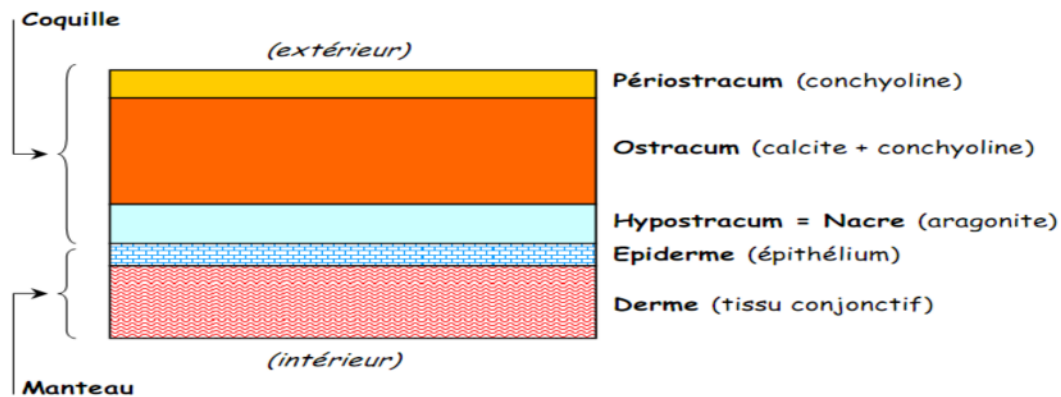


Figure 2: les différentes couches de la coquille des escargots (Amroun, 2006).

- **Le périostracum** (cuticule) : c'est la couche la plus externe à consistance cornée, constituée d'une substance azoté appelée conchyoline. La cuticule est sécrétée par un sillon glandulaire du bord libre du manteau. Elle assure la protection des autres couches. Le priostracum est coloré, la couleur est variable selon les espèces.
- **L'ostracum** (couche de prismes) : formé de prismes hexagonaux de calcite disposée perpendiculairement à la surface du périostracum. L'ostracum est sécrétée par le bord libre du 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'argonite ou de calcite. Cette couche est sécrétée par la surface dorsale du manteau et permet l'accroissement en épaisseur. Au fur et à mesure que l'animal vieillit, la couche s'épaissi. (Meglisich, 1974).

4. Anatomie interne

L'anatomie interne de l'escargot est dans la figure suivante :

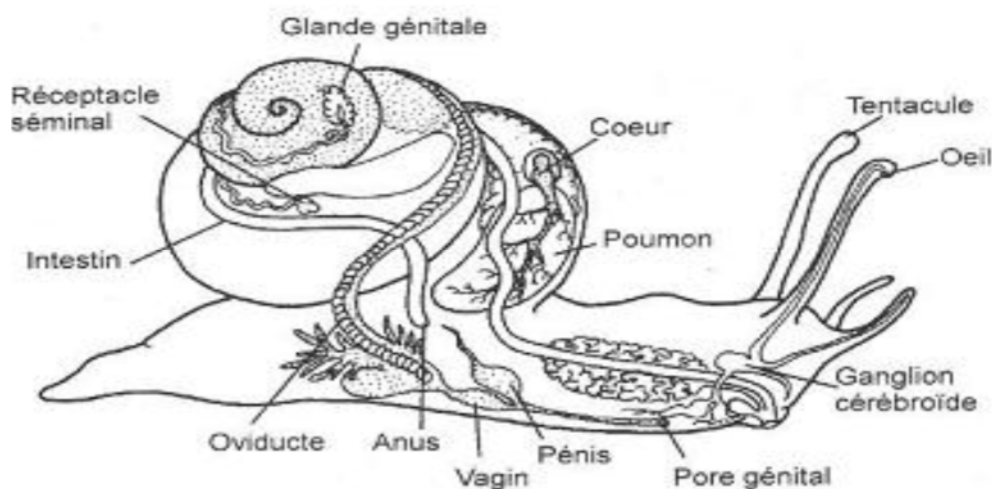


Figure 3: Anatomie interne d'un escargot (Amroun, 2006).

4.1. Tégument et glandes tégumentaires

L'intégralité du corps des pulmonés est recouverte d'une seule assise épithéliale, mais dont la hauteur varie beaucoup, à laquelle se relie la musculature et le conjonctif. Les cellules épithéliales portent une cuticule d'épaisseur différente suivant les régions du corps ; mais cette cuticule disparaît ou presque, chez de nombreux pulmonés terrestres au niveau des rides ou de saillies tégumentaires (Heusser et Dupuy, 2011).

Les glandes tégumentaires sont des glandes sous cutanées épithéliales de tégument, non recouvert par la coquille qui est perforée par des orifices. Ces glandes muqueuses dans lesquelles se trouvent les glandes palléales, nombreuses surtout sur les bourrelets palléaux qui secrètent une muqueuse légèrement blanchâtre, et les glandes de la sole qui élaborent une sécrétion qui facilite la progression des animaux sur la terre et les végétaux. Les glandes à albumine se trouvent, abondantes sur le bourrelet palléal, leur sécrétion est jaunâtre; en dernier, les glandes à calcaires, qui existent sur le bourrelet palléal et les parties dorsales du corps, mais manquent sur la sole, le calcaire se verrait sous forme de fines granulations de carbonate et de phosphate de chaux (André, 1968).

4.2. Appareil digestif

La radiation adaptative des gastéropodes leur a imposé des régimes extrêmement variés, et le tube digestif s'étant modifié en fonction de la nature des aliments et de la façon dont ils sont obtenus, il est lui-même très diversifié (Meglisch., 1974).

L'appareil digestif est formé successivement d'un bulbe buccal renfermant une radula, sorte de râpe et une mâchoire et d'un œsophage se renflant en arrière pour former un jabot volumineux. Un estomac et un intestin enrobés dans l'hépatopancréas puis un rectum aboutissant à l'anūs, sur la droite de l'animal (Heusser et Dupuy, 1998)

L'appareil digestif est de longueur très variable (figure 4). Il décrit une anse simple, ou des séries d'anses qui aboutissent à l'anūs, cet orifice se localise vers la tête, en général sur le côté droit du corps, mais il peut s'ouvrir à l'extrémité postérieure du corps. Entre la bouche et l'anūs se succèdent une cavité buccale, ou tube buccal à l'arrière de laquelle fait saillie une mâchoire paire ou impaire, une cavité pharyngienne au plancher de laquelle fait saillie l'odontophore portant la radula, cavité d'où part l'oesophage qui s'allonge comme un tube droit ou peu courber vers l'arrière et aboutit à la portion du tube digestif couramment désignée comme "estomac", et qui reçoit, les conduits de la glande digestif.

Selon le même auteur Au cours de leur cheminement le long du tube digestif, les aliments viennent au contact de sécrétions enzymatiques produites par les glandes salivaires, qui sont présentes chez tous les pulmonés soit sous forme d'une paire de glandes tubuleuse en sac, ou lobées, qui s'ouvrent dans le pharynx, en général à l'origine de l'oesophage par une paire de conduit ; ainsi que par la glande digestive qui est une glande volumineuse, qui consiste typiquement en deux lobes l'un antérieur l'autre postérieur, en relation avec l'estomac chacun par un conduit. Sa fonction est d'assurer par certains de ses enzymes une digestion de nature extracellulaires dans l'estomac, elle est aussi le siège d'une digestion intracellulaire au moins, chez une partie des pulmonés. (André, 1968)

L'estomac est une dilatation plus ou moins accentuée simple ou assez complexe du tube digestif en arrière de l'œsophage, où débouchent les conduits de la glande digestive et où, les aliments sont dégradés afin d'être absorber par voie intracellulaire, ou extracellulaire (André, 1968).

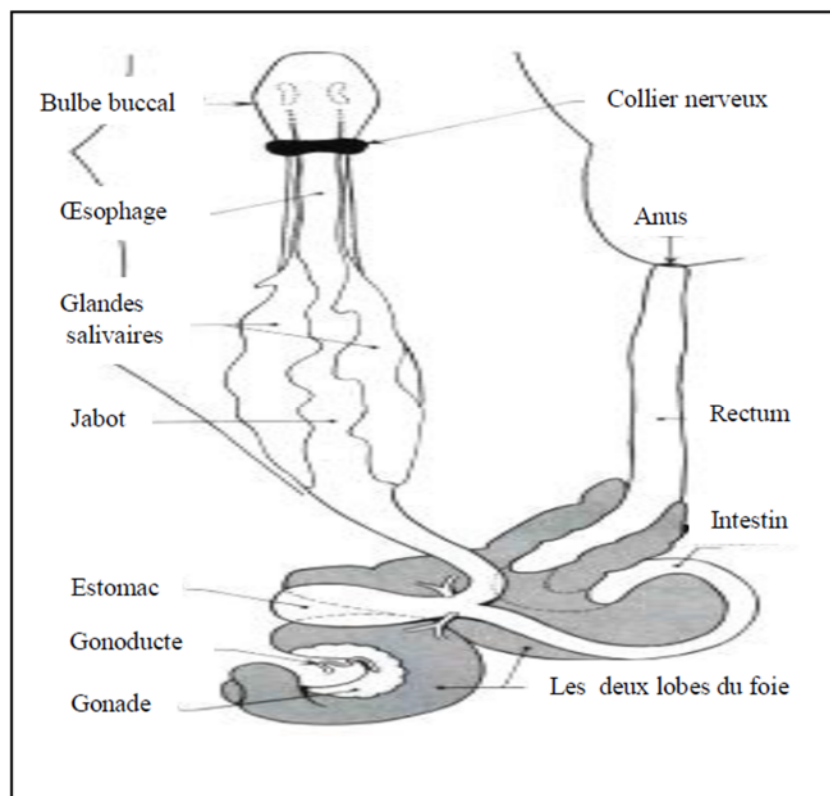


Figure 4: Appareil digestif de l'Escargot (Boué et Chaton 1958).

4.3.Appareil respiratoire

La grande majorité des pulmonés, adaptés à la vie sur terre, respirent par un poumon (Grassé et Doumenc, 1995). Ce dernier richement vascularisé s'ouvre sur l'extérieur par un pneumostome (Heusser et Dupuy, 1998).

Le poumon est un organe dont le plafond est constitué d'un repli de l'épiderme, et le plancher par l'enveloppe de la masse viscérale. La cavité pulmonaire ainsi délimitée communique avec le milieu extérieur, par un orifice antérieur le pneumostome (Heusser et Dupuy, 2011) par où passe l'air (Meglisich, 1974).

La ventilation, renouvellement de l'air dans la cavité pulmonaire, implique l'abaissement du plancher du poumon du fait de la contraction de la musculature pariétale, alors le pneumostome est ouvert, ce qui provoque une dépression et une entrée d'air (Heusser et Dupuy, 2011).

Le cycle respiratoire normal se compose de l'ouverture du pneumostome, de l'abaissement du plancher de la cavité palléale afin d'attirer l'air et de la fermeture de pneumostome (Meglisich, 1974). Le relâchement de la musculature pariétale, alors que le pneumostome fermé est responsable d'un soulèvement du plancher du poumon et d'une augmentation de la pression

de la cavité pulmonaire. A l'ouverture du pneumostome, l'air est expulsé, du fait de cette surpression (Heusser et Dupuy, 2011).

Selon Meglisch, (1974), l'hémocyanine, qui est le plus important pigment respiratoire des invertébrés se retrouve en solution dans le plasma sanguin des gastéropodes. C'est un pigment contenant du cuivre incolore lorsque le sang est désoxygéné et bleu lorsque le sang est oxygéné.

4.4.Appareil circulatoire

L'appareil circulatoire est un système ouvert et comporte un cœur formé d'une oreillette et d'un ventricule, logé dans un péricarde. Il assure la propulsion de l'hémolymphe dans l'artère, aorte et les vaisseaux qui en sont issus. Le liquide circulant irrigue les divers organes puis est déversé dans un système de sinus et retourne au cœur par des veines après avoir subi une hématose au niveau du poumon (Heusser et Dupuy, 1998).

Le système circulatoire primitif est composé d'une paire de cténidies, situées dans la cavité palléale postérieure qui communique avec une paire d'oreillettes, et une aorte dirigées vers l'avant sort du ventricule. Après la torsion chez les pulmonés, les cténidies s'atrophiant et finalement disparaissant (Meglitsch, 1974), et le cœur est situé juste en arrière de la cavité palléale. La position antérieure du complexe palléal, résulte de la torsion affectant le développement des gastéropodes, de même la dissymétrie résultant de l'enroulement en hélice de la masse viscérale a fait disparaître une oreillette, celle qui subsiste est devenu antérieure par rapport au ventricule (Boué et Chaton, 1958).

4.5. Système nerveux

Les escargots et limaces ont un système nerveux bien développé, comprenant un cerveau composé de ganglions fusionnés, situé au-dessus de la masse buccale (Kerney et Cameron, 2006).

Pour bien comprendre la structure du système nerveux des gastéropodes, il est préférable de l'examiner avant la torsion. Trois paires de ganglions avoisinent l'oesophage : les ganglions cérébraux, au-dessus et les ganglions pédieux au-dessous, sur la ligne médiane antérieure du pied, et les ganglions pleuraux, en situation plus latérale. Ces ganglions forment de chaque côté un triangle nerveux où courent les connectifs cérébro-pédieux, cérébro-pleuraux et pleuro-pédieux. Deux petits ganglions buccaux sont reliés aux ganglions cérébraux, par les connectifs buccaux. Une paire de nerfs pédieux prend naissance dans les ganglions pédieux et

se prolonge postérieurement jusqu'au pied, une paire de nerfs viscéro-palléaux part des ganglions pleuraux et remonte dans la bosse viscérale. Typiquement chacun des nerfs viscéro-palléaux porte un ganglion pariétal et se termine dans un ganglion viscéral. Des commissures transversales relient entre eux les deux ganglions pédieux viscéraux (Meglitsch, 1974).

Selon Grassé et Doumenc (1995), les pulmonés ainsi que la grande majorité des opisthobranches s'opposent aux prosobranches par l'euthyneurie, ou disposition non croisée de la commissure viscérale du système nerveux, caractéristique des gastéropodes prosobranches dite streptoneure. Les pulmonés recouvrent la symétrie bilatérale, grâce au raccourcissement de l'anse viscérale, ou même à la fusion des centres ganglionnaires. Ainsi se constitue un cerveau complexe d'où des nerfs périphériques partent vers les diverses régions du corps (Meglitsch, 1974).

4.6. Organes des sens

La perception des stimulations s'effectue chez les gastéropodes terrestres par des organes sensoriels individualisés tels que les statocystes, et les yeux (André, 1968), des cellules tactiles parsèment toute la surface du corps. Elles sont plus concentrées dans les régions de haute sensibilité, telles que la tête, la bordure du pied et parfois celle du manteau (Meglitsch, 1974).

Selon Boué et Chaton (1958), deux tentacules antérieurs tactiles et gustatifs, deux tentacules postérieurs présentent du côté interne un organe olfactif et à l'extérieur un œil. Ces organes sont plus sensibles aux rayons infrarouges qu'aux radiations visibles. Les statocystes sont logés chacun dans une cavité close près des ganglions pédieux, mais innervés par les ganglions cérébraux.

Tous les pulmonés ont des yeux céphaliques placés à l'extrémité des tentacules (stylommatophores), ou à leur base (basommatophores). Les statocystes et les yeux peuvent être décrits comme des organes bien conformés, ou siègent les sens de l'équilibration et de la vision, mais on ne peut en dire autant des récepteurs tactiles, olfactifs, et gustatifs, qui sont représentés par des cellules sensorielles dispersées sur toutes les parties du corps, qui peuvent sortir de la coquille, ou qui forment des groupements locaux mal définis (Grassé et Doumenc, 1995).

4.7.Appareil génital

L'appareil génital est complexe : 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. Vagin et 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 5).

Selon Grassé et Doumenc (1995), l'hermaphrodisme constant chez les pulmonés a pour corollaires l'absence de caractères sexuels secondaires. Il n'y a que la glande de l'albumine, la glande hermaphrodite et le conduit hermaphrodite qui sont des éléments constants dans l'appareil génital des gastéropodes pulmonés, alors que tout le reste des voies génitales (telle l'oviducte, le spermiducte) sont soit présents soit absents selon les espèces. Pour la glande hermaphrodite ou ovotestis elle présente une grande variation de dimension et d'aspect, selon les espèces et les saisons. Elle est sous une forme multilobée compacte, ramifiée ou arborescente, et elle est le centre de la production des spermatozoïdes et des ovules. La glande à l'albumine est destinée à fournir aux oeufs leur revêtement albumineux.

Selon Meglisch (1974), le conduit hermaphrodite est divisé longitudinalement en spermiducte et oviducte, puis il s'ouvre sur un pore génital voisin de l'entrée de la cavité palléale, sur le côté droit du corps, mais le pénis est assez éloigné du pore génital.

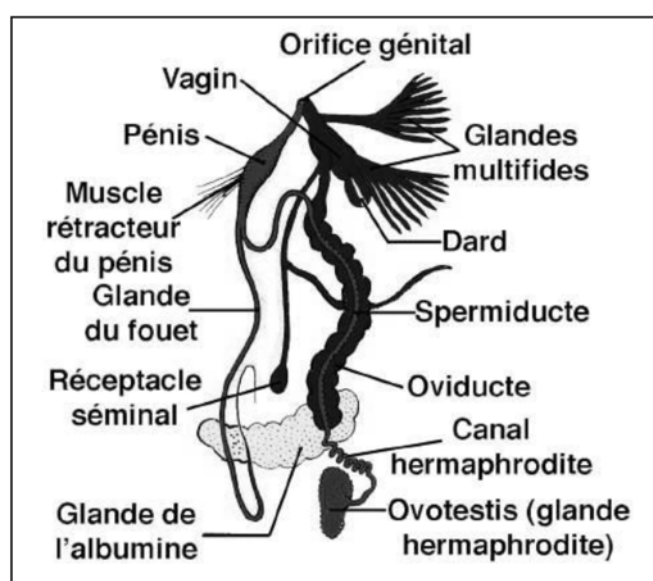


Figure 5: Appareil génital de l'Escargot de Bourgogne (Boué et Chaton, 1958)

4.8. Appareil excréteur

Le rein ou organe de Bojanus, situé à proximité du cœur dont il est cependant indépendant, assure l'excrétion. Il est drainé par un canal rénal courant parallèlement au rectum et débouchant à l'extérieur à droite de l'anus (Heusser et Dupuy, 1998).

L'excrétion qui est effectuée par le rein situé près du cœur, les mollusques terrestres très dépendants de la dessiccation, extraient efficacement de l'eau des excréments et l'urine est rejetée sous forme d'acide urique solide (Kerney et Cameron, 2006).

Les deux travaux complémentaires l'un de l'autre de Bouillon (1960) et de Vorwohl (1961) *in* Grassé et Doumenc, 1995), réalisés respectivement sur *Hélix pomatia* et *Archatina ventricosa* permettent d'envisager avec précision le fonctionnement de l'appareil rénal, celui-ci assure l'excrétion, mais aussi la régulation de la teneur en eau et en sels minéraux de l'organisme.

A l'inverse des autres mollusques, l'appareil excréteur des gastéropodes est asymétriques (André, 1968). L'appareil excréteur des pulmonés est composé essentiellement d'un péricarde, le rein, l'urètre primaire, et enfin l'urètre secondaire et le conduit réno-péricarde.

Le rein de tous les pulmonés adultes est morphologiquement droit, c'est-à-dire qu'il se développe au côté droit de l'embryon au stade prétortionnel, alors que le gauche disparaît. Le sac rénal typique a la forme d'un triangle à sommet dirigé vers la cavité pulmonaire presque accolé au péricarde par son côté péricardial, il suit la limite postérieure de la cavité pulmonaire par son côté pulmonaire, et longe l'intestin par son côté intestinal (base de triangle rénale) (Grassé et Doumenc, 1995).

Selon Heusser et Dupuy (2011), le rein est situé en position dorsale et postérieure, à la surface de la masse viscérale. Sa paroi forme des replis nombreux et étendus. Le rein lui-même, ou le sac rénal est une poche dont la surface est considérablement augmentée par le développement de lamelles ou de crêtes revêtues d'épithélium excréteur. Le sac rénal d'*Hélix pomatia* et sans doute aussi celui des autres pulmonés terrestres, est un rein d'élaboration ou d'excrétion. Selon Grassé et Doumenc (1995), le rein communique avec la cavité péricardique par le conduit réno-péricardique, qui a le rôle de filtration et l'élaboration d'un liquide apte à entraîner au dehors les excréments. L'urètre secondaire c'est la portion qui suit le sac rénal, et Bouillon la nomme poche nephridienne, il a démontré qu'elle correspond à un rein de résorption et de sécrétion.

L'urètre secondaire tubuleux présente le véritable conduit urinaire. Il assure l'évacuation de l'urine. Les gastéropodes terrestres excrètent de l'acide urique (André, 1968).

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, sécrètent une cloison au-dessus de l'ouverture de leur coquille, ce qui réduit la perte d'eau pendant les périodes d'inactivité (Meglisch, 1974).

5. Rythme de vie des escargots et limaces

L'escargot est un animal très sensible au milieu et aux conditions atmosphériques. Les températures élevées de l'été ou le froid hivernal influencent défavorablement la croissance et l'évolution des hélix. Ce gastropode se caractérise par deux cycles d'activités : activités journalières et activités saisonnières.

5.1. Activité journalière

L'activité journalière d'un escargot est en étroite relation avec la photopériode. En effet, pendant la journée, où les conditions hygrométriques et thermiques sont défavorables, les activités de l'escargot sont pratiquement nulles (locomotrices, sexuelles et nutritionnelles). Par contre, l'escargot reprend ses activités la nuit, il en profite de la fraîcheur de la nuit pour sortir de sa coquille et chercher de la nourriture. Cette phase dure généralement 6 heures tandis que la phase de l'inactivité s'étend jusqu'à 18 heures

Le mode de vie des limaces et des escargots est soumis à la nécessité d'échapper à la dessiccation. Ils sont plus actifs la nuit, ou lorsqu'il pleut ou par temps humide. Etre nocturne permet également d'échapper à un plus grand nombre de prédateurs ; les mollusques découverts en plein jour n'ont aucune faculté de s'échapper (Kerney et Cameron, 2006).

5.2. Activité saisonnières

La succession des saisons est un facteur déterminant des activités de l'escargot, car ce dernier synchronise son rythme biologique au rythme de la saison et plus précisément la longueur du jour.

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

5.2.1. Estivation

L'estivation est une adaptation physiologique qui permet de supporter la saison sèche (Pepin et *al.*, 1973). En été, la saison des hautes températures et de la sécheresse, les activités de l'escargot diminuent considérablement. Avec une respiration et un rythme cardiaque +/- normaux, l'hélix se prosterne à l'intérieur de sa coquille, fermée par des matières muqueuses et calcaires, produites par le gastéropode lui-même. Les réserves d'eau et énergétiques connaissent dans cette période une nette diminution.

5.2.2. Hibernation

L'hibernation a déjà été considérée comme une réponse à une chute de température (Pepin et *al.*, 2003). Tout au long de l'hiver, l'hélix entre en léthargie : tous les métabolismes et toutes les activités sont au ralenti. L'ouverture de la coquille sera bloquée par une couche de mucus solidifié qui est connue sous le nom de l'épiphragme. Pour la nourriture, l'escargot se contentera par l'exploitation de ses réserves de glycogène. Au cours de cette période, un escargot peut perdre jusqu'à 1/3 de son poids. Les réserves et le poids perdus seront compensés pendant le printemps.

6. Influence des paramètres environnementaux sur les gastéropodes

Certains facteurs environnementaux exercent une influence sur les escargots, les principaux paramètres sont la température, l'humidité, la lumière et le vent.

6.1. Température

Les escargots et les limaces sont des poïkilothermes, ils ne contrôlent pas leur température corporelle. En pratique, ceci signifie que leurs fonctions physiologiques sont très influencées par la température du milieu extérieur et même altérées, si les conditions de vie leur deviennent défavorables (Stievenart et Hardouin, 1990).

Les escargots ressentent toujours directement les températures du milieu et meurent lorsque leur activité est réduite, si les températures descendent au-dessous de zéro, ou atteignent des valeurs trop élevées (Damerdji et Benyoucef, 2006)

D'après Grassé et Doumenc (1995), l'abaissement de la température engendre d'abord une contraction générale et le ralentissement de certaines activités. Cependant, selon Kerney et Cameron (2006), par temps froid, beaucoup d'escargots trouvent refuge sous des bûches, des pierres, dans la litière, sous la surface de sol, sous les feuillages, etc. Les quelques espèces qui restent à découvert sur les roches ou les troncs d'arbres possèdent en général un bon camouflage.

6.2.Humidité

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

6.3.La lumière

La lumière joue un rôle primordial sur ses fonctions reproductrices et sa croissance (Anonyme, 2004). L'influence de la lumière est souvent complémentaire de celle de la température (Damerdji et Benyoucef, 2006)

6.4.Le vent

Les vents sont importants pour les organismes, comme agents de transport et de dispersion, comme force destructive et d'érosion, et comme facteurs qui influencent profondément le climat local et les conditions météorologiques.

Le vent accélère la déshydratation des escargots (Cobbinah et *al.*, 2008). Un vent violent active l'évaporation, refroidit la peau du gastéropode et le déshydrate. C'est ainsi qu'un vent très fort peut provoquer en augmentant le pouvoir desséchant de l'air, de petites estivations temporaires. Un vent léger, aide et apporte les senteurs des plantes à l'escargot. D'ailleurs ce dernier, toujours humide ne tolère qu'un vent très léger. Il se met dans un refuge le plus abrité possible du vent et oriente son ouverture de préférence au sud, ou à l'ouest. De plus, le vent a été signalé comme favorisant la dispersion des petites espèces. D'une manière générale, les densités sont plus élevées dans les milieux ouverts (Damerdji et Benyoucef, 2006).

7. Régime alimentaires

La plupart des gastéropodes n'ayant pas un régime alimentaires très spécialisé, ils sont soit végétariens, carnivores ou omnivores. C'est d'avantage le climat et la structure de l'habitat qui jouent un rôle déterminant (Kerney et Cameron, 2006).

Les escargots, comme les limaces, s'alimentent grâce à une langue dentée nommée radula (1500 à 2500 dents). La langue de l'escargot est couverte d'aspérités très dures, disposées en rangées régulières, comme la râpe du menuisier (Cappuccio, 2011).

8. Reproduction

Les êtres vivants n'ont pas tous les sexes séparés. De nombreux invertébrés et presque toutes les plantes à fleurs sont hermaphrodites, c'est-à-dire à la fois mâle et femelle. C'est un avantage pour l'individu d'avoir une plus grande efficacité reproductive (Gamlin et Vines, 1996). Les 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'hermaphrodisme est simultané (ou synchrone), qui peut être considéré comme une adaptation de la reproduction sexuée à certains modes, ou milieux 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.

9. Accouplement

Lors de l'accouplement chaque individu transfère son sperme à l'autre (figure 6), aucun cas de reproduction asexuée n'est connu, mais quelques espèces sont capables d'autofécondation (Kerney et Cameron, 2006). Cependant, selon (Gamlin et Vines, 1996) cette stratégie est pénalisée par les risques de consanguinité. Lors de l'accouplement les deux escargots hermaphrodites effectuent une parade complexe qui prépare chaque escargot à introduire son pénis dans son partenaire. Au cours de la parade ils se dressent et pressent l'un contre l'autre leur pied musculeux, entremêlent leurs tentacules et secrètent beaucoup de mucus. D'après Boué et Chanton (1971), l'accouplement a lieu lorsque seuls les follicules testiculaires sont mûrs. Les spermatozoïdes sont agglutinés en spermatophores, par la glande du fouet.



Figure 6 : Accouplement de limaces (Originale, 2019).

L'accouplement est réciproque et chaque animal excite l'autre en lui piquant la peau avec son dard, qui sort par l'orifice génital, grâce au mucus des glandes multifides. Puis le pénis est divaginé en doigts de gant et introduit dans le vagin de l'autre escargot ; il y dépose les spermatophores qui sont emmagasinés dans le réceptacle séminal, jusqu'à la maturation des ovules (Boué et Chanton, 1971). La fécondation des œufs se produit dans la région de la glande à albumine. Les spermatozoïdes peuvent demeurer vivants et fonctionnels pendant plusieurs années, cas observé chez *Capéa némorales* (Grassé et Doumenc, 1995). Les œufs, après fécondation interne, reçoivent leur revêtement d'albumine et se trouvent entourés de membranes (Meglitsch, 1974).

10. Ponte

La ponte intervient habituellement, une quinzaine de jours après l'accouplement (Kerney et Cameron, 2006).



Figure7 : Sortie de l'œuf de l'orifice génitale d'*Eobania vermiculata* (Anonyme, 2012).

La durée de la ponte est comprise entre 12 et 48 heures (Cobbinah et al., 2008), le nombre d'œufs par ponte varie beaucoup, souvent entre 20 et 50 pour les grandes espèces, mais parfois jusqu'à 100 ou plus (Kerney et Cameron, 2006). Elle aboutit à la mise de 80 à 140 œufs pour le petit-gris, parfois plus pour le gros-gris et de 30 à 60 œufs pour le bourgogne. Dans la nature l'*Helix aspersa* peut pondre de 50 à 200 œufs (Cobbinah et al., 2008). La majeure partie des stylommatophores pondent sur la terre, ou dans des nids qu'ils creusent, ou encore dans des mousses (Grassé et Doumenc., 1995). Les limaces et les escargots pondent des œufs habituellement groupés dans un trou creusé dans le sol, dans une fissure du bois, sous des souches ou sous les pierres (Kerney et Cameron, 2006). Les œufs, très riches en vitellus sont des perles sphériques de un millimètre de diamètre, ils sont entourés d'une coquille résistante (Boué et Chanton, 1971).



Figure 8 : la ponte de *Ganuulla reseotincta* (original 2019).

11. Incubation et inclusion

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 (Cobbinah et al., 2008).

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 direct, Sans métamorphose ni mue (figure) (Kerney et Cameron, 2006).



Figure 9 : Stades de développement d'un escargot (Anonyme, 2016)

12. Habitat

Les préférences ou exigences écologiques des gastéropodes terrestres sont très différentes d'une espèce à l'autre. Les forêts constituent généralement des habitats très riches, abritant de nombreuses espèces pouvant également se rencontrer dans les jardins, haies ou friches. Les zones humides abritent également de nombreuses espèces, généralement spécialisées. Les zones pelousaires ou rocailleuses accueillent également des espèces bien particulières et caractéristiques du milieu. La faible mobilité des mollusques et leur grande dépendance aux conditions du microclimat, en font de bons indicateurs de l'histoire d'un milieu et de son évolution (Karas, 2009).

Les lieux favorables au développement de l'escargot sont constitués par les terrains humides qui s'égouttent facilement, par les terrains frais, meubles, non acides et fissurés, le calcaire remplit ces conditions et joue en outre, un rôle très important dans l'édification de la coquille et l'opercule (Cobbinah et al., 2008).

En recherchant des micro-habitats humides et protégés, ils peuvent résister aux périodes de sécheresse de l'été et aux périodes de froid de l'hiver, et la présence de bon couvert servant d'abri est indispensable pour atténuer les fluctuations de la température et de l'humidité ambiantes (Anonyme, 2002).

13.1. Intérêts des gastéropodes terrestres

Les gastéropodes terrestres jouent un rôle écologique important, vu qu'ils consomment la végétation vivante en décomposition ; ils font également un travail de décomposeurs et sont la proie de divers prédateurs vertébrés et invertébrés. Les escargots en particulier ont quelques inconvénients vis-à-vis de la végétation et l'homme, mais aussi ils sont d'une grande importance pour ce dernier

13.1.1. Bio-indicateur de la qualité des sols

Le sol assure de nombreuses fonctions parmi lesquelles une fonction d'habitat et une fonction de rétention. Parmi les organismes susceptibles d'apporter des informations sur ces fonctions du sol, les escargots, constituent un modèle renseignant sur les interactions à l'interface sol-plantes-air-organismes. Ces gastéropodes terrestres sont aussi utilisés comme bio-indicateurs pour révéler et évaluer la contamination des sols, notamment par les métaux. Vaufleury(2012)

Selon Vaufleury (2012), les escargots vivent à l'interface sol-plantes-air et constituent une des composantes de la faune du sol (consommateurs primaires et décomposeurs). Pouvant présenter des densités élevées, ils appartiennent à des réseaux trophiques impliquant divers prédateurs vertébrés et invertébrés. Cet indicateur peut être utilisé :

In-situ pour quantifier la biodisponibilité des métaux dans les sols par bio-indication active.

Les escargots sont également utilisables en laboratoire pour estimer la biodisponibilité des contaminants du sol et/ou les effets induits par ces transferts. La biodisponibilité du Cadmium (Cd) accumulé dans les tissus des escargots a également été démontrée dans les chaînes alimentaires expérimentales simples, impliquant des prédateurs vertébrés ou invertébrés.

Les escargots sont connus pour leur grande capacité d'accumulation des éléments traces métalliques (ETM) les plus fréquents, à savoir le Cd, le Cu, le Pb et le Zn. Cette propriété a été mise à profit pour utiliser les escargots comme bio-indicateurs de pollution, par ETM (Gimbert, 2006).

14. Nuisances des gastéropodes terrestres

Selon Kerney et Cameron (2006), les escargots et les limaces sont de sérieux prédateurs et des grands ravageurs de maraichages. Connus pour leurs attaques sur les feuilles tendres, les jeunes pousses, les herbes et les champignons, ils peuvent causer d'importants dégâts dans les jardins et dans les champs de céréales au moment des semis.

Ils causent des dégâts relativement importants, même lorsque la plante n'est pas entièrement consommée, car les perturbations causées par les morsures provoquent des arrêts de l'activité chlorophyllienne et la mort des végétaux.

Les escargots broutent le feuillage, réduisant ainsi la photosynthèse. Les attaques sur les tubercules occasionnent les plus gros dégâts. Elles ont lieu lorsque les tubercules sont proches de la surface et/ou lorsque le sol est meuble ou fissuré en profondeur (Anonyme, 2012).

Chapitre 2 :

Matérielle et méthodes

1. Présentation de la région d'études

Ce travail a été réalisé dans un habitat forestier, qui est la forêt de Mizrana située à la daïra, commune de Mizrana. Elle se situe au Nord ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou, distante d'environ 20Km au nord du chef lieu de la wilaya (36°50' 42'' Nord, 4°05'46''est). C'est une forêt à dominance de chêne liège (*Quercus suber*) et chêne vert (*Quercus ilex*), et recouvrement qui atteint dans certains endroits les 95%. (Figure 10)



Figure 10 : situation géographique de la région d'étude (GoogleMaps, 2018).

L'échantillonnage a été fait au niveau de 3 points dans la forêt, à différents altitudes type d'habitat. La première station est un écosystème forestier, avec un recouvrement de 80%, la deuxième est un habitat rural, et la dernière est une friche avec une dominance de la strate arbustive.

Tableau 1 : Données géographiques des stations d'échantillonnage

Station	Coordonnées	Altitude (m)	Exposition	Pente (%)
Station 1	36°50'01''N 04°04'24'' E	750	Est	10
Station 2	36°50'36''N 04°05'06'' E	680	Sud-est	40
Station 3	36°51'13''N 04°05'28'' E	560	Nord-est	5

2. caractéristiques climatiques de la région d'études

Les caractéristiques climatiques (Température, pluviométrie et Humidité) influençant d'une façon directe sur la diversité, la répartition et la bio-écologie de la malacofaune.

1.1.Température

La température est l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus métabolique en dépendent. Des phénomènes comme la photosynthèse, la respiration, la digestion dont la réaction est en fonction de la température. La grande majorité des êtres vivants ne peut subsister que dans un intervalle de températures comprises entre 0 et 50°C (Dajoz, 2006).

Les valeurs de la température moyenne enregistrée durant la période d'étude au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou sont présentées dans le tableau 02.

Tableau 2: Températures moyennes mensuelle dans les trois stations d'étude de juillet 2018 au juin 2019 (Météo).

Mois	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
T(C°)	27,8	27,4	25,3	20,97	15,2	11,58	4,8	11,35	13,9	16	19,1	25,55

D'après le tableau 1, le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température moyenne mensuelle de (27,8 C°) et le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une température moyenne mensuelle de (4,8 C°).

1.2.Pluviosité

La pluviosité est l'un des éléments principaux du climat qui agit sur les végétaux dont se nourrit la faune, mais en plus elle est responsable de la présence, voir de la concentration de certains animaux en un milieu donné (Faurie *et al.*, 2003).

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

Les enregistrements des précipitations faites au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou de Juillet 2018 au Juin 2019 sont présentés dans le tableau 03.

Tableau 3: Précipitations moyennes mensuelles de la Wilaya de Tizi-Ouzou de juillet 2018 au juin 2019.

Mois	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
P(mm)	0,79	3,41	26,49	68,2	109,6	106,8	185,1	51,3	50,3	58,4	35,1	1,3

D'après le tableau 2, les précipitations les plus importantes sont enregistrées pendant les mois de Novembre et Janvier, avec 109.6 mm et 185.1 mm respectivement. Les précipitations les plus faibles sont enregistrées pendant les mois de juillet avec 0,79 mm.

1.3.Humidité

L'humidité dépend de plusieurs facteurs, 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 de la morphologie de la station considérée (Faurie et *al.*, 2003).

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

L'humidité relative (Tableau 4) ou l'état hygrométrique de l'air (exprimes en %) est le rapport de la tension de vapeur d'eaux avec la tension maximal (Gixelle, 1978).

Tableau 4: Humidité relative moyenne mensuelle de la Wilaya de Tizi-Ouzou de Juillet 2018 à juin 2019.

Mois	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
H%	59	60	67	69	77	82	67,5	60	59 ,66	58,12	59,4	53,73

H(%) : humidité en pourcentage

L'humidité moyenne enregistrée, varie entre 53% et 82%.

Le mois le plus humide est le mois de Décembre avec un taux de 82%, alors que Juin est le mois le moins humide (53,73%).

1.4.Vent

Il constitue en certain biotope, un facteur écologique limitant. Le vent a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité.

D'après Ramadee (2003), parfois les escargots et limaces de petite taille sont transporté par les vents.

1.5.Climmagrame d'EMBERGER

Pour caractériser un bioclimat, plusieurs formules synthétiques ont été élaborées. Pour une approche bioclimatique de notre zone, nous retenons le climagramme d'EMBERGER (1971), conçu spécialement pour la région méditerranéenne. Il tient compte des précipitations annuelles (P), température moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et température moyenne des minima du mois le plus froid (m). La combinaison de ces deux éléments aboutit au quotient pluviométrique d'EMBERGER.

$$Q2 = 3.43 P / (M - m)$$

- **Q2** : quotient pluviothermique d'EMBERGER ;
- **P** : la somme des précipitations en **mm** ;
- **M**: **température** moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C ;
- **m**: **température** moyenne des minima du mois le plus froid en °C.

Dans climat méditerranéen une station est donnée par la simple projection des deux valeurs (Q2 et m), sur le climagramme d'EMBERGER.

Pour la zone d'étude (région de Tizi-Ouzou), avec P = 696.79 mm, M = 27.8 °C et m = 4.8 °C, le Q2 quantifié est de l'ordre de 103.9, celle-ci est donc cantonnée dans le bioclimat subhumide à hiver Tempéré (Figure 11).

Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale, il est donc subtropical, caractérisé par une saison sèche correspondant à l'été et une saison humide correspondant à l'hiver.

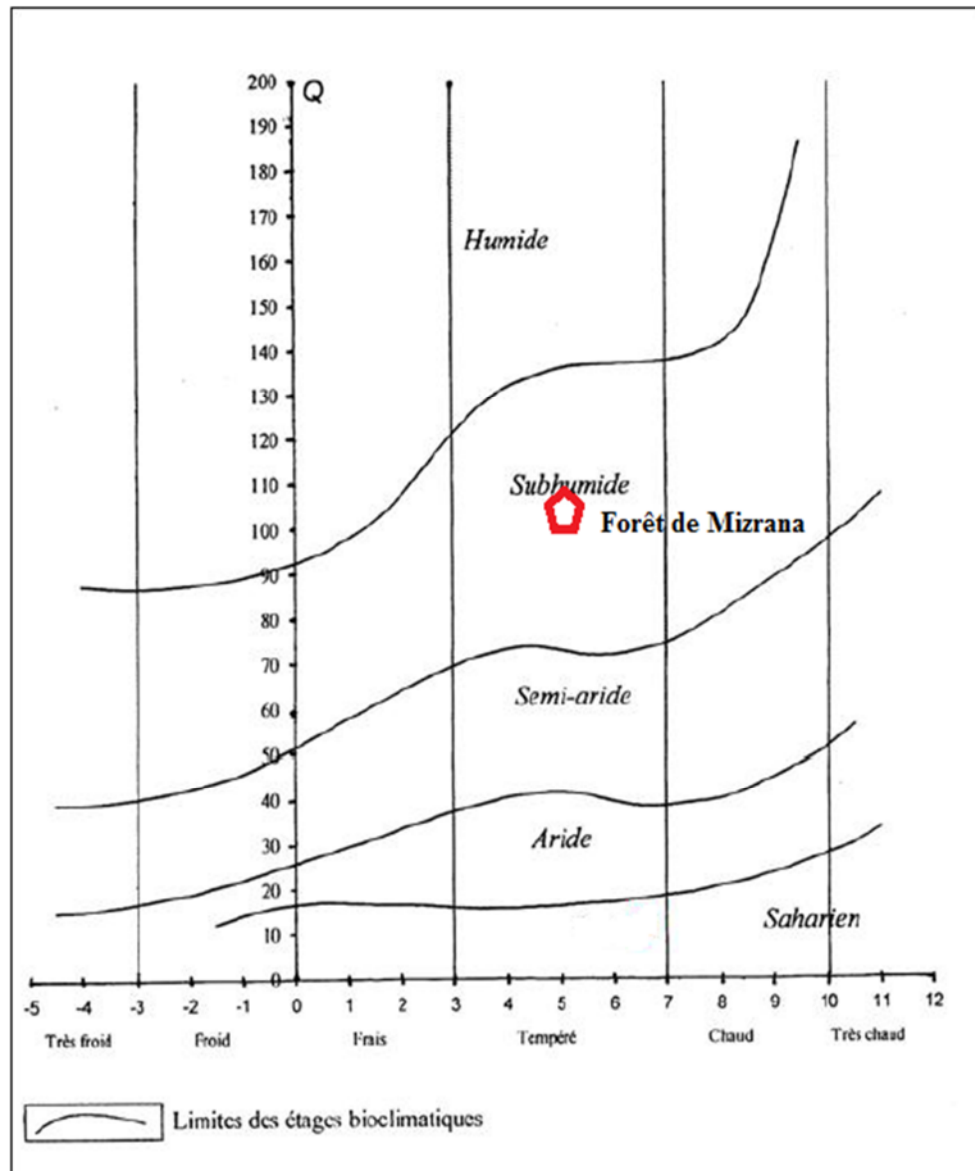


Figure 11: Emplacement de la Forêt de Mizrana dans le Climagramme d'Emberger.

2. Méthodologie de travail.

2.1. Inventaire des escargots

Sur le terrain, deux prélèvements par mois ont été effectués pour chaque station. Le premier échantillon se fait durant la première quinzaine du mois alors que la deuxième récolte se fait au cours de la deuxième quinzaine du mois, et ce pendant neuf mois à compter du mois de octobre 2018, jusqu'au début de mois de juin 2019.

Le choix de la méthodologie de prélèvement dépend des caractéristiques du groupe faunistique étudié, ainsi que des moyens disponibles.

Dans notre inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes terrestres au niveau de trois stations de la forêt de Mizrana wilaya Tizi-Ouzou, nous avons utilisé les méthodes suivantes :

- les prélèvements directs (chasse à vue) ;
- Le tamisage de la litière ;
- Le prélèvement par piégeage.

Les escargots sont actifs et donc plus facile à chercher à vue quand il fait doux et humide. Les meilleurs moments pour chercher les escargots par temps sec, sont pendant ou après une pluie et mieux encore entre 30 minutes et une heure suivant un orage, tôt le matin avant la disparition de la rosée ou le soir avec un taux d'humidité élevé.

Par temps chaud et sec, les escargots recherchent les micro-milieus humides qui leur servent d'abri pendant la journée ; nous avons alors prospecté tous les endroits qui sont susceptibles d'abriter des mollusques, sous différents supports comme par exemple des pierres, des branches mortes ou encore des tôles ; dans les fissures de rochers mais aussi l'écorce d'arbres abattus. Les escargots les plus petits sont recherché plus méthodiquement, ceux-ci ne peuvent pas être collecté à l' œil nu .Alors nous avons tamisé la litière ramassé au niveau des stations afin de récupérer les escargots vivants dans les sols.



Figure 12 : Tamisage de la litière (Original, 2019)

Les escargots sont capturés aussi par l'installation des pièges, comme le pneu, du bois et des cartant dans des endroits humides avec des appas (salades, déchets des fruits). Quelques jours après les pièges ont était récupérés avec des escargots collés (Figure13).



Figure 13 : Pièges utilisé pour la capture des escargots. (Originales, 2019).

2.2.Travail réalisé ou laboratoires

Les échantillons sont ramenés au laboratoire, où les coquilles vides et les escargots vivants sont d'abord séparés, identifiés, comptés ou le vivant est remis dans la nature. Tandis que les coquilles vides sont lavées, séchées, identifiées, comptées et gardées pour l'élaboration de notre collection. Les critères utilisés sont, la couleur, la forme et la taille de la coquille pour identifier les escargots ainsi par l'aide de, M. Ramdini R. Et les collections présentées au niveau de laboratoire d'écologie des invertébrés terrestres.

L'étape suivante est le dénombrement des espèces ainsi que les individus de chaque espèce pour chaque station, afin d'établir une liste des espèces récoltées.

3. Traitement par indice écologique de composition

Les indices écologiques de composition, nous renseignent sur la composition du peuplement malacologique en termes d'espèces et leur abondance. Pour cela nous avons utilisé la fréquence d'occurrence, l'abondance relative ainsi que la densité.

3.1.Fréquence d'occurrence (F)

Fréquence d'occurrence est le pourcentage du nombre de relevés où une espèce est présente sur le nombre total de relevés, la formule est la suivante :

On considère qu'une espèce est :

- Accidentelle ($F \leq 25$).
- Accessoire ($25 \leq F \leq 50$).
- Régulière ($50 \leq F \leq 75$).
- Constante ($75 \leq F \leq 100$).
- Omniprésente ($F=100\%$).

$$F = \frac{p_i}{p} \times 100$$

F : fréquence d'occurrence de l'espèce « i » ;

Pi : nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération « i »

P : nombre total de relevés effectués.

3.2. Abondance relative (Arel)

L'abondance relative (AR%) est le rapport du nombre des individus d'une espèce ou d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre ni au nombre total des individus de toutes les espèces confondues N (Zaïme et Gautier, 1989 in Bouaziz-Yahiatene, 2017). Il doit être calculé selon la formule suivante.

$$A_{rel} = N_i \times 100/N$$

Ni : Nombre des individus d'une espèce.

N : Nombre total des individus toutes espèces confondues.

L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce par rapport à l'ensemble d'espèces présentes. Une espèce est abondante, quand son coefficient d'abondance est égal ou supérieur

3.3. 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 :

$$D = \frac{N}{P}$$

D : densité de l'espèce ;

N : nombre total d'individus d'une espèce récoltée « a » dans le peuplement considéré ;

P : nombre total de prélèvements effectués dans le peuplement considéré sur une surface de 100m².

4. Indice écologique de structure

Les indices écologiques de structure, nous informent sur la structure des populations de la malacofaune dans la région d'étude. Pour notre travail, nous utiliserons l'indice de Shannon-Weaver et l'indice d'équitabilité.

4.1.Indices de Shannon Weaver (H')

Selon Dajoz (1982), le calcul de l'indice permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné ; cette diversité n'exprime pas seulement le nombre des espèces mais leurs abondances, et permet aussi de comparer les faunes de différents milieux, même si les nombres d'individus récoltés sont très différents. Selon Barbault (1974), l'indice de Shannon-Weaver est exprimé en bits (unité d'information binaire) et donné par la formule suivante :

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

i: Espèce du milieu d'étude

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

La richesse spécifique du milieu P_i se calcule selon la formule :

$$P_i = n_i / N$$

n_i : le nombre d'individus de l'espèce « i » ;

N : l'effectif total des individus de toutes les espèces ;

Log₂ : logarithme népérien à base 2.

Cette analyse permet d'avoir une idée sur la diversité des différents milieux. Si l'indice de diversité de Shannon-Weaver est élevé, il implique que le milieu est très peuplé en espèces d'escargots et que le milieu leur est favorable. Si cet indice est faible, il implique que le milieu est pauvre en espèces.

4.2.Indice 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, 1979). E est calculé selon la formule suivante :

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

$H'_{\max}$: diversité maximale exprimée en bits= $\log_2 S$
(S= nombre d'espèce).

L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1. Lorsque E tend vers 0, il traduit un déséquilibre entre les effectifs des différentes composantes présentes. Lorsque E tend vers 1, il montre l'existence d'un équilibre entre les populations dans le milieu pris en considération.

Chapitre 3 :

Résultat et discussion

Résultats

Les résultats obtenus sur l'inventaire des escargots et les limaces au niveau de 03 stations dans la forêt de Mizrana, Wilaya de Tizi-Ouzou, durant la période allant du mois d'Octobre 2018 jusqu'au mois de juin 2019, sont représentés par des tableaux et des graphes obtenus à partir des calculs des indices écologiques de structure et de compositions.

1. Inventaire

L'inventaire des escargots et des limaces au niveau des trois stations est représenté dans le tableau 4.

Tableau 4: Espèce des gastéropodes terrestre récente au niveau de la forêt de Mizrana dans les trois stations d'octobre 2018 au juin 2019.

Famille	Espèces	Nombre d'individus
Helicidae	<i>Helix aperta</i>	66
	<i>Helix aspersa</i>	43
	<i>Theba pisana</i>	57
Hygromiidae	<i>Cernuela virgata</i>	47
	<i>Ganula roseotincta</i>	46
	<i>Xerosecta calida</i>	20
Limacidae	<i>Lehmania sp</i>	65
Milacidae	<i>Milax sp</i>	124
Subulinidae	<i>Rumina Decollata</i>	18
Total		486

Après identification, nous avons comptabilisé 486 individus classés en 9 espèces appartenant aux 5 familles. La famille des Helicidae est composée de 3 espèces qui sont *Helix aperta* qui est dominante, suivie par *Theba pisana* et *Helix aspersa*. Les Hygromiidae sont représentées

par 3 espèces, *Cernuela virgata* et *Ganula roseoticta*, et *Xerosecta calida*. Les Limacidea, Milicidea, Subulinidea sont représentés par une seule espèce chacune.(tableau 4).

2. Part des familles présente dans la forêt de Mizrana

Les espèces identifiées à forêt de Mizrana sont reparties en 05 familles. (Figure10).

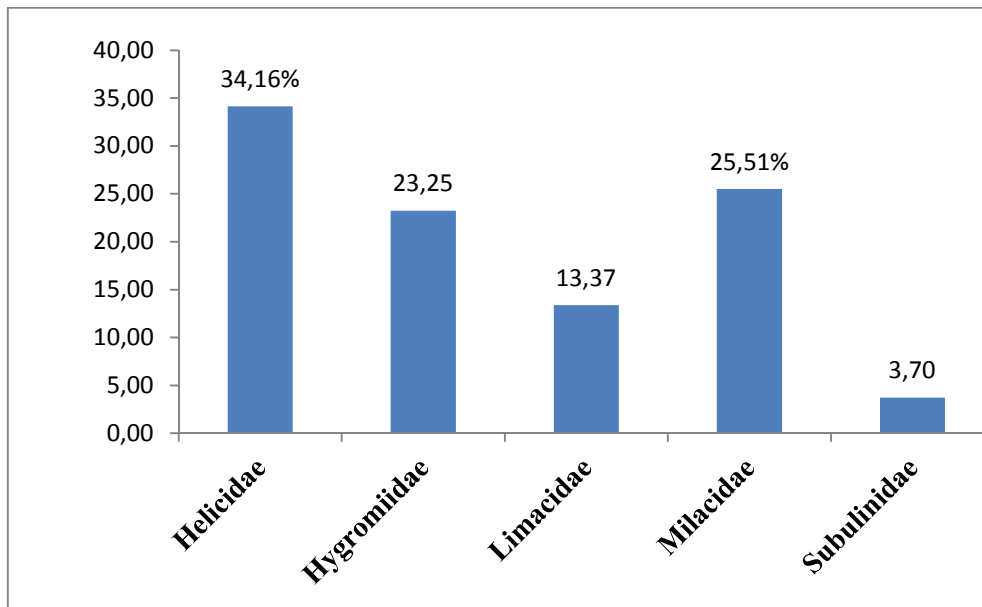


Figure 14: Part des familles présentes dans la forêt de Mizrana

D'après la figure 14, la portion la plus importante est attribuée à la famille des Helicidae avec un taux de 34.16%. Suit par les familles des Milacidae et Hygromiidae qui sont représentées avec des portions de 25.51% et 23.25% respectivement. Cependant les familles des Limacidae et Subulinidae sont présente avec des faibles portions, 13.37% et 3.7% respectivement.

3. Richesse spécifique des gastéropodes terrestres présents dans la forêt de Mizrana

Les résultats des identifications des espèces présentes dans la région d'études sont représentées dans la figure 15.

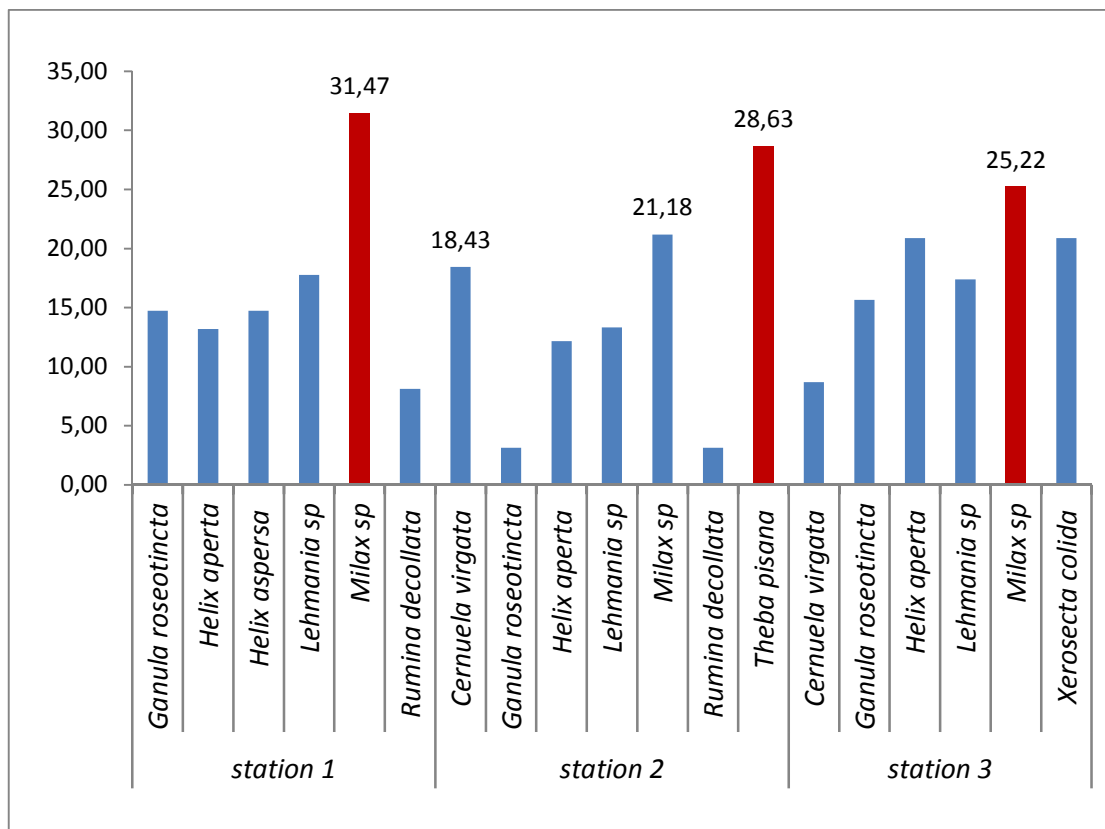


Figure 15: Richesse spécifique des gastéropodes présente dans la région d'étude.

D'après la figure 15, la richesse spécifique varie d'une station à une autre. Pour la station 1 et la station 3, nous avons recensé six (06) espèces dans chacune, dont *Milax sp* est représentée par une fréquence relative de 31.47% pour la 1^{er} station et 25.22% pour la 3^{eme} station.

Par contre la deuxième station, avec une richesse maximale de sept (07) espèces dont *Theba pisana* est la plus abondante avec un taux de 28.63%, suivit de *Milax sp* et *Cernuela virgata* avec des abondances relatives de 21.18% et 18.43 respectivement.

4. Variation saisonnière des espèces dans chaque station

La richesse spécifique varie aussi selon les saisons, et d'une station à une autre, ce que les figures qui suivent nous montrent.

4.1.Station 01

Les résultats montrent une variation saisonnière des espèces d'escargot recensées sont présents dans la figure 16.

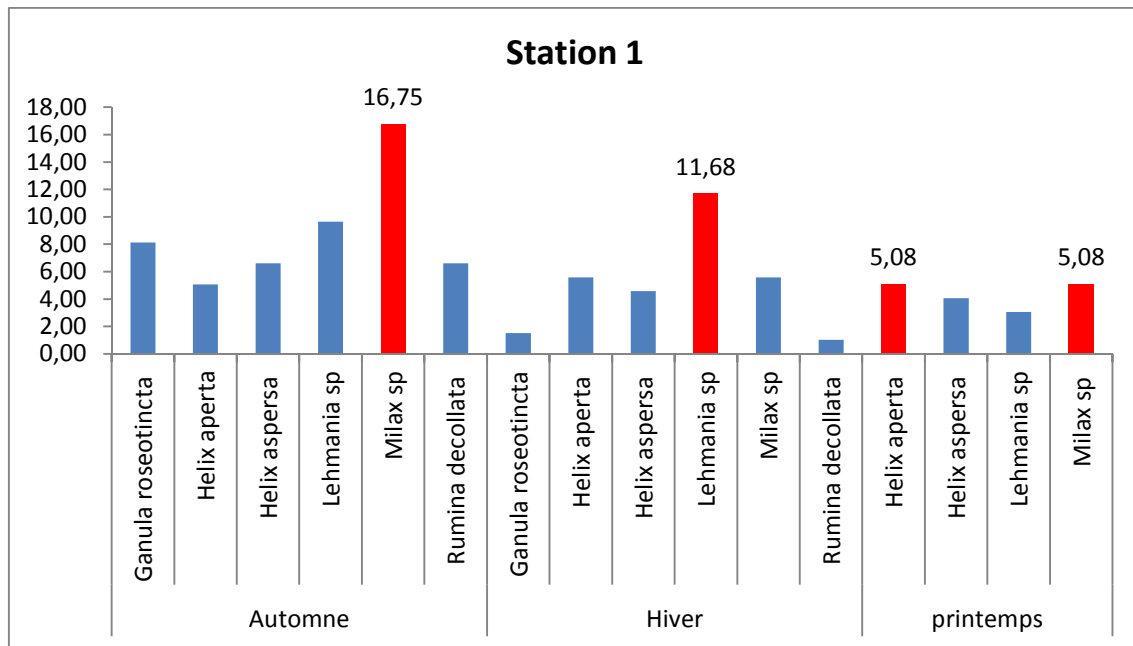


Figure 16: Variation saisonnière des espèces dans la station 1

La figure 16, montre que l'abondance des espèces varie d'une saison à une autre. La richesse spécifique est plus importante dans la saison automnale et hivernale, et elle diminue en printemps.

Au niveau de cette station, l'espèce *Milax sp* est la plus abondante en automne et en printemps avec des fréquences de 16.75% et 5.08%. En hiver on observe que l'espèce *Lehmania sp* est la plus abondante avec une abondance relative de 11.68%.

4.2. Station 02

L'importance de nombre d'espèces est plus marquée à la saison automnale, et elle diminue avec le changement des saisons. (Figure 17)

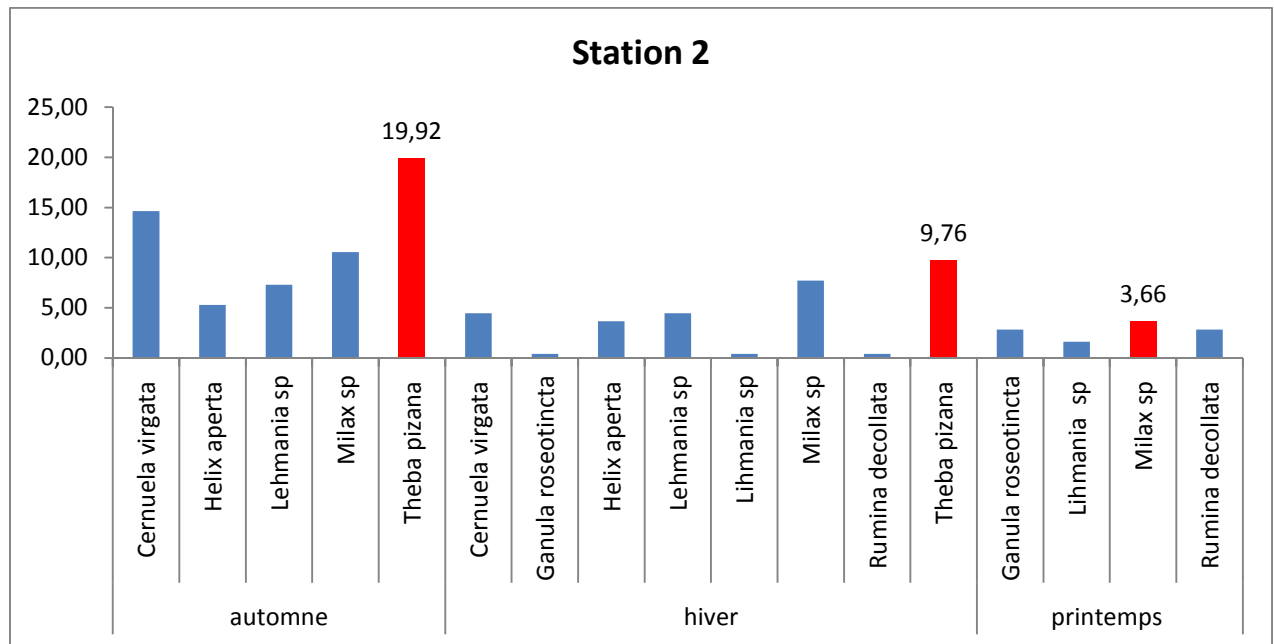


Figure 17: Variation saisonnière des espèces dans la station 2

Dans la deuxième station, *Theba Pisana* est la plus abondante dans deux saisons, en automne avec 19.92% et 9.76% en hiver, en printemps elle est remplacée par *Milax sp* qui est la plus présente avec 3.66%.

4.3.Station 03

Dans cette station nous remarquons que la saison automnale est la moins riche en espèces, cette richesse augmente dans les saisons hivernale et printanière, avec 7 espèces chacune. (Figure 18).

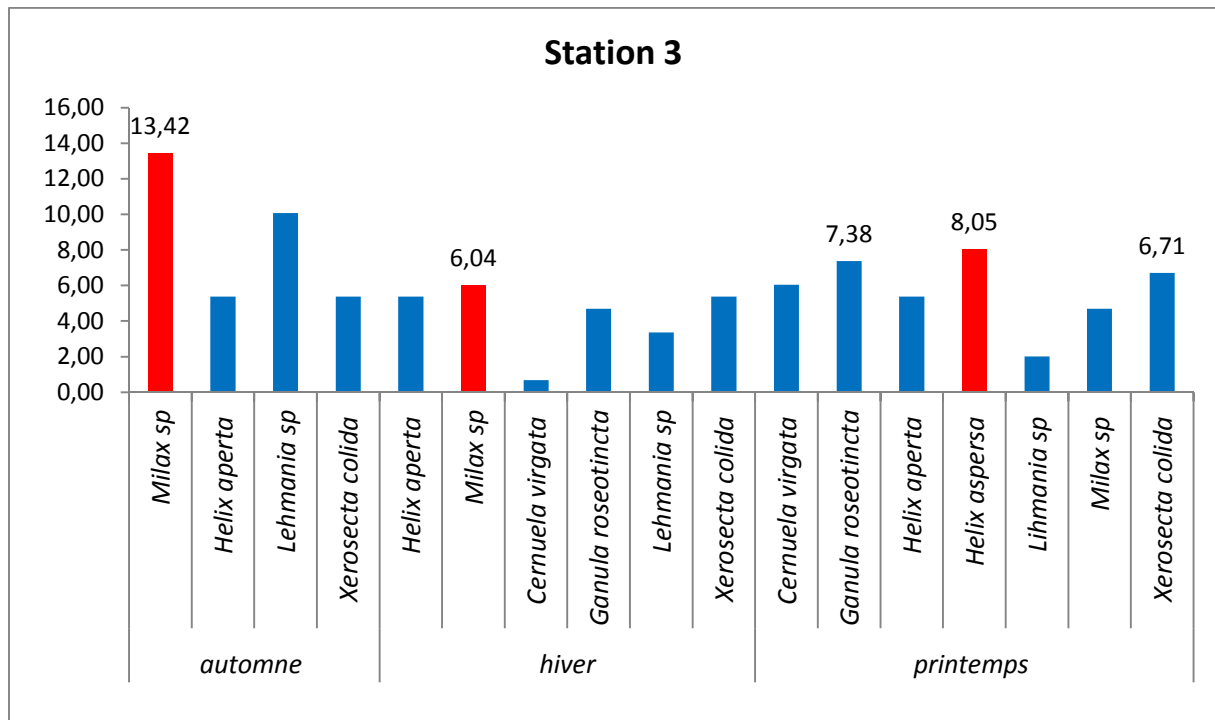


Figure 18: Variation saisonnière des espèces dans la station 3

La figure 18, montre que l'abondance de l'espèce *Milax sp* est plus élevée dans deux saisons, en automne l'espèce est présente avec 13.42, et 6.04 dans la saison hivernale, en été *Helix aspersa* et la plus abondante avec 8.05, suivi par *Ganula roseotincta* avec un pourcentage de 7.80 % et *Xerosecta calida* avec un taux de 6.71%.

5. Variations mensuelles de nombres d'individus des escargots recensés

Les résultats des variations mensuelles de nombre d'individus des escargots sont présentés dans la figure 19.

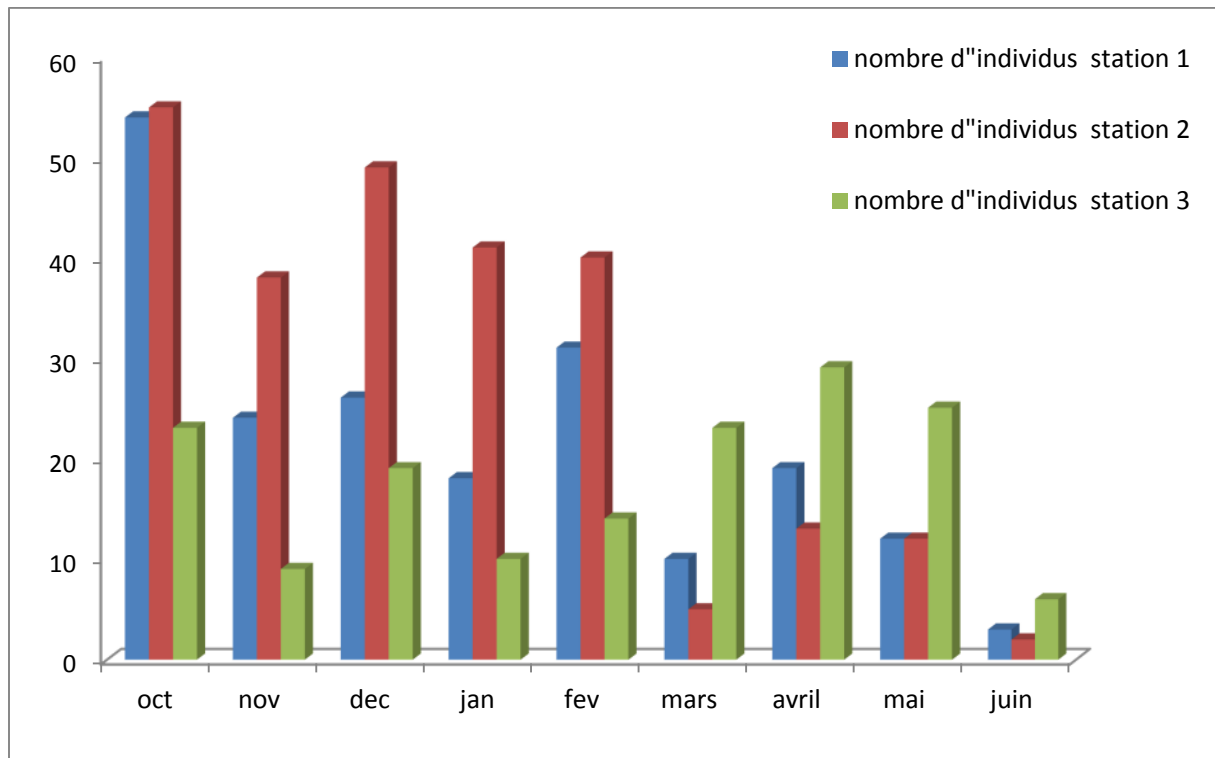


Figure 19: Variations mensuelles de nombres d'individus des escargots recensés au niveau de trois stations d'étude (Forêt Mizrana).

D'après la figure 19, le nombre d'individus d'escargots recensés varie d'un mois à un autre et d'une station à une autre. Pour la première et la deuxième station le nombre d'individu le plus élevé est présenté dans le mois d'Octobre avec 54 et 55 individus respectivement, par contre pour la troisième station le nombre le plus élevé est marqué en mois d'avril avec 28 individus.

6. Variation stationnaire de la densité, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence

Il existe une variation de densité, d'abondance relative et fréquence d'occurrence d'une station à l'autre.

Tableau 5: Densité, abondance relative et fréquence d'occurrence des escargots recensés dans les 3 stations d'études.

Station	Espèce	Nombre d'individus	Densité	Abondance relative %	Fréquence d'occurrence %	
Station 1	<i>Ganula roseotincta</i>	29	4,83	14,72	55,55	régulière
	<i>Helix aperta</i>	26	4,33	13,19	100	omniprésente
	<i>Helix aspersa</i>	29	4,83	14,72	100	omniprésente
	<i>Lehmania sp</i>	35	5,83	17,76	88,88	constante
	<i>Milax sp</i>	62	10,33	31,47	88,88	constante
	<i>Rumina decollata</i>	16	2,66	8,12	55,55	régulière
Station 2	<i>Cernuela virgata</i>	47	6,71	18,43	55,55	régulière
	<i>Ganula roseotincta</i>	8	1,14	3,14	33,33	accessoires
	<i>Helix aperta</i>	31	4,42	12,16	55,55	régulière
	<i>Lehmania sp</i>	34	4,85	13,33	88,88	Constantes
	<i>Milax sp</i>	54	7,71	2,18	88,88	constantes
	<i>Rumina decollata</i>	8	1,14	3,14	44,44	accessoires
	<i>Theba pisana</i>	73	10,42	28,63	55,55	régulière
Station 3	<i>Cernuela virgata</i>	10	1,66	8	44,44	accessoires
	<i>Ganula roseotincta</i>	18	3	14,4	33,33	accessoires
	<i>Helix aperta</i>	24	4	19,2	100	omniprésente
	<i>Lehmania sp</i>	20	3,33	16	77,77	constante
	<i>Milax sp</i>	29	4,83	23,2	77,77	constante
	<i>Xerosecta calida</i>	24	4	19,2	100	omniprésente

Au niveau de la station 1, *Milax sp* est la plus abondante avec 31.47% et une densité de 10.33 par 100 m². Dans la même station on a 2 espèces omniprésentes qui sont *Helix aperta* et *Helix aspersa* avec une fréquence d'occurrence de 100% ainsi que deux espèces constante *Lehmania sp*, *Milax sp*. On a aussi deux espèces régulière *Rumina decollata* et *Ganula roseotincta*.

Dans la station 2 l'espèce *Theba pisana* est la plus abondante avec 28.63% et une densité de 10.42 par 100 m². Nous avons noté 2 espèces constante *Lehmania sp*, *Milax sp* et 3 espèces régulière *Cernuela virgata*, *Helix aperta* et *Theba pisana*, deux espèces accessoires, *Ganula*

roseotincta et *Rumina decollata*, avec des fréquences d'occurrences d'ordre de 33.33% et 44.44% respectivement.

Au niveau de la station 3, *Milax sp* est l'espèce la plus abondante par rapport aux 6 autres espèces recensées, avec une abondance de 19.2% et une densité 4% par 100m². Nous avons déterminé 2 espèces omniprésente dont *Helix aperta*, *Xerosecta calida* et deux autres constantes *Helix aperta* et *Lehmania sp*, on a aussi *Cernuela virgata* et *Ganula roseotincta* qui sont des espèces accessoires. (Tableau 5).

7. Variation de l'indice de Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon Weaver permet d'évaluer la diversité faunistique dans les trois stations d'étude.

7.1. Variation mensuelle de l'indice de Shannon -Weaver

Il existe une variation mensuelle de l'indice de Shannon- Weaver d'une station à une autre. Les résultats sont présentés dans la figure 20.

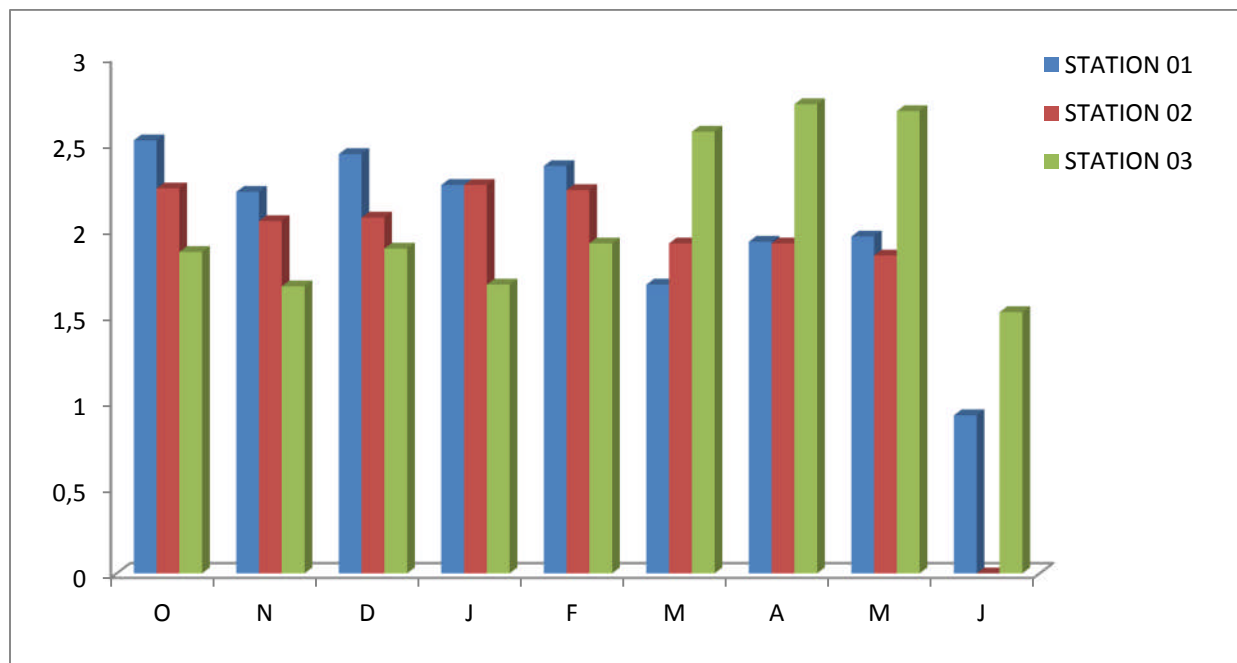


Figure 20: variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver

L'indice de Shannon-Weaver nous renseigne sur la diversité des espèces existantes dans chaque station, ces valeurs sont importantes durant tous les mois d'étude pour toutes les stations. D'après l'analyse du tableau on observe la plus grande valeur est enregistrée pendant

le mois d'avril avec 2.73 bits dans la station 3. Dans la station 1 l'indice est important en mois d'octobre avec 2.52 bits. Pour la station 3 l'indice est nul en mois de juin.

7.2. Variation saisonnière de l'indice de Shannon-Weaver

L'indice de Shannon Weaver est proportionnel à la diversité spécifique variable de chaque station. Cependant les variations saisonnières de celle-ci engendrent les variations de l'indice de Shannon-Weaver.

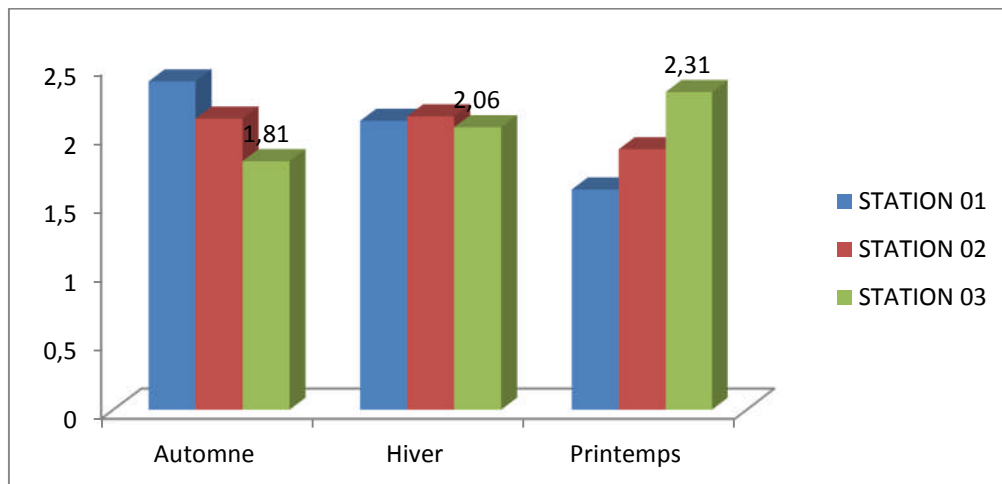


Figure 21: Variation saisonnière d'indice de Shannon-Weaver pour les trois stations.

Par l'analyse de la figure 21, nous constatons que l'indice de Shannon Weaver varie selon les saisons et les stations

Au niveau de la première station, nous remarquons qu'il atteint son maximum en automne avec une valeur de 2.39 bits, puis il diminue pour atteindre le minimum en printemps avec 1.6 bits. La deuxième station, la valeur maximale est en hiver et en automne avec des chiffres de 2.14 et 2.12 bits respectivement.

En revanche, la troisième station montre un chiffre plus petit en saison hivernale qui est d'ordre de 1.81, qui monte en continuité jusqu'il atteint son maximum en printemps avec une valeur de 2.31bits.

8. Variation de l'indice d'Équitabilité

La valeur de l'indice d'équitabilité tend vers 0, lorsque tous les individus appartiennent à une seule espèce. Si l'indice tend vers 1 si tous les individus du peuplement sont répartis équitablement dans chacune des espèces. La composition des peuplements suit des variations mensuelles est saisonnières, ce qui engendre les variations de l'indice d'équitabilité selon les mois et les saisons.

8.1. Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité représenté dans la figure permet d'évaluer la situation de peuplement malacologique selon ses variations mensuelle

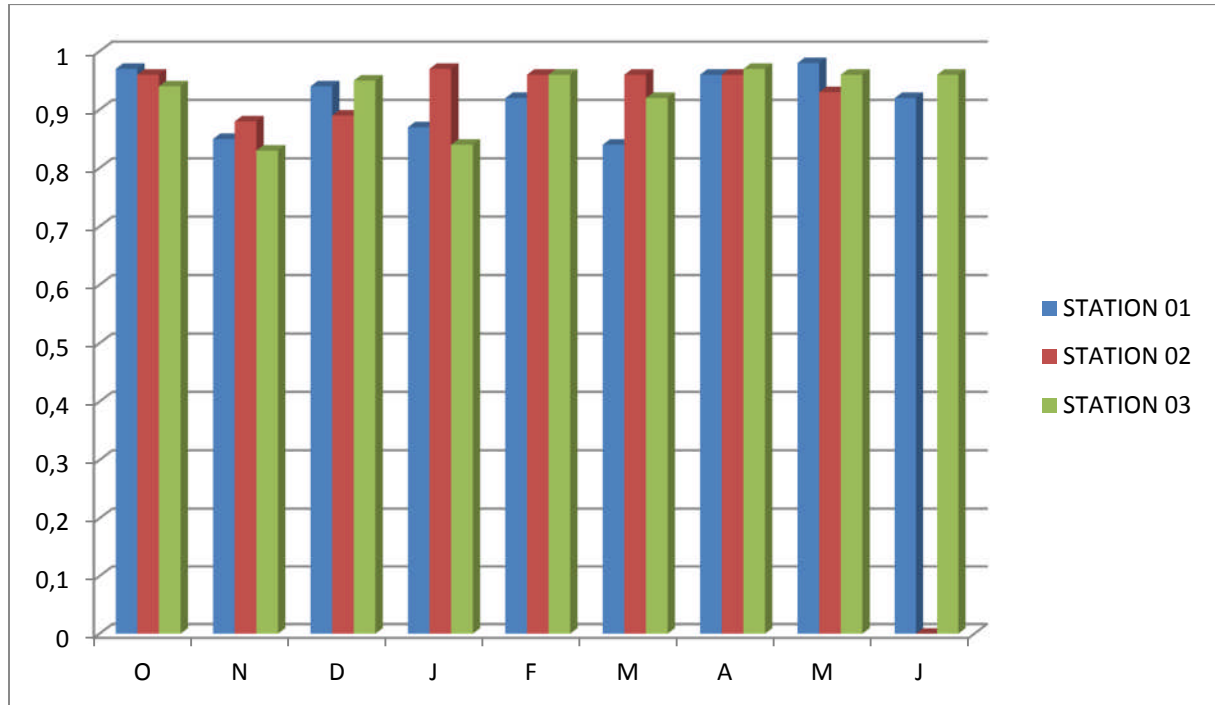


Figure 22: Variation mensuelle d'indice d'équitabilité pour les trois stations

La figure montre que l'indice d'équitabilité est important durant presque toute l'année pour les 2 stations (1.3) (mais ce n'est pas le cas pour la deuxième station en mois de juin). Ses valeurs sont presque proches de 1 dans tous les mois à part le mois de juin pour la deuxième station qui est nul, ce qui traduit l'existence d'un peuplement très équilibré et équitablement réparti dans chacun des espèces.

8.2. Variation saisonnière de l'indice d'équitabilité

Les variations saisonnières permettent d'évaluer l'état de peuplement malacologique selon les variations saisonnières des caractéristiques climatiques.

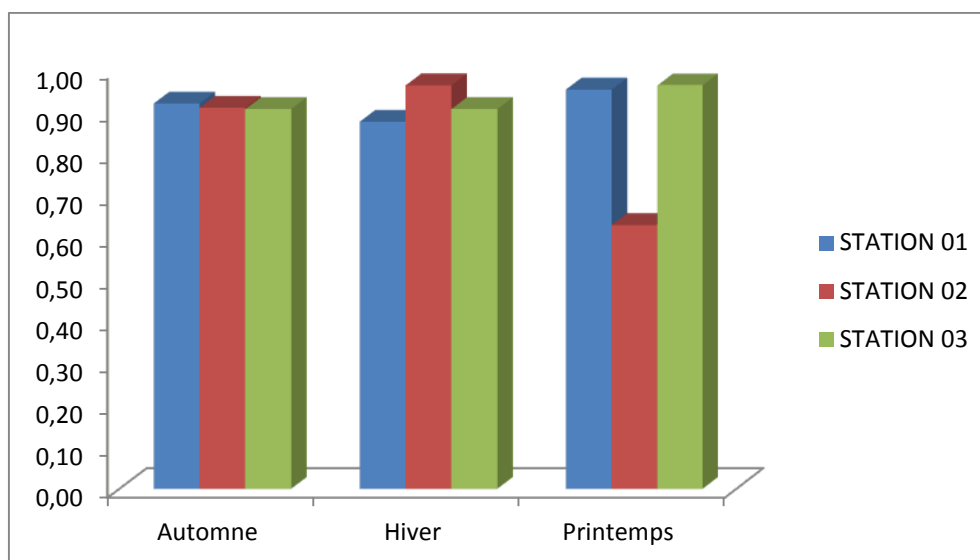


Figure 23: variation saisonnière de l'indice d'équité dans les trois stations

D'après la figure l'indice d'équité est proche vers 1 durant les trois saisons (à part pour la station 2 qui a marqué la valeur minimale dans la saison de printemps). Ce qui engendre un peuplement équilibré durant les 3 saisons étudiées.

9. Discussion

L'inventaire des escargots terrestres dans la forêt de Mizrana pour la période allant de Octobre 2018 au Juin 2019, nous a permis de récolter une richesse assez importante au nombre d'individus et au nombre d'espèces. 486 individus sont récoltés et classés en 9 espèces et 05 familles qui sont les Helicidae, Hygromidae, Subulinidae, Limacidae et Milacidae.

Les gastéropodes pulmonés terrestres occupent une grande diversité d'habitats et montrent d'énormes variations de modes de vie. Selon les espèces, il y'a souvent des variations considérables, suivant la diversité des habitats, les saisons, le climat, la tolérance écologique et la taille, ou le stade de vie des individus (Gimbert et Vaufléury, 2009).

La complexité de la structure des habitats joue un rôle important, du fait des préférences écologiques des espèces qui sont souvent très différentes et l'existence de nombreux micro habitats, contribue à augmenter sensiblement la richesse faunistique (Kerney et Cameron, 2006).

Durant la présente étude, nous avons constaté une variation de la richesse spécifique et de densité des espèces d'escargots terrestres d'une station à une autre.

Les résultats montrent que parmi les 5 familles inventoriées, celle des Helicidae, Hygromiidae, Subulinidea et Milacidae existent au niveau de toutes les stations, avec 9 espèces.

Une richesse moins importante d'après les travaux qui sont faits par Bouaziz-Yahiatene et Medjdoub-Bensaad (2016), au niveau de Tizi-Ouzou, où on a signalé la présence de 26 espèces réparties en 10 familles. Cela peut être expliqué par le choix de l'habitat d'échantillonnage.

Selon Robitaille et Seguin (1973), les escargots et limaces sont les animaux qui ont une sensibilité exceptionnelle au changement climatique à cause de leur tégument mou et perméable et au fait que ceux sont des poïkilothermes. Ainsi leur distribution est étroitement liée aux conditions du milieu. Mais malgré leur sensibilité, ils ont pu conquérir tous les milieux terrestres, même les plus froids et les plus chauds par différentes formes d'adaptation, soit morphologique (couleur et taille de la coquille), soit physiologique (épiphragme), soit comportementale (microhabitat et rythmes d'activité adaptés) ou génétique (écotype qui ont engendré la nomenclature variée des espèces).

D'après Bouaziz-Yahiatene (2017), nous pouvons expliquer la coexistence de ces familles par le fait qu'en générale les espèces de la famille des Helicidae présentent des coquilles de grande taille qui les rend très proches du sol, alors que les Hygromiidae avec leurs petites tailles ont la possibilité de s'accrocher aux tiges des plantes. Aussi, ces deux familles ne partagent pas la même niche écologique et de ce fait ne présentent pas de compétition vis-à-vis des ressources tropicales. Alors que les Subulinidae malgré leurs coquilles assez imposantes, leur régime alimentaire omnivore et opportuniste, permet de conquérir une grande diversité des milieux.

Les nombres d'individus le plus importants sont marqués en automne et au printemps et ceci due à l'union des conditions climatiques (température et humidité) et à la présence d'une abondance végétale source nécessaire pour le développement et la croissance des escargots terrestres.

Chaque espèce d'escargot exige pour sa croissance et sa reproduction un ensemble de conditions écologiques environnementales, soumises aux variations saisonnières (Cobbinah et al., 2008). Toutefois des variations des fréquences d'occurrence, d'abondance relative et de la densité sont évidentes.

Au niveau de la station 1, l'espèce *Milax sp* est la plus abondante avec 31.47% et une densité de 10.33 par 100m², et une fréquence de 88.88%. Ces gastéropodes terrestres appartiennent à la

famille des Milacidea ; Pour Damerdji et Benyoucef (2006), les Limacidea et les Milacidea sont des mollusques sans protection naturelle, puisqu'elles n'ont pas de coquille, du fait de leurs exigences vitales elles se localisent préférentiellement dans les biotopes humides. C'est ainsi que les limaces apparaissent en très grand nombre, dès les premières chutes de pluie d'automne. Lors des fortes pluies, les limaces restent cacher sous un abri. Au contraire, la présence d'un film humide sur la végétation stimule leur activité, toutes ces conditions sont présentes dans la forêt de Mizrana, ce qui a qualifié les Milacidea gastéropodes comme les plus abondantes dans notre études.

Dans la station 2, *Thebba pisana* est la plus abondante avec 28.63% et une densité de 10.42 par 100m², et une fréquence d'occurrences de 55.55%, Selon Magnin (1996), cette espèce est invasive dans la région méditerranéenne, Aupinel et Bonnet (1996), ajoutent que le succès invasif est considérable. Cette invasion est remarquée même durant notre étude.

La station 3, présente *Milax sp* la plus abondantes avec 23.2% et une densité de 4.83 par 100m² suivi par *Helix aperta* et *Xerosecta calida* avec une même fréquence de 19.2% et une densité de 4 par 100m².

Helix aperta, ce gastéropode terrestre appartient à la familles des Helicidae. Une espèce originaire de la méditerranée, elle possède une grande valeur écologique, elle a été introduite dans de nombreuses régions dans le monde. De plus le climat méditerranéen est caractérisé par un été sec et un hiver tempéré. Les précipitations présentent de fortes variations, du fait que les précipitations sont un facteur écologique déterminant pour la vie des gastéropodes terrestres, donc le climat méditerranéen attribue les exigences climatiques de *Helix aperta*.

Le calcul de l'indice de Shannon-Weaver nous a permis d'évaluer la variation de la richesse spécifique entre les deux stations, entre les mois et entre les saisons.

Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver sont impotentes en automne et le printemps pour la première et la troisième station. Cette richesse de la malacofaune coïncide avec la période de reproduction des Helicidae et les Hygromidae. Pour la deuxième station nous avons enregistré la valeur élevés de l'indice de Shannon-Weaver en hiver. Cela peut être explique par un hiver doux et humide, et peut être aussi expliqué par l'exposition de la station qui est protéger des vents froid durant la saison hivernale.

L'indice d'équitabilité varie entre 0.85 à 0.96 bits donc ils sont toujours proche de 1 ce qui signifie un peuplement très équilibré au niveau de trois stations.

Conclusion

L'étude de la diversité des gastéropodes terrestres au niveaux de trois stations dans la forêt de Mizrana wilaya Tizi-Ouzou, ont permis d'inventorier 486 individus, répartie en 9 espèces, lors des 14 prélèvements effectués de octobre 2018 à juin 2019.

Quelque soit la saison, les Gastéropodes sont toujours présents dans les 3 stations étudiées. Mais avec des richesses spécifiques et des effectifs variables d'un mois à l'autre et d'une saison à une autre pour chaque station. Ce qui signifie que les caractéristiques géographique de chaque station (l'altitude), le cortège floristique et la qualité du sol ont un impact sur les gastéropodes terrestres et aussi les facteurs climatiques (l'humidité et la température) qui interviennent dans la croissance et la distribution des populations locales des mollusques.

Sur les 9 espèces malacologiques recensés, 4 espèces sont omniprésentes, 2 constantes ,2 régulière, et une espèce accessoires.

Dans les trois stations d'études les valeurs de l'indice d'équitabilité et tant vers 1, Ses valeurs sont presque proche de 1 dans tous les mois a pars le mois de juin pour la deuxième station qui est nul ce qui traduit l'existence d'un peuplement très équilibré et équitablement répartie dans chacun des espèces.

Cette analyse est probablement insuffisante pour une compréhension réellement Satisfaisante de la qualité et/ou de la quantité des gastéropodes terrestres présentes dans la région de la Kabylie, et de la wilaya de Tizi-Ouzou. Nous encourageons pour continuer cette étude pour en savoir plus sur la richesse spécifique des gastéropodes terrestres dans la région de la Kabylie, et de pouvoir dresser une liste complète de ces invertébrés.

Pour conclure, la destruction directe des gastéropodes terrestres a souvent moins d'impact sur la survie des espèces, que la destruction de leurs habitats, d'où l'intérêt de ne pas bouleverser les sites prospectés. Des mesures de protections devront donc inclure la préservation de refuges dans l'habitat naturel et cultivé.

Références bibliographiques

1. **Amroun M. (2006).** Zoologie des Invertébrés I -des Protozoaire aux Echinodermes-UM
2. **Andre F. (1968).** Zoologie des invertébrés, tome 1, Masson et Cie, P 2-39.
3. **Anonyme (2009).** Microsoft office Encarta 2009.
4. **Anonyme . (2012).** Cours de biologie et de géologie de licence1 au master1.chapitre 4, partie2, les Métazoaires triploblastiques coelomates : l'embranchement des mollusques. (www.Biodeug.com).
5. **Aupinel P. et Bonnet J.C. (1996).** Influence de la photopériode sur l'activité saisonnière de l'escargot Petit-gris (*Helix aspersa* Müller).Effet spécifique sur la croissance et la reproduction, INRA Prod. Anim, 9 (1), 79-83.
6. **Bouaziz-Yahiatene H. (2017).** Diversité et Bioécologie des gastéropodes terrestres dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse. UMMTO, 138p
7. **Bellion M. (1909).** Contribution à l'étude de l'hibernation chez les invertébrés, recherches expérimentales sur l'hibernation de l'escargot (*Helix pomatia* L.), Ed Lyon-Paris, 203p.
8. **Barbault R. (1974).** Structure et dynamique des populations de lézards : les Scincidés de la savane de Lamto (Côte d'ivoire). *La terre et la vie*, 28 :352-428.
9. **Blondel J. (1979).** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris New York Barcelon Milan, 170p.
10. **Boué H., Chanton R. (1958).** Zoologie I. Invertébrés 2. Doin Ed. Paris, 542 p
11. **Boué H. et Chaton R. (1971).** Biologie animale-zoologie I, invertébrés- Ed Doin, Paris,P 9-96
12. **Belanger D. (2009)** -Utilisation de la faune macrobenthique comme bioindicateur de la qualité de l'environnement marin côtier- Sherbrooke, Québec, Canada, P 1-14.
13. **Codjia J.T.C. et Noumonvi R. C. J. (2002).** Guide technique d'élevage n°02 Sur les escargots géants, B.E.D.I.M. Gembloux, 5p.
14. **Cobbinah J.C. Vink A. et Onwuka B. (2008).** -L'élevage d'escargots (Production, transformation et commercialisation)- Fondation Agromisa, Wageningen, 84p
15. **Cappuccio N. (2011).** L'esargot. Gasteropoda. Communication personnelle.
16. **Damerdji A. (2008).** Contribution à l'étude écologique de la malacofaune de la zone sud de la région de Tlemcen (Algérie). Université Abou bekr BELKAID. Afrique science (AS) 04(1) (2008) 138-153.

17. **Damerdji A. et Benyoucef B. (2006).** Impact des différents facteurs physiques et du rayonnement solaire sur la diversité malacologique dans la région de Tlemcen. Université Abou bekr BELKAID de Tlemcen, 4(2006) 267-276.
18. **Dajoz R. (1975).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 549p.
19. **Dajoz R. (1982).** Elément d'écologie. Ed Gauthier- Villars, Paris, 503p
20. **Dajoz R. (2006).** Précis d'écologie. Ed Dunod, Paris, 631p
21. **EMBERGER (1971)**
22. **Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J & Hemptinne J. L. (2003).** Ecologie, approche scientifique et pratique. 5ème édition, Lavoisier, 584p.
23. **Gamlin L. Vines G. (1996).** L'évolution de la vie. Artes Graficas, S.A., Ed Viciria, Espagne, 248p
24. **Gimbert F. (2006).** Cinétiques de transfert de polluants métalliques du sol à l'escargot. Thèse de doctorat en sciences de la vie université de FRANCHE-COMTÉ, 172p
25. **Gixelle. (1978).** Climatologie pratique, collection géographique.
26. **Grasse P.P et Doumenc D. (1995).** Zoologie I. Invertébrés. Masson, Paris. 5eme édition, 263p.
27. **Heusser S. et Dupuy H.G. (1998).** Atlas biologie animale1. Les grands plans d'organisation 3e édition, Dunod, Paris, 135p.
28. **Heusser S. et 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 N°10, 26 p.
29. **Kerney M. p., Cameron R. A. D. (2006).** Guide des escargots et limaces d'Europe, identification et biologie de plus de 300 espèces, Delachaux et Niestle, Paris, 370p
30. **Karas F. (2009).** Gastéropodes terrestres, invertébrés continentaux des Pays de la Loire. Ed. Gretia
31. **Magnin F. (1996).** L'invasion de la région méditerranéenne française par l'escargot *Xeropicta derbentina* : mécanismes, conséquences écologiques et agronomiques, perception
32. **MAISSIAT J., BAEHR J C., PICAUD J L. (1998).** Biologie animale invertébré. Edit. Dunod, 239p.

33. **Meglitsch P.A. (1974).** Zoologie des Invertébrés, Tome 2, des vers aux arthropodes (Annélides, Mollusques, Chélicérates). Ed Doin, Paris, 306p.
34. **Pepin D. Van berkorn G. Hau-Pale J. Chauvehe G. St-Arnaud M. Robitaille J. M. et Seguin C. (1973).** Biosphère Tome I, écologie, mécanisme de l'adaptation. Recherche et Marketing., P123, 128, 130, 179.
35. **Ramade F. (2003).** Elément d'écologie-écologie fondamentale. Ed Ediscience international, Paris, P690
36. **Salgueiro E. et Reyss A. (2002).** Biologie de la reproduction sexuée. Belin., P33.
37. **Stievenart C. et Hardouin J. (1990).** Manuel d'élevage des escargots géants sous les tropiques (Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) 1990 ISBN 92 9081 076 9).
38. **Seltzer. (1946).** Climat de l'Algérie. Imprimerie la typo, Litho et Jules carbone. Reunie. Alger, 246p
39. **Tafoughalt (2010).** Etude de l'influence de la durée de la photopériode et de la température sur la croissance et la production des escargots de l'espèce *Helix Aspersa* born. Thèse de doctorat. 131p
40. **Vauflery A. (2012).** Les escargots bio-indicateurs de la qualité des SOLS, Snail watch : analyse en laboratoire ou in situ de la biodisponibilité des contaminants.

Résumé :

Les escargots sont des gastéropodes terrestres à corps mou et non segmenté. Les résultats de notre étude inventaire montrent que les 09 espèces recensées sont scindées en 5 familles, qui sont les, les Helicidae, les Hygromiidae, les Subulinidae, et plus les limaces. 03 espèces inventoriées sont Omniprésentes, 02 des espèces constantes, 03 accessoires, 01 espèces régulières. Nous retenons également que la richesse spécifique est plus importante dans la station 2 qui est un habitat rural avec 07 espèces qu'à la station 1 et 3 où nous avons recensé un taux de 06 espèces chacune et sa liée aux facteurs climatiques, la nature du sol et la végétation qui ont des impacts importants sur la diversité et la densité des gastéropodes terrestres.

Abstract

Snails are soft, non-segmented terrestrial gastropods. The results of our inventory study show that the 09 species listed are divided into 5 families, which are, Helicidae, Hygromiidae, Subulinidae, and more slugs. 03 inventoried species are omnipresent, 02 constant species, 03 accessories, 01 regular species. We also note that the specific richness is greater in station 2 which is a rural habitat with 07 species than in station 1 and 3 where we have identified a rate of 06 species each and its related to climatic factors, the nature of soil and vegetation that have significant impacts on the diversity and density of terrestrial gastropods