



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–

Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Ecologie Animale

Présenté par :

Labadi Widad
Mazouzi Ikhlas

Thème

Etude de la bio écologie de l'escargot
***Helix aspersa* et l'intérêt de sa bave**

Jury : Grade

Président : Mme DJARBAOUI ADAMOUM

Promotrice : Mme LABDELLI. F

Co-Promotrice : Mme BOUAMOUD BOUABDELLI .F

Examinatrice : Mme ZERROUKI DAHBIA

Pr

MCA

MCA

MCA

Année universitaire 2020-2021

Remerciement

Le mérite de ce travail revient à toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation et à lesquelles d'ailleurs nous présentons notre profonde reconnaissance

*Nos remerciements les plus vifs s'adressent à notre promotrice **Mme Labdelli Fatiha** qui nous a accordé l'honneur de réaliser ce travail et son orientation durant toute la période d'étude pour nous avoir suivis et conseiller tout au long de la réalisation de ce mémoire*

*On tient à remercier notre Co-promotrice **Mme Bouabdelli Fatma** pour son aide précieuse et surtout pour tous ses conseils et ses remarques.*

*Un grand merci à **Mr Bourbatache Mansour** pour sa gentillesse, et son aide précieuse et sa disponibilité*

Nos profonds remerciements vont aussi au membre du jury sans exception pour avoir Accepté et prédite l'examinassions et la discussion de notre travail,

Nous n'oublions évidemment pas de remercier tous les enseignants auxquels revient le mérite de notre formation

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

Dédicace

Je dédie ce travail :

*A mes chers parents **Mohamed et Zohra** pour leur soutien, leur patience
leur encouragement durant mon parcours scolaire*

*A mes chers frères **Abderrahmane et Abdelghani***

*A mes chères sœurs **Hanane et Israa***

*A ma grande mère (**Mama Tourkia**) ma source de bonheur*

*A tous mes deux familles **Mazouzi et Chercheb***

*A ma meilleure binôme (**Labadi Widad**) au travail, j'ai eu la chance de
partager ce travail avec elle et j'en suis si fier*

*A tous mes amis spécialement mon amie **Bouchrit Wahid** pour son
aide précieuse*

A toute la promotion 2eme année master écologie animale

Ikhlas

Dédicace

J'ai l'immense plaisir de dédier ce modeste travail à :

Mes chers parents, source de noblesse, de tendresse et d'affection.

Mon mari Amine qui m'a toujours soutenu

Mon frère Rabeh et ma soeur Wassila

Mes enfants : Walaa, Zinou, Ibrahim

Mes amies

Mon binôme IKHLAS

Toute la promotion écologie Animale 2020/2021

Widad

Table des matières

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des abréviations

Introduction

Partie bibliographique

Chapitre I

Bio-écologie d'*Helix aspersa*

I-Etymologie du mot « escargot ».....	5
I.2 Distribution géographique d' <i>Helix aspersa</i> Müller (Petit-Gris)	5
I.3 Classification	6
I.3.1 Sous-Famille des Helicinae	7
I.4 Biologie	7
I.4.1 Le tégument	7
I.4.2 Coquille	7
I.4.3 Le corps	8
I.4.4 Anatomie interne	9
I.4.4.1 Appareil respiratoire	9
I.4.4.2 Système nerveux	9
I.4.4.3 Organes de sens	9
I.4.4.4 Appareil circulatoire	9
I.4.4.5 Appareil génital	10
I.4.4.6 Appareil excréteur	11
I.4.4.7 Appareil digestif	12
I.5 Ecologie	14
I.5.1 Le rythme de vie de l'escargot	14
I.5.1.1 Activité journalière	14
I.5.2 Activité saisonnière	14
I.5.2.1 Estivation	14
I.5.2.2 Hibernation	15
I.5.3 Habitat	15
I.5.3.1 Activité trophique	15
I.5.4 Abreuvement	15
I.5.5 Durée de vie	16
I.6 Préférendum climatique	16
I.7 Densité de population	16

I.8 Les ennemis naturels	16
I.8.1 Prédateurs	16
I.8.2 Parasites	17
I.9 Méthodes de capture et d'identification	17

Chapitre II

La bave d'escargot

II.1 Histoire et présent	20
II.2 La bave d'escargot	20
II.3 Les glandes sécrétrices du mucus.....	21
II.3.1 Dans la région dorsale.....	21
II.3.2 Dans la région ventrale.....	22
II.3.3 Dans la zone transitoire	22
II.4 Comparaison biochimique	22
II.5 Composition de mucus ou la bave d'escargot.....	23
II.6 Les bienfaits de la bave d'escargot.....	24
II.6.1 L'action hydratante et nourrissante de la bave d'escargot.....	25
II.6.2 L'action régénérante de la bave d'escargot	25
II.6.3 L'action cicatrisante de la bave d'escargot.....	25
II.6.4. L'action purifiante de la bave d'escargot.....	25
II.6.5 L'action antioxydante.....	25
II.6.6 L'action exfoliante de la bave d'escargot.....	26

Chapitre III

Les plantes

III-Généralités sur le Thym (<i>Thymus vulgaris</i>)	28
III.1 Historique et botanique	28
III.2 Description morphologique	28
III.3. Distribution géographique et classification de Thym	29
III.3.1. Dans le monde	29
III.3.2. En Algérie	29
III.4 CLASSIFICATION BOTANIQUE.....	30
III.5 Propriétés du Thym.....	30
III.2 Généralités sur la Mauve(<i>Malva sylvestris</i>).....	31
III.2.1 Historique et botanique	31
III.2.2 Description morphologique	31
III.2.3 Classification botanique.....	32
III.2.4 Nomenclature et appellation	32
III.2.5 Répartition géographique.....	33

III.2.6 Principaux constituants chimiques.....	33
III.2.7 Utilisation traditionnelle	33
III.2.7.1 Usages humains traditionnels	33
III.2.7.2 Usages vétérinaires traditionnels	34
III.3 Généralités sur la Laitue(<i>Lactuca sativa</i>)	35
III.3.1 Historique et botanique	35
III.3.2 Description morphologique	35
III.3.3 Propriétés du <i>Lactuca sativa</i>	36
III.3.4-Répartition géographique	37

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV

MATERIEL ET METHODES

IV.1 Matériel et méthodes	40
IV.1.1. Matériel	40
IV.2 Methodes	42
IV.2.1 L'élevage des escargots	42
IV.2.2 L'utilisation de la bave d'escargot.....	46

CHAPITRE V

RESULATS ET DISCUSSION

V.I Résultats.....	58
V.II Discussion	68

Conclusion

Les ReferenesBibliographiques

Résumés

Liste des Tableaux

Tableau 1 : classification botanique, selon Quézel,.....	30
Tableau 2 : Classification botanique de <i>Malva sylvestris</i> L.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3 : Les noms vernaculaires de <i>Malva sylvestris</i> L.	32
Tableau 4 : classification botanique APG III de <i>Lactuca sativa</i> s.....	36
Tableau 5 : la moyenne de poids des <i>Helix aspersa</i> nourris avec la Laitue (<i>Lactuca sativa</i>).	58
Tableau 6 : la moyenne de poids des <i>Helix aspersa</i> nourris avec le Thym (<i>Thymus vulgaris</i>).	58
Tableau 7 : la moyenne de poids des <i>helix aspersa</i> nourris avec la Mauve (<i>Malva sylvestris</i>).	59
Tableau 8 : la moyenne de la taille des coquilles d` <i>Helix aspersa</i> nourris avec la Laitue(<i>Lactuca sativa</i>).	60
Tableau 9 : la moyenne de la taille des coquilles d` <i>Helix aspersa</i> nourris avec le Thym (<i>Thymus vulgaris</i>).	61
Tableau 10 : la moyenne de la taille des coquilles d` <i>Helix aspersa</i> nourris avec la mauve (<i>Malva sylvestris</i>).	61
Tableau 11 : statistique descriptive de la variabilité de croissance coquillère (Taille en cm ²) d` <i>Helix aspersa</i> vis-à-vis trois espèces végétales (Laitue, Thym, Mauve). ...	63
Tableau 12 : statistique descriptive de la variabilité de croissance pondérale (poids en g) d` <i>Helix aspersa</i> vis-à-vis trois espèces végétales (Laitue, Thym, Mauve).	64
Tableau 13 : Valeurs nutritionnelles pour 100 g du Thym, Mauve, Laitue selon respectivement.	66

Liste des Figures

Figure 1 : Distribution d'Helix aspersa.	6
Figure 2 : Coquille d'Helix aspersa	8
Figure 3 : Accouplement de Petit-Gris	10
Figure 4 : Petit-Gris en position de ponte	11
Figure 5 :L'anatomie interne de l'escargot.....	18
Figure 6 : Analyse des composants de la bave d'escargot.....	24
Figure 7 : Aspect morphologique de Thymus vulgaris.....	29
Figure 8 : Malva Sylvestris L.	32
Figure 9 :La laitue (lactuca sativa)	36
Figure 10 :Le matériel utilisé	41
Figure 11 :L'élevage de Helix aspersa	42
Figure 12 :Critères de description et de mensuration de la coquille de Helix aspersa.	43
Figure 13 : Protocole expérimental.....	45
Figure 14 : Analyse de la variabilité de croissance coquillère (Taille en cm ²) d'Helix aspersavis-à-vis trois espèces végétales (Laitue, Thym, Mauve).	64
Figure 15 : Analyse de la variabilité de croissance pondérale (poids en g) d'Helix aspersa vis-à-vis trois espèces végétales (Laitue, Thym, Mauve).	65
Figure 16 :Croissance de poids d'Helix aspersa.....	65
Figure 17 :Croissance de taille coquillère d'Helix aspersa.....	65
Figure 18 : Composition biochimique du pied de l'escargot Helix aspersa.....	67
Photo 1 : Mensurations et pesée d'Helix aspersa.....	44
Photo 2 : Escargot en estivation.....	44
Photo 3 : Application de la bave sur les sujets acnéiques.....	46
Photo 4 :Résultat de l'application de la bave d'escargot sur les sujets acnéiques après 20 jours	73
Photo 5 :Résultat de l'application de la bave d'escargot sur les sujets acnéiques après 20 jours	73

Liste des abréviations

CMC : carboxymethyl cellulose

FDA : Food and Drug Administration

KDa : kilodalton, unité de mesure de masse moléculaire

PDI : protéine disulfure isomérase

INTRODUCTION

Introduction

Les escargots sont des Mollusques Gastéropodes terrestres, pulmonés, appartenant à l'ordre des Stylommatophores. *Helix aspersa* est un Gastéropode de la famille des Helicidae (Bonnet et al, 1990)

C'est une espèce d'escargot comestible facile à récolter et très répandue en Algérie, surnommé le "Petit-gris». Il vit principalement dans les jardins, les lieux cultivés, les friches, les haies. Son régime trophique caractérise une herbivorie de type généraliste. La diversité des plantes dont il se nourrit en fait un consommateur important dans les biotopes dans lesquels il évolue. Les herbivores influent de manière importante sur la composition des communautés végétales et le fonctionnement des écosystèmes (Baptiste et al, 2014).

Le régime alimentaire d'un animal, du point de vue qualitatif et quantitatif est d'une importance fondamentale en biologie et en écologie (Otchoumou et al 2005).

Les escargots possèdent plusieurs critères ; leur capacité à accumuler divers xénobiotiques dans leurs tissus, leur nombre suffisant, leur large distribution, leur échantillonnage facile, leur tolérance aux métaux et aux contaminants organiques (KS El-Gendy et al 2021).

Dès les temps préhistoriques, les humains ont consommé de la chair d'escargot qui est riche en protéines (12-16%) et en fer (45-50mg/kg) mais pauvre en lipides. Elle contient par ailleurs presque tous les acides aminés indispensables au corps humain (Cobbinah et al, 2008). En médecine plusieurs travaux ont constaté l'effet des substances issues de l'escargot sur la santé humaine : activité mucolytique *in vitro*, action inhibitrice sur les cultures de bacilles coquelucheux, une activité spasmolytique, un effet broncho-relaxant (Bonnemain, 2003).

Ces dernières années, le domaine de la technologie cosmétique a connu un grand intérêt de la bave d'escargot, un produit naturel aux propriétés cosmétiques et médicinales fascinantes. C'est une sécrétion produite par les escargots terrestres qui remplit des fonctions vitales pour eux, telles que les processus de réparation et de régénération (Paulina, 2008).

Helix aspersa est très prisé comme escargot comestible, principalement en Europe mais aussi en Asie, en Amérique du Nord et en Afrique. L'héliciculture commerciale est principalement celle d' *Helix aspersa*. Elle est également pratiquée dans de nombreux pays et a été encouragée dans les pays en développement où cette activité peut représenter une source de protéines pour consommation locale (CABI, 2020).

Introduction

Les escargots pulmonaires utilisent la chimioréception à distance et le goût pour réaliser leurs choix, les préférences alimentaires étant influencées par la composition biochimique des plantes et surtout par les métabolites secondaires (Chevalier et al., 2000).

La diversité du régime alimentaire des escargots varie quantitativement et qualitativement avec la saison et la disponibilité des plantes, et les escargots ne mangent pas au hasard. Ils consomment une variété de plantes cultivées et sauvages. Parmi les plantes préférées par *Helix aspersa* la laitue (*Lactuca sativa*) et l'ortie (*Urtica dioica*), lierre (*Hedera helix*) (Iglesias et Castillejo, 1998).

Notre objectif consiste à étudier la préférence alimentaire de l'escargot *Helix aspersa* envers quelques plantes : la laitue, le thym et la mauve (Thym et la mauve sont connus depuis longtemps comme des plantes médicinales).

Le Thym (*Thymus vulgaris*) une plante de la famille des Lamiacées qui manque d'effets secondaires connus majeurs. La revue de la littérature indique que l'utilisation orale de *Thymus vulgaris* peut avoir certains avantages comme un traitement mucolytique, antiseptiques, anti-inflammatoire, antitussif (Ghahremani et al, 2021).

La mauve (*Malva sylvestris*) une plante de la famille des Malvacées. Elle a été utilisée pour traiter de nombreuses maladies, telles que les troubles gastro-intestinaux, les douleurs abdominales, la diarrhée et les maladies respiratoires (Seddighfar et al, 2020)

Notre travail se divise en deux parties : la partie bibliographique et la partie expérimentale.

Dans une première partie, nous évoquerons la biologie et l'écologie d'*Helix aspersa*, l'intérêt de la bave d'escargot et les plantes (laitue la mauve et le thym).

La partie expérimentale se divise en deux chapitres : matériel et méthodes, résultats et discussion. Enfin une conclusion et des perspectives.

Partie bibliographique

Chapitre I

Bio-écologie *d'Helix aspersa*

I-Etymologie du mot « escargot »

Le mot espagnol « caracol » est probablement à l'origine du mot français « escargot », ainsi introduit en France via la Rochelle où les marins espagnols et portugais venaient se ravitailler. A cette appellation, il faut ajouter d'autres noms tels que : « hélice » (par référence à la forme de sa coquille) ou « colimaçon ». On désigne également l'escargot différemment selon les régions. A titre d'exemple « carago » (l'escargot de Marseille), « cantareu » (l'escargot de Nice), « Luma » (l'escargot de Poitou) ...etc. (Bonnet et al/1990).

Selon les mêmes auteurs, sur 400 espèces d'escargots vivant à l'état naturel, il n'y a que six qui font l'objet de transactions commerciales importantes :

- L'escargot Petit-Gris (*Helix aspersa aspersa* ou Müller).
- L'escargot de Bourgogne (*Helix pomatia*).
- L'escargot Gros-Gris (*Helix aspersa maxima*).
- L'escargot Tapadou ou Apatelli (*Helix aperta*).
- La mourguette (*Eobonia vermiculata*).
- L'escargot Turc (*Helix lucorum*).

Dans notre étude, nous allons prendre pour modèle l'escargot : Petit-Gris : *Helix aspersa*

I.2 Distribution géographique d' *Helix aspersa* Müller (Petit-Gris)

Sa distribution naturelle dans les régions suivantes : Royaume-Uni, l'Italie, la France et le long des frontières des mers Méditerranée et Noire. Il est introduit en Argentine, Australie, Canada, Chili, Haïti, la Nouvelle-Zélande, le Mexique, Le Sud d'Afrique, Etats-Unis et les îles de l'Atlantique (Dekle & Fasulo, 2008)



Figure 1 : Distribution d' *Helix aspersa* (d'après Madec 1989 ; Jørgensen & Sørensen 2008 ; Ansart et al. 2009 in Dahirel 2014).

I.3 Classification

Helix aspersa (Müller, 1774) est un Mollusque gastéropode, pulmoné terrestre, aussi nommé *Cantareus aspersus*, *Cornu aspersum*, *Criptomphalus aspersus* dans la nomenclature récente ou le petit gris (Barker, 2001).

Selon Bonnet et al 1990, sa position systématique est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Mollusca

Classe : Gastéropode

Sous-classe : Pulmoné

Ordre : Stylomatophora

Super-famille : Helicacea

Famille : Helicidae

Sous famille : Helicinae

Genre : *Helix*

Espèce : *Helix aspersa* (Müller, 1774)

I.3.1 Sous-Famille des Helicinae

Selon Grasse 1968, les espèces de cette sous famille se caractérisent par une coquille généralement grande et robuste, carénée ou arrondie, ordinairement non ombiliquée, rarement pileuse ornée de 5 bandes. Péristome presque toujours épaissi, souvent dilaté ou réfléchi. Mâchoire comprenant de 2 à 9 cotes. Dent centrale de la radula unicuspidée ou tricuspidée ; latérales avec ou sans cuspide latérale. Sac du dard toujours simple. Dard en générale effilé montrant de 2 à 4 arrêtes longitudinales et une couronne basale. Les glandes muqueuses sont plus ou moins ramifiées. Le conduit de la poche copulatrice porte un diverticule plus ou moins long. Le rétracteur du pénis est fixe d'une part à l'épiphallus, d'autre part au diaphragme ; le flagellum est plus ou moins long.

I.4 Biologie

L'escargot « Petit-gris », *Helix aspersa*, sa taille est plus petite que les autres espèces de ce genre, son diamètre varie de 30 à 40 mm pour un poids vif adulte se situant entre 6 et 15g.

A l'état de rétraction le corps est inclus totalement dans la coquille spiralée caractéristique des mollusques gastéropodes. En extension la coquille ne protège que la partie postérieure de la masse viscérale (Bonnet et al 1990).

I.4.1 Le tégument

D'après Heusser & Dupuy (2010), le tégument est typiquement constitué d'un épiderme simple au sein duquel des cellules glandulaires muqueuses sont insérées. Il surmonte un tissu conjonctif dans les espaces duquel circule l'hémolymphe, associé dans le pied à d'abondantes fibres musculaires lisses. L'animal se déplace grâce à des contractions de la musculature longitudinale du pied, se propageant sous forme d'ondes.

I.4.2 Coquille

Helix aspersa possède une coquille globulaire (hauteur : 25 - 35 mm, diamètre : 25 - 40 mm) avec 5 à 4,5 spires. La coquille avec des lignes de croissance irrégulières est brillante à brun foncé avec jusqu'à cinq ceintures tachetées. (Annegret, 2010)

Elle est formée d'une seule pièce enroulée en hélice d'un cône très allongé. L'ouverture de la coquille est bordée par le péristome, et le sommet est l'apex. L'enroulement est dextre (dans le sens des aiguilles d'une montre) et se fait autour d'un axe creux, la columelle autour de laquelle s'attache le muscle rétracteur du pied (muscle columellaire), cet axe débouche à

l'extérieur par un petit orifice, l'ombilic, encerclé par le dernier tour de la coquille (Boue et Chanton, 1978).

Selon Heusser & Dupuy(2011), la coquille est typiquement composée de trois couches :

- 1- Le périostracum externe et très résistant, de nature organique ; il est composé de conchyoline tannée.
- 2- L'ostracum moyen, très épais, comportant une couche superficielle de prismes et une couche profonde de lamelles entrecroisées. Il est également constitué d'une matrice organique formée notamment de conchyoline, et imprégnée de carbonate de calcium (CaCO_3).

Tous deux sont synthétisés par le lobe le plus externe du bord du manteau.

- 3- L'hypostracum interne, plus fin, constitué d'une substance porcelanée ou de nacre. Il est produit par toute la surface du manteau.

En relation avec sa composition, la coquille des Mollusques a une consistance dure et est rigide. Elle joue le rôle de squelette et permet en particulier l'insertion des muscles. En position externe, elle assure parallèlement la protection de l'animal.

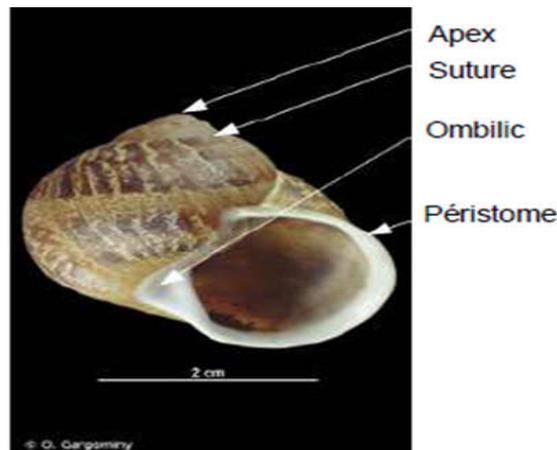


Figure 2: Coquille d'*Helix aspersa*(d'après O. Gargominy, site : www.inpn.mnhn.fr).

I.4.3 Le corps

Le corps mou est protégé par une coquille élaborée par un repli tégumentaire, le manteau. Il comporte une tête portant les organes sensoriels, contenant les centres nerveux antérieurs, et présentant en position ventrale la bouche munie d'une radula. Il est également muni d'un pied à vocation locomotrice et d'une masse viscérale dorsale regroupant l'essentiel des organes. Le cœlome est primitivement représenté par trois cavités associées respectivement au cœur (cardiocœle), au rein (néphrocœle) et à la gonade (gonocœle). L'appareil circulatoire est ouvert sur une cavité corporelle, l'hémocœle, ménagée dans les espaces du tissu conjonctif

notamment. Le manteau ménage une cavité palléale, en continuité avec le milieu extérieur et dans laquelle sont ouverts les orifices digestif postérieur, excréteurs et génitaux. Le poumon y est également localisé (S. Heusser & H.-G. Dupuy 2011).

I.4.4 Anatomie interne

I.4.4.1 Appareil respiratoire

Le poumon est situé en position dorsale et antérieure par rapport à la masse viscérale 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 (S. Heusser & H.-G. Dupuy 2011).

I.4.4.2 Système nerveux

Le système nerveux de l'escargot est composé de deux parties (Rousslet, 1979) :

- **Système stomatogastrique ou sympathique**

Il innerve la plus grande partie du tube digestif et comprend une paire de petits ganglions dits ganglions buccaux, placés sous le bulbe buccale et reliés par deux petits cordons nerveux.

- **Système nerveux central**

Il comprend les ganglions cérébroïdes, les ganglions pédieux et le système viscéral.

I.4.4.3 Organes de sens

Selon Boue et Chanton 1978, en dehors des cellules neuro épithéliales, on trouve :

- Deux tentacules antérieurs tactiles et gustatifs.

- Deux tentacules postérieurs présentant, du côté interne, un organe olfactif et, à l'extérieur un œil formé par une cupule de cellules pigmentées abritant des cellules sensorielles.

- Deux otocystes, logés chacun dans une cavité close près du ganglion pédieux, mais innervés par les ganglions cérébroïdes.

I.4.4.4 Appareil circulatoire

Selon Rousslet 1979 ; l'appareil circulatoire comprend fondamentalement les parties suivantes :

Le cœur, emballé dans le péricarde et constitué d'une oreillette antérieure et d'un ventricule postérieur, deux aortes issues du ventricule : une aorte antérieure irrigant le pied et la région céphalique et une aorte postérieure allant au tortillon, envoyant ainsi toutes deux des artères

aux différents organes, enfin un système de veines et de sinus veineux ramenant le sang au cœur.

I.4.4.5 Appareil génital

Selon Pirame 2003, l'escargot est hermaphrodite. Cette particularité explique la complexité de l'appareil qui est formé d'organes à la fois mâles et femelles. Il comprend :

- Une gonade, ou ovotestis, où se forment ovules et spermatozoïdes située à l'extrémité postérieure de l'hépatopancréas- un canal hermaphrodite servant à l'évacuation des gamètes.
- Une glande de l'albumine qui élabore les réserves vitellines
- Un ovospermiducte

Puis l'appareil se divise en deux voies :

- La voie mâle comprenant un spermiducte où les spermatozoïdes s'accumulent en un spermatophore ainsi qu'un organe copulateur, le pénis.
- La voie femelle comprend la poche qui sécrète le dard calcaire lors de l'accouplement, le vagin et l'orifice génital.

Le cycle de vie d' *Helix aspersa* se divise en trois phases :

- **Accouplement**

Les *Helix aspersa* sont des hermaphrodites mais sont incapables de s'auto-fertiliser (Falkner et al. 2001). Un escargot mature s'accouple de 2 à 6 fois en une seule saison et l'accouplement nécessite de 4 à 12 heures. Ainsi, les deux animaux reçoivent des spermatozoïdes en très grand nombre (chaque éjaculat contient environ $5,5 \times 10^6$) à chaque accouplement (CABI, 2020).



Figure 3 : Accouplement de Petit-Gris (Ian Dunster, in Dahirel, 2014). Le repli de la coquille « bordaison » est bien visible sur les deux individus.

- Ponte

Les escargots déposent des œufs blancs sphériques ou ovales d'environ 3 à 5 mm de diamètre dans une cavité de 4 à 7 cm de profondeur que l'escargot a creusée avec sa patte dans un sol meuble et humide. La masse d'œufs est dissimulée par un mélange de terre et de mucus sécrété suivi d'un ruban fécal en contact avec la couvée et le nid est recouvert de terre. La ponte a lieu environ 2 semaines après la fécondation et sa durée est de 10 à 35 heures. Les escargots des populations naturelles pondent deux ou trois fois par saison pendant au moins 2 ans, le nombre d'œufs par couvée variant en moyenne 100-120 (Madec et Daguzan, 1993).



Figure 4 : Petit-Gris en position de ponte (Ronald Chase In Dahirel, 2014).

- Incubation-éclosion

Après la ponte, dès les premiers jours d'incubation, l'embryon élabore une coquille protéique qui se calcifie au cours de son développement. En conditions naturelles, la durée d'incubation varie de 15 à 30 jours. Il se libère par rupture de la membrane externe de l'œuf qu'il consomme. Le nouveau-né va séjourner dans le «nid de ponte» de 6 à 10 jours ; puis il remonte jusqu'à la surface du sol. Il pèse alors de 10 à 40 mg, mesure 2 à 4 mm de diamètre, il est apte à se nourrir (Pirame 2003)

I.4.4.6 Appareil excréteur

Suite à la torsion de la masse viscérale ; il n'en subsiste qu'un seul rein, le gauche (Boue et Chanton, 1978).

Le rein unique, appelé aussi organe de Bojanus, de couleur gris-jaunâtre est situé entre le cœur et le rectum, de forme triangulaire, il est formé de deux parties, l'une proprement

excrétrice, l'autre étant une vessie d'accumulation d'où part un fin canal urinaire aboutissant à l'orifice excréteur situé entre l'anus et le pneumostom (Popple et Tribune., 2002).

I.4.4.7 Appareil digestif

L'ensemble de l'appareil digestif offre à considérer, de la bouche à l'anus :

La cavité buccale à laquelle se rattache la mâchoire, le pharynx, où fait saillie l'odontophore ou débouchent les conduits salivaires, l'œsophage, l'estomac qui reçoit par les conduits les sécrétions de la glande digestive, l'intestin et le rectum (Grasse, 1968)

Complexe buccal : bouche, mâchoire et radula (*Helix aspersa*)

Dans la région antérieure de l'animal, la bouche est ouverte sur une cavité buccale constituée de trois structures principales (S. Heusser & H.-G. Dupuy 2011) :

- 1- une mâchoire dorsale, enchâssée sur un repli de l'épithélium qui secrète des scléroprotéines. Localisée à l'avant de la cavité buccale, elle est impliquée dans le déchiquetage des aliments dont se nourrit l'animal.
- 2- une radula ventrale, supportée par une expansion du plancher buccal, l'odontophore ; elle se présente quant à elle comme un ruban hérissé de dents, disposées en rangées successives. La contraction de muscles protracteurs et rétracteurs provoque des mouvements de va-et-vient de cette structure, permettant aux dents les plus antérieures de râper les aliments au contact desquels elles se trouvent.
- 3- Le stomodéum de l'Escargot est ainsi organisé en un complexe buccal musculeux, de même que chez la plupart des Mollusques.
- 4- un équipement sensoriel chimio sensible.

Complexe radulaire (*Helix aspersa*)

D'après S. Heusser & H.-G. Dupuy (2011) ; l'odontophore, qui constitue le support de la radula, est associé à un tissu de soutien qualifié de cartilage présent ventralement et dorsalement. La mise en mouvement de l'odontophore par une musculature spécialisée, responsable de sa projection vers l'avant hors de la bouche, permet le positionnement de la radula au contact des aliments. Cette dernière est élaborée par une gaine radulaire localisée en position dorsale par rapport à l'odontophore. La gaine radulaire correspond à une invagination de l'épithélium ventral de la cavité buccale. Au fond de l'invagination les odontoblastes sécrètent le ruban et les dents. Au fur et à mesure de sa production, la radula progresse vers la cavité buccale entre l'épithélium supérieur et inférieur de la gaine radulaire, qui accompagnent sa progression. Ces deux tissus sont responsables de modifications

progressives de la composition de la radula. Constituée de chitine associée à des protéines à l'origine, elle subit un tannage quinonique et une minéralisation qui provoquent un durcissement des dents notamment

- **Glandes salivaires (*Helix aspersa*)**

Selon les mêmes auteurs, la cavité buccale reçoit les sécrétions de deux glandes salivaires accolées au tube digestif antérieur qui apparaissent constituées de deux principaux types de cellules glandulaires, des cellules muqueuses qui produisent des mucopolysaccharides et des cellules séreuses qui produisent des protéines enzymatiques. Ces produits de sécrétion sont pris en charge par des canaux évacuateurs qui les acheminent vers la bouche, où elles agissent sur les particules issues de l'abrasion des aliments par la radula (agglutination par le mucus, digestion par les enzymes).

- **Tube digestif : intestin (*Helix aspersa*)**

S. Heusser & H.-G. Dupuy(2010) rappellent que la cavité buccale communique avec le tube digestif constitué successivement de l'œsophage, de l'estomac, de l'intestin puis du rectum ouvert sur le milieu par l'anus.

Estomac et intestin forment le mésentéron, région moyenne du tube digestif. Elle est caractérisée par la différenciation d'une volumineuse « glande digestive », l'hépatopancréas, à laquelle elle est connectée par des canaux (S. Heusser & H.-G. Dupuy2010).

Du point de vue fonctionnel, la portion tubuleuse de l'œsophage achemine les particules alimentaires, grâce au battement de la ciliature, vers le jabot où elles s'accumulent et où intervient la première étape de la digestion. L'estomac est pour sa part le siège d'un traitement mécanique des particules alimentaires accompagné d'un traitement chimique, alors que l'intestin semble posséder un rôle digestif relativement discret, limité à des processus d'absorption et de réabsorption ainsi qu'une fonction de modelage des fèces(S. Heusser & H.-G. Dupuy2010).

- **Hépatopancréas**

D'après S. Heusser & H.-G. Dupuy(2010), l'hépatopancréas occupe un volume important de la masse viscérale. Il est formé de deux lobes, chacun étant relié au mésentéron par un canal hépatopancréatique. Les lobes de l'hépatopancréas apparaissent formés par la juxtaposition de nombreux tubules. La paroi des tubules hépatopancréatiques est constituée d'un épithélium simple et haut. Les cellules qui le composent présentent des morphologies diverses mais relèvent de trois catégories principales :

- Des cellules sécrétrices, produisant des enzymes digestives déversées dans la lumière des tubules et responsables de la digestion extra-cellulaire des substances nutritives ;
- Des cellules absorbantes, réalisant la phagocytose des particules alimentaires de la lumière des tubules et responsables de la digestion intracellulaire ;
- Des cellules indifférenciées, basales, permettant le renouvellement des autres types cellulaires.

Les particules alimentaires sont acheminées du tube digestif vers les tubules grâce aux mouvements de la ciliature apicale des cellules épithéliales, les résidus de la digestion empruntant la même voie en sens inverse. Les tubules sont le siège d'une digestion extra-cellulaire et intracellulaire des particules alimentaires.

I.5 Ecologie

La niche écologique des escargots est très variée. Leur étonnante faculté d'adaptation leur permet de survivre même lorsque les conditions climatiques et le manque d'aliment semblent rendre la vie impossible. Ces mollusques opposent à toute difficulté, une résistance passive, en évitant de gaspiller leur énergie. Leur capacité de jeûne est extraordinaire (ZONGO, 1994 in Karamoko, 2009).

I.5.1 Le rythme de vie de l'escargot

Ce gastropode se caractérise par deux cycles d'activités : activités journalières et activités saisonnières.

I.5.1.1 Activité journalière

Elle est en relation étroite avec la photopériode. La phase d'activité débute à la tombée de la nuit et à une durée de 6 heures et la phase d'inactivité est relative à une durée inférieure à 18 heures, durant cette phase l'escargot est en repos et ne manifeste que l'activité locomotrice, sexuelle ou nutritionnelle. L'escargot est un animal nocturne : trois nuits d'activité sont suivies d'une nuit de repos et son activité débute au printemps et s'achève en novembre ou il rentre en hibernation (www.elevage-escargots.com).

I.5.2 Activité saisonnière

I.5.2.1 Estivation

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 plus au moins normaux L'animale est complètement rétracté à l'intérieure de sa coquille (operculé) dont

l'ouverture est fermée par l'intermédiaire des matières muqueuses et calcaires secrétées par le mollusque lui-même. Les réserves d'eau et énergétiques connaissent dans cette période une nette diminution (www.elevage-escargots.com).

I.5.2.2 Hibernation

Durant la période hivernale, l'escargot entre en léthargie : rideau de mucus solidifiés ; épiphragme, l'animal vit sur ses réserves (perte de 30 % de son poids en eau). Les réserves et le poids perdus seront compensés pendant le printemps (www.elevage-escargots.com).

I.5.3 Habitat

Helix aspersa habite des endroits abrités et se trouve généralement dans des zones de sols riches en base, de haies, de falaises, de carrières, de cimetières, de jardins urbains et de terrains vagues négligés. On le trouve également dans les forêts de feuillus (Kerney, 1999).

I.5.3.1 Activité trophique

Helix aspersa sont considérés par certains comme des ravageurs, ils se nourrissent souvent de plantes de jardin. Ils sont herbivores et se nourrissent de végétation en décomposition, d'algues, de champignons, de lichens et de feuilles de plantes. Ces escargots ont une bactérie symbiotique dans leur récolte qui leur permet de digérer la cellulose, ils sont connus pour se nourrir de papier et de carton humides. Ils sont connus pour manger les aliments suivants (www.manandmollusc.net) :

Légumes : chou, carotte, chou-fleur, céleri, haricot, betterave, choux de Bruxelles, laitue, mangold, oignon, pois, radis, tomate et navets.

Céréales : orge, avoine et blé.

Fleurs : alyssum, antirrhinum, aster, baume, œillet, candytuft, chrysanthème, dianthus, dahlia, delphinium, rose trémière, pied d'alouette, lys, marguerite, mignonette, capucine, pensée, pentstemon, pétunia, phlox, bouillon, pois de senteur, verveine, et zinnia.

Arbres : pomme, abricot, agrumes, pêche et prune. Arbustes : hibiscus, magnolia et rose.

I.5.4 Abreuvement

L'eau de boisson est indispensable à l'escargot. Un abreuvoir trop profond peut entraîner la mort des escargots par noyade (Stiévenart et Hardouin J. 1990)

I.5.5 Durée de vie : Dans des conditions optimales, *Helix aspersa* atteint un diamètre de 16 à 20 mm en un an et de 26 à 33 mm la deuxième année. Ils ont une durée de vie de 2 à 5 ans (www.manandmollusc.net). Chez cette espèce à croissance déterminée, la « bordaison » marque la fin de la croissance somatique et la maturité sexuelle. (Gomot & Enée 1980)

I.6 Préférendum climatique

Les escargots préfèrent un taux élevé d'humidité de l'air (de 80 à 90%); ils sont d'ailleurs actifs durant périodes humides du jour (aurore et crépuscule) et pendant la nuit. Leur tégument s'opposant très mal la déshydratation, il faudra donc prescrire une aération suffisante (Stiévenart et Hardouin J.1990)

Helix aspersa est plutôt eurytherme : actifs entre 7 et 27°C, les petits-gris peuvent supporter des températures plus extrêmes (froides ou chaudes) pendant des intervalles de temps prolongés (jusqu'à plusieurs mois), en entrant en dormance. Cependant, ils ne peuvent pas supporter de longues périodes de gel. Les escargots choisissent de préférence des microhabitats avec une intensité lumineuse et rejettent les microhabitats faiblement éclairés avec des substrats lisses (CABI, 2020).

I.7 Densité de population

À proximité d'abris ou plantes particulièrement favorables les quelques valeurs citées varient de 1 à 20 individus/m² (Dahirel, 2015). Par contre en élevage intensif ces densités peuvent dépasser 300 escargots/m² (Dupont- Nivet et al, 2000). En termes de poids d'escargot, la densité recommandée est de 1 à 1,5 kg par m² car la densité d'élevage affecte la croissance et la capacité de reproduction et la bave accumulée empêche en effet la reproduction (Cobbinah et al 2008).

I.8 Les ennemis naturels

I.8.1 Prédateurs

Les escargots terrestres sont une source de nourriture pour de nombreux animaux, y compris les mammifères (rongeurs, hérissons, musaraignes, blaireaux, sangliers, mustélidés), de nombreuses espèces d'oiseaux (pies, grives, merles, canards, hiboux), reptiles (lézards, tortues, serpents) , amphibiens (grenouilles, salamandres, tritons), myriapodes, insectes (certains Diptera, Carabidae, Staphylinidae, Lampyridae, Silphidae), planaires, araignées (*Porrhothele antipodiana*) et escargots terrestres prédateurs (par exemple *Euglandina rosea* , *Rumina decollata*), utilisés pour la lutte biologique (CABI, 2020).

I.8.2 Parasites

Flechtmann et Baggio (1985) ont étudié les effets d'une espèce d'ectoparasite *Riccardoellalimacum*, acarien hématophage qui vit dans la cavité pulmonaire des gastéropodes terrestres, sur *Helix aspersa* et ont signalé que lorsque la population d'acariens était suffisamment élevée, la mortalité des escargots était élevée.

Les nématodes endoparasites (*Alloionemaappendiculatum*, *Nemhelix bakeri*, *Phasmarhabditis hermaphrodita*, *Rhabditis maupasi*, *Angiostoma aspersae*) peuvent également affecter la reproduction ou entraîner la mortalité, en particulier dans les fermes d'élevage (CABI, 2020).

Les épizooties, apparaissant régulièrement pendant la saison sèche dans les fermes d'élevage d'*Helix aspersa*, ont été liées à des souches pathogènes de la bactérie *Aeromonashydrophila* et une fluorescence jaune entraînant la mort pourrait être causée par la formation de bactéries du genre *Pseudomonas* (CABI, 2020).

Les œufs d'*Helix aspersa* peuvent être envahis par des microbes, notamment des champignons. Le champignon le plus fréquemment décrit est une espèce de *Fusarium*, responsable des «couvées roses», déclenchant la dégradation des œufs (CABI 2020).

I.9 Méthodes de capture et d'identification

Les Gastéropodes terrestres sont à rechercher à vue dans les biotopes favorables et de préférence par temps doux et humide. Par temps sec, on pourra rechercher escargots et limaces dans tous les micromilieus humides pouvant servir d'abri pendant la journée : pierres, branches mortes, litière, base des plantes... une bonne partie des espèces les plus grandes pourront être localisées de cette manière. Les escargots les plus petits devront être recherchés plus méthodiquement, par tamisage de la litière du sol par exemple. Les pièges Barber (pots enterrés) mais aussi le fauchage peuvent également être utilisés, notamment pour capturer respectivement les espèces les plus mobiles ou celles qui se tiennent sur les tiges des plantes pendant la journée (Karas, 2009).

L'identification des espèces est relativement difficile ; la plupart des espèces peuvent être identifiées à partir de leur coquille. La taille, la forme et la coloration de celle-ci peuvent toutefois présenter une forte variabilité au sein d'une même espèce et ainsi porter à confusion (Karas, 2009).

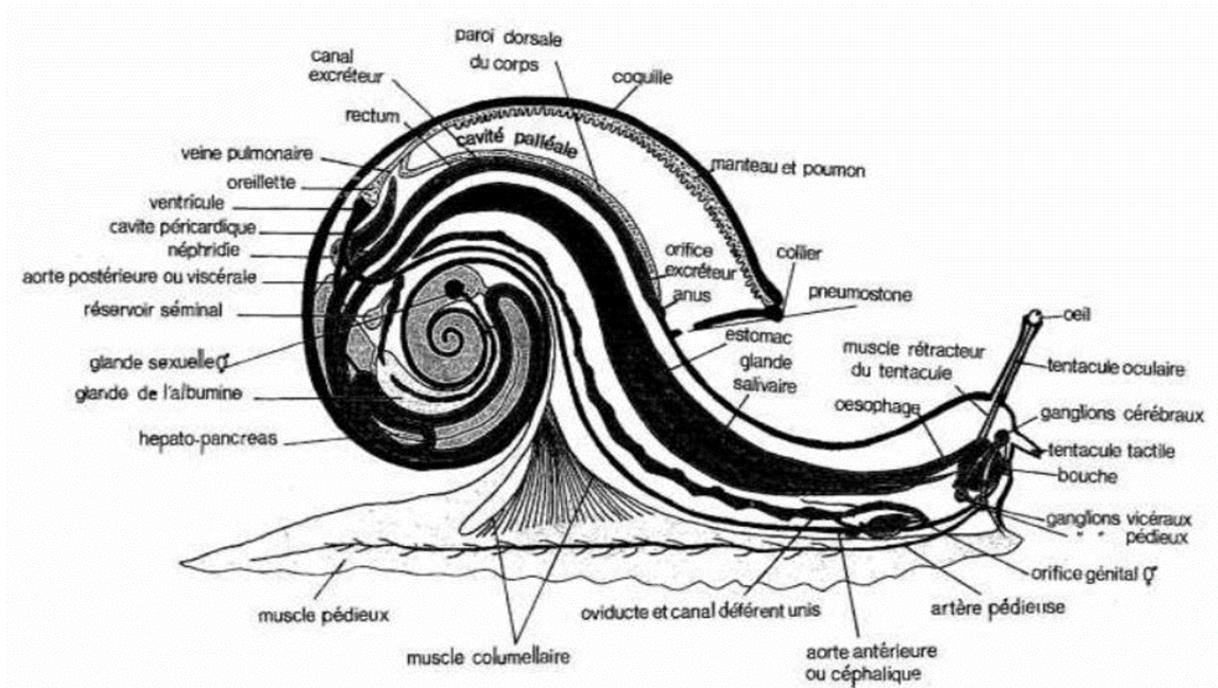


Figure 5 : Anatomie interne de l'escargot (James, 1904 in Pirame, 2003).

Chapitre II

La bave d'escargot

II.1 Histoire et présent

Depuis l'antiquité l'escargot, est utilisé en cuisine et en médecine et préparé selon plusieurs formulations. Ce rapport historique retrace la compréhension de leurs propriétés depuis l'époque d'Hippocrate, qui proposait l'utilisation de mucus d'escargot contre le protocole et de Pline qui pensait que l'escargot augmentait la vitesse d'accouchement et était "un remède souverain pour traiter les douleurs liées aux brûlures, abcès et autres blessures », Galien a recommandé les escargots contre les foetils hydrops. Au XVIII^e siècle, diverses « préparations » d'escargots étaient également recommandées pour un usage externe avec des troubles dermatologiques et en interne pour des symptômes associés à la tuberculose et à l'anéphrite. Étonnamment, le 19^e siècle a vu un regain d'intérêt pour l'utilisation pharmaceutique et médicale des escargots avec de nombreuses indications pour les préparations d'escargots. Cet intérêt pour les escargots ne s'est pas arrêté à la fin du XIX^e siècle. L'édition 1945 de Dorvault consacre un paragraphe entier aux escargots, indiquant que l'usage thérapeutique des escargots était encore vivant à cette époque. Récemment, la FDA a également montré un intérêt pour les escargots. Le ziconotide (SNXIII), un peptide synthétique provenant d'extrait d'escargot, fait l'objet d'un examen par la FDA depuis 1999. Les études précliniques et cliniques de ce nouveau médicament sont prometteuses (Bonnemain, 2005)

Plus récemment, des recherches ont montré que des extraits d' *Helix pomatia* ont un effet broncho-relaxant, induit par une augmentation significative de la biomolécule prostaglandine E2 (Pons et al, 1998).

Aujourd'hui, le mucus d'escargot est, bien qu'en tant que produit de niche, également utilisé dans le secteur cosmétique, soit directement, soit sous forme de crème commerciale, avec des promesses d' " effet régénérant de la peau ", de " lutte contre l'acné ", de " coupures cicatrisantes ". Malgré les effets curatifs potentiels du mucus d'escargot, très peu de connaissances sur la morphologie des glandes muqueuses et leur composition dans ce groupe d'animaux (Greistorfer et al 2017).

II.2 La bave d'escargot

Le pied des gastéropodes est recouvert d'une fine couche de ce mucus, qui est utilisé pour une variété de fonctions, y compris l'adhésion, la lubrification, la répulsion d'éventuels prédateurs et pour s'accoupler pendant la reproduction. Cette décharge pédiée a une apparence de gel, contenant environ 91 à 98% en poids de l'eau, selon les espèces, combiné à une petite quantité de glycoprotéines de haut poids moléculaire (Denny, 1984).

Il existe deux types de mucus chez *H. aspersa* : le mucus dit " traîné " (produit par les glandes de la région ventrale, la plante du pied, responsables de la locomotion de l'animal) ne contient qu'une faible quantité de protéines, tandis que dans le mucus " adhésif " (produit par les glandes de la partie dorsale et l'épithélium du pied latéral, est utilisé pour la fixation de l'animal au substrat formant l'épiphragme), trois bandes de protéines (82, 97 et 175 · kDa) ont été détectées (Pawlicki et al, 2004).

Il a également été décrit que la nature de la stimulation de l'escargot détermine clairement le type de sécrétion qu'il libère, qui varie d'une sécrétion visqueuse et collante produite dans des conditions normales ou par stimulation lumineuse, jusqu'à une sécrétion mousseuse et claire que l'escargot libère sous une stimulation continue et même violente (Campion, 1961).

Pour *Helix aspersa*, il est postulé que l'une des causes que les cellules glandulaires libèrent cette sécrétion, c'est que des changements de pression constants se produisent dans le système circulatoire de l'escargot, qui se produisent en raison du propre mouvement de l'escargot, qui comprime les corps cellulaires glandulaires qui répondent en libérant la sécrétion (Campion, 1961).

II.3 Les glandes sécrétrices du mucus

Selon une étude comparative réalisée par Greistorfer et al en 2017 sur les glandes sécrétrices du mucus chez *Helix pomatia* et celles d'*Helix aspersa* réalisée par Campion en 1961, ils signalent les points suivants :

L'épithélium du pied de *H. pomatia* et *H. aspersa* est semblable, il contient une seule couche de cellules cylindriques ; cependant, son épaisseur diffère d'une espèce à l'autre (chez *H. aspersa* : 25–33 µm ventralement ; chez *H. pomatia* : 50 µm ventralement) (Campion, 1961 ; Greistorfer et al, 2017).

Les deux espèces diffèrent également en ce qui concerne le nombre de glandes dans les couches glandulaires dorsale et ventrale. Cinq types de glandes différents pourraient être clairement séparés morphologiquement dans le pied dorsal et ventral de *H. pomatia* par contre Campion (1961) a différencié huit types de cellules au total dans l'épithélium du pied d'*Helix aspersa*.

II.3.1 Dans la région dorsale

La comparaison des résultats des deux espèces *Helix*, montre que le type de glande dorsale H1d chez *H. pomatia* correspond morphologiquement et histochimiquement au type de glande A chez *H. aspersa* (Campion, 1961). De même, le type de glande H2d chez *H.*

pomatia est assez similaire au type de glande B chez *H. aspersa*. Néanmoins, les deux types de glandes de *H. aspersa* sont plus gros que ceux décrits dans *H. pomatia*. Chez *H. aspersa*, des différences de taille de glande ont été notées entre le manteau et la zone du pieddorsal (Campion, 1961). Aucun type de glande chez *H. aspersa* correspond à H3d confirmant la présence d'un type de glande supplémentaire chez *H. pomatia*. Au lieu d'un type de cellule calcique spécifique, le calcium a été observé chez *H. pomatia* distribué de manière diffuse dans le tissu environnant autour de H1d.

II.3.2 Dans la région ventrale(plante du pied)

En comparant les deux espèces *Helix*, la glande ventrale H1v est similaire au type C en taille et en contenu chimique. De plus, il ne peut être exclu que le type de glande H2v décrit chez *H. Pomatia* corresponde au type de glande immature D chez *H. aspersa*. Une caractérisation ultra structurale des glandes d'*H. aspersa* peut être nécessaire pour vérifier ces hypothèses. Là encore, des cellules spécifiques contenant du calcium manquent au niveau du ventre chez *H. pomatia*.

II.3.3 Dans la zone transitoire

Entre les régions dorsale et ventrale, une sécrétion (glande de type B) et trois cellules non productrices de mucus (pigment, calcium et lipide) ont été décrites chez *H. aspersa* (Campion, 1961). Chez *H. pomatia*, seule la glande dorsale de type H2d (= glande de type B chez *H. aspersa*) est présente ventralement et la glande de type H1v (= glande de type C chez *H. aspersa*) apparaît marginalement dans la région dorsale.

II.4 Comparaison biochimique

Chez les deux espèces, *H. pomatia* et *H. aspersa*, mucus ventral dit «de traînée» est principalement constitué de glycoprotéines acides (Campion, 1961 ; Greistorfer et al, 2017).

Les analyses de lectine ont en outre confirmé la présence de fragments de sucre tels que le mannose et le fucose dans le mucus ventral de *H. pomatia* (Greistorfer et al 2017).

Le mucus dorsal appelé «adhésif» est utilisé pour la fixation de l'animal au substrat et forme l'épiphragme, qui dans le cas de *H. aspersa* est protéinique avec une petite quantité de calcium (Campion, 1961). Cependant, Campion n'a pas précisé quel type de glande contribue à la formation de l'épiphragme car les deux types de glande dorsale (glande A et B) chez *H. aspersa* contiennent des glycoprotéines acides. Chez *H. pomatia*, H2d contient également des glycoprotéines, tandis que H1d est protéinique et il y a du calcium autour de cette glande. Il est donc concevable que H1d puisse former l'épiphragme chez *H. pomatia* tandis que H2d peut fournir le mucus pour la lubrification.

De plus, chez *H. pomatia*, une quantité élevée de calcium a été mesurée dans les sécrétions de mucus ventrales, confirmant des analyses antérieures chez *H. aspersa* (Campion, 1961). Cependant, on ne sait pas encore si ce calcium est stocké dans des glandes spécifiques, est localisé autour des glandes, comme c'est le cas pour H1d, ou est sécrété par d'autres moyens. Concernant l'étude de Sophie et al 2017, une quantité élevée de potassium a pu être mesurée dans le mucus dorsal (mais pas dans le mucus ventral). En revanche, les niveaux de sodium et de magnésium semblent être très faibles par rapport à l'étude de Campion(1961). De plus, le niveau de chlorure a été mesuré qui n'avait pas été quantifié dans le passé(Greistorfer et al, 2017).

II.5 Composition de mucus ou la bave d'escargot

La composition de la sécrétion d'escargots, à la fois *Helix aspersa Müller*, ainsi que d'autres espèces, varie en raison des facteurs suivant :

Selon la manière dont elle est extraite, les conditions environnementales où elle se trouve(Campion, 1961), la saisonnalité (Davies et al,1991 ; Lira, 2008 in Paulina, 2008) et les habitudes alimentaires auxquelles elles sont soumises (Campion, 1961 ; Lira, 2008 in Paulina, 2008), les types de polluants (El-Gendy et al 2021) et par conséquent ont une influence sur les propriétés d'un produit à fabriquer avec cette bave, comme les crèmes à usage cosmétique.

Ces gels, comme la plupart des sécrétions muqueuses, sont constitués d'un réseau dilué de polymères, contenant généralement plus de 95% d'eau (Smith, 2002).

Selon Maire et Del pozo 2008 ; la bave d'escargot se caractérise par un aspect liquide transparent avec une couleur dorée et une légère odeur caractéristique et un PH entre 6,5-7,6.Elle comprend les actifs suivants d'intérêt cosmétique :

L'allantoïne : est utilisée pour maintenir le bon état de la peau, la cicatrisation des petites plaies et la stimulation de la régénération cellulaire.

Antibiotiques naturels : Ils sont capables d'agir contre les bactéries normalement présentes sur la peau, notamment *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* et *P. acnes*, en la protégeant des infections.

Protéines et vitamines : L'escargot les obtient grâce à sa nourriture végétale. Les protéines(haut et bas poids moléculaire) contribuent au bon état trophique de la peau, tandis que les vitamines ont également des propriétés anti-inflammatoires qui renforcent l'action des antibiotiques naturels contenus dans le même substrat.

Acide hyaluronique : Il a une action hydratante et régénérante, lubrifie et donne un toucher doux à la peau.

Acide glycolique : Cet alpha hydroxy acide est présent dans la bave d'escargot à une concentration capable de produire une élimination en douceur des couches les plus superficielles de cellules mortes et de favoriser leur remplacement par de nouvelles, formées sous la stimulation de l'allantoïne. L'élimination des couches superficielles de la peau contribue à améliorer la pénétration d'autres substances appliquées à sa surface, telles que l'élastine et le collagène, à travers les follicules pileux, augmentant l'action de l'ingrédient actif.

Antiprotéases : Ce sont des enzymes qui contrôlent les protéases de la peau, des protéases dédiées à la dégradation du collagène et de l'élastine. L'activation exacerbée des protéases cutanées implique la destruction du support fibreux qui forme le derme, avec formation d'affaissement et diminution de l'épaisseur de la peau. Par conséquent, les antiprotéases présentes dans la bave d'escargot aident à ralentir le vieillissement cutané.

Selon Vanden Haute et *al*, 2019, dans une étape préliminaire l'analyse des composants de la bave a été réalisée, faisant ressortir une forte concentration en acide glycolique et en collagène, de même que la présence de diverses vitamines et en particulier celles à fort pouvoir anti oxydant (vit D, E).

Paramètre	Technique	Méthode	Résultat	Unité
Acide glycolique	HPLC-UV	IOP-PCH-75	<0.12	mg/g
Allantoïne	HPLC-UV	IOP-PCH-24	<0.010	mg/g
Beta-carotène	HPLC-UV	IOP-PCH-42	<0.005	mg/g
Collagène	Spectrophotométrie	NF V04-415	<0.10	mg/g
Vitamine A (Rétinol)	HPLC-UV	IOP-PCH-14	<1.5	µg/g
Vitamine B1 (Thiamine)	HPLC-FLUO	IOP-PCH-16	<0.002	mg/g
Vitamine B2 (Riboflavine)	HPLC-UV	IOP-PCI-34	<0.020	mg/g
Vitamine B3 (Nicotinamide)	HPLC-UV	IOP-PCH-34	<0.003	mg/g
Vitamine B5 (Acide pantothénique)	HPLC-UV	IOP-PCH-34	<0.004	mg/g
Vitamine B6 (Pyridoxine)	HPLC-UV	IOP-PCI-34	<0.002	mg/g
Vitamine B8 (Biotine)	HPLC-UV	IOP-PCH-34	<20.0	µg/g
Vitamine B9 (Acide folique)	HPLC-UV	IOP-PCH-37	<3.00	µg/g
Vitamine C (Acide ascorbique)	HPLC-UV	IOP-PCI-35	<0.003	mg/g
Vitamine D3 (Cholécalciférol)	HPLC-UV	IOP-PCH-22	<0.08	µg/g
Vitamine E (Tocophérol)	HPLC-FLUO	IOP-PCH-18	<0.005	mg/g

Figure 6 : Analyse des composants de la bave d'escargot (Vanden Haute et *al*, 2019).

II.6 Les bienfaits de la bave d'escargot

Les propriétés régénératrices et anti-oxydantes de la sécrétion d'*Hélix Aspersa Maxima* (Gros Gris) ont été identifiées par plusieurs études (Brieva et *al* 2008 – Iglesias de la Cruz et *al* 2012). L'application topique (sur la peau) d'une crème à base d'extrait de bave d'escargot sur des brûlures a démontré une meilleure cicatrisation sur des plaies ouvertes en accélérant la

régénération de la peau et en diminuant la douleur (Tsoutsos et al 2009) (www.mlle-agathe.fr)

Selon des recherches réalisées par le Muséum d'histoire naturel de Paris en 2018 et l'université de Normandie en 2019 pour le compte des cosmétiques Mlle Agathe, Six fabuleuses actions des protéines de la bave d'escargot :

II.6.1 L'action hydratante et nourrissante de la bave d'escargot

Environ 80% de la peau est composée d'élastine et de collagène. Ces protéines sont naturellement présentes dans la bave d'escargot et déterminent les propriétés de souplesse et d'élasticité de la peau. Elles permettent la régénération tissulaire et notamment de lisser durablement les rides ainsi que les vergetures dans la phase de vieillissement de la peau. En d'autres mots, elles aident à faire peau neuve (www.mlle-agathe.fr)

II.6.2 L'action régénérante de la bave d'escargot

L'hémocyanine une protéine dans la bave d'escargot et les protéases à sérine, agissent sur le processus du vieillissement en activant la respiration et le renouvellement cellulaire de la peau, l'ARN hélicase. C'est une enzyme spécialisée dans des processus cellulaires cruciaux tel que la réparation de l'ADN, et la protéine RIF1 associée aux télomères sert à la stabilité des cellules et intervient dans le processus du vieillissement cellulaire et la protection de l'ADN endommagé.

II.6.3 L'action cicatrisante de la bave d'escargot

L'allantoïne et l'actine interviennent dans le processus de cicatrisation des plaies et favorisent la réparation des tissus. De plus, la myosine et la protéine PDI en s'associant à l'actine aident également à charger les peptides responsables de la réponse immunitaire. Toutes ces protéines présentes dans le mucus permettent d'aider à cicatriser en profondeur le derme et réparer les tissus (www.mlle-agathe.fr).

II.6.4. L'action purifiante de la bave d'escargot

Les Peptides Antimicrobiennes, l'Actine, et les Cytokératines servent de point d'appui au système immunitaire et aident à limiter la prolifération des bactéries sur la peau. Nous avons également démontré un effet bactériostatique sur *S. epidermidis* qui est lié à certaines infections cutanées de la peau tel que l'acné. Plus de 80% des adolescents en sont atteints (acné juvénile) et il est de plus en plus fréquent de voir l'acné persister chez l'adulte, et plus particulièrement chez les femmes (acné hormonal).

II.6.5 L'action antioxydante

Les composés oxygénés comme la Vitamine D (Vitamine D3, D4, Ergosterol) et les protéases à sérine jouent un rôle prépondérant dans le renouvellement de la peau en neutralisant l'action

des radicaux libres. (Fragment obtenu par scission d'une molécule et qui possède un électron célibataire, non apparié, ce qui lui confère une grande réactivité chimique. C'est donc une molécule instable, très réactive avec les molécules environnantes) (www.mlle-agathe.fr).

II.6.6 L'action exfoliante de la bave d'escargot

L'acide glycolique redonne de l'éclat au teint en éliminant les peaux mortes et permet de réduire les taches cutanées et les cytokératines de type II sont des kératines présentes dans les tissus épithéliaux. Ils ont la particularité d'être basiques ou neutres ($\text{pH} \geq 7$). Ils s'associent avec les cytokératines de type I pour former des filaments intermédiaires. Ils jouent un rôle dans l'établissement de la barrière épidermique sur la peau (www.mlle-agathe.fr).

-Des recherches réalisées par Di Filippo et al 2020 montrent que Les films d'emballage alimentaire ont été développés en utilisant de la bave d'escargot *Helix aspersa* et des dérivés de cellulose. Cette bave améliore fortement les propriétés mécaniques et barrières de ces films qui présentent une bonne activité antibactérienne et une barrière lumineuse UV-visible élevée. Ainsi l'ajout de bave d'escargot *Helix aspersa* réduit la solubilité des films à base de CMC.

-Un travail réalisé par Ellijimi et al 2018 montre pour la première fois que la bave d'escargot *Helix aspersa* maximale inhibait la teneur en mélanine et diminuait l'activité de la tyrosinase dans les cellules de mélanome le type le plus dangereux de cancer de la peau. Fait intéressant, contrairement à de nombreux produits de blanchiment qui ont été impliqués dans l'induction du cancer, il a été constaté que les *Helix aspersa* inhibaient la croissance de deux lignées cellulaires de mélanome humain et n'affectaient pas les cellules kératinocytaires humaines immortalisées prises comme cellules non tumorigènes.

-Pitt et al en 2015 ont constaté dans leur travail que le mucus des escargots bruns *Helix aspersa* tue une espèce particulière de bactéries dans des expériences de laboratoire. Il s'agit d'un organisme appelé *Pseudomonas aeruginosa*, qui peut provoquer des infections sanguines, une pneumonie, des infections chroniques des plaies et des infections respiratoires chez les personnes atteintes de fibrose kystique.

-Selon Kerkut et Laverack 1960, les extraits tissulaires de l'escargot *Helix aspersa* tels que le cerveau, le manteau, le pied, l'intestin moyen et le cœur, ont une propriété d'accélération cardiaque.

Chapitre III

Les plantes

III-Généralités sur le Thym(*Thymus vulgaris*)

III.1 Historique et botanique

Le nom *Thymus* vient probablement du latin "Thymus" qui signifie «parfumé» ou du grec "Thymos" qui signifie "courage" ou "force" (Stahl-Biskup et Saez, 2002). Les grecques brûlaient cette herbe pour chasser les insectes piquants de la maison. Le Thym représentait le style et l'élégance des premiers Grecs, et l'esprit républicain en France au moyen âge. A cette époque, les moines bénédictins apportaient du Thym en Europe centrale et en Angleterre car ils pensaient que les oreillers à Thym soulageaient l'épilepsie et la mélancolie. Au XVII^e siècle, le Thym a été utilisé au cours de la peste qui a balayé l'Europe. Il est utilisé aussi par les Egyptiens pour embaumer les morts. Les Romains, de leur part brûlaient le Thym pour éloigner les créatures venimeuses. Ils s'en servaient aussi pour aromatiser le fromage (Charles, 2012).

III.2 Description morphologique

Les plantes du genre *Thymus* sont des arbustes perpétuels herbacés avec des racines ligneuses, elles peuvent atteindre une hauteur de 45 cm (2 pieds). Les tiges sont verticales, les branches sont persistantes, les feuilles sont aromatiques et recouvertes de glandes et les fleurs sont colorées avec une couleur violette pâle à deux lèvres avec un calice glandulaire (Charles, 2012). Plusieurs dénominations ont été données aux espèces du genre *Thymus* ; en Amazigh : Azukni, Tazuknite, en Arabe : Ziitra (Stahl-Biskup et Saez, 2002).

Ce genre contient des propriétés aromatiques et médicinales et c'est le plus populaire dans le monde. La connaissance de la composition chimique et les effets pharmacologiques de ce genre permettent la classification des différents chémotype. Ces espèces de *Thymus*, se rencontrent, en plaine, en montagne, dans les rocailles, les garrigues, les pelouses et les broussailles (Bellakhdar, 1997).



Figure 7 : Aspect morphologique de *Thymus vulgaris*(Iserin, 2001)

III.3. Distribution géographique et classification de Thym

III.3.1. Dans le monde

Le genre *Thymus* de la famille de Lamiacée est largement retrouvé dans le monde (figure 05) tels que l'Europe, l'Afrique, l'Asie, le Groenland, le Canada, le Chili et la Nouvelle Zélande, mais ce genre est principalement répandu dans la méditerranée. Aujourd'hui, environ 250 taxons qui se concentrent dans la méditerranée (214 espèces et 36 sous-espèces sont acceptées et sont divisées en huit sections) (Morales, 2002).

III.3.2. En Algérie

Le genre *Thymus* a colonisé le territoire de l'Algérie avec 12 espèces (Dob et al, 2006). Parmi ces dernières, certaines sont endémiques de l'Algérie, telles que *Thymus pallescens* de Noé, *Thymus dreatensis* Batt., *Thymus guyonii* de Noé et *Thymus lanceolatus* Desf (Hazzit et al, 2009).

III.4 CLASSIFICATION BOTANIQUE

Tableau 1 : Classification botanique (Quézel, 1963) .

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne :	<i>Tracheobionta</i>
Sous- Embranchement	<i>Magnoliophyta</i>
Embranchement	<i>Magnoliophytina</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Asteridae</i>
Ordre	<i>Lamiales</i>
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Thymus</i>

III.5 Propriétés du Thym

Le thym est souvent utilisé dans l'assaisonnement des aliments et des boissons ; et aussi antiseptique, et comme désinfectant dermique et c'est un spasmolytique bronchique dont il est indiquée pour traiter les infections des voies respiratoire supérieur. Les principaux constituants du thym montrent également des propriétés vermifuges et vermicide (Bazylko et Strzelecka, 2007) et des propriétés antivirales, antifongique, anti -inflammatoires, et antibactériennes dont une étude récente a montré que les extraits méthanoïque et hexaniques des parties aériennes de *Thymus vulgaris* inhibent la croissance de *mycobacterium tuberculosis* ; (Jiminer et al. 2006) et aussi Propriétés anthelminthique (Al- Bayati, 2008) et des propriétés anti oxydantes qui lui permette d'être utilisé comme un conservateur afin de prolonger la durée de conservation des poissons *Thymus vulgaris* durant leur stockage (Selmiet Sadok, 2008).

III.2 Généralités sur la Mauve (*Malva sylvestris*)

III.2.1 Historique et botanique

Les Malvacées sont des plantes dicotylédones, dialypétales thalamiflores, méristémones. C'est une famille cosmopolite mais présente surtout dans les régions chaudes des tropiques, bien que l'on trouve aussi des représentants des Malvacées dans les régions tempérées. Ainsi, le nombre de Malvacées diminue graduellement à mesure que l'on va vers le nord. Les Malvacées peuvent être des herbes ou des arbustes (Flores M., 2011). Les genres composant la famille des Malvacées sont nombreux (une centaine selon Delaveau, 2003 ; 85 selon Encyclopaedia universalis, 1999 ; 84 selon Echevin, 1964 in Flores M., 2011).

III.2.2 Description morphologique

Malva sylvestris (Figure 9), est une plante bisannuelle vivace, herbacée de la famille des *Malvaceae*. Elle a une racine pivotante et pulpeuse (Quezel P. et Santa S., 1963 ; Greuter W. *et al*, 1989).

Les feuilles sont penta lobées, crénelées et dentelées sur les bords à pétiole souvent plus court ressemblant un peu à celles du lierre avec une couleur verte foncée. La tige est étalée de 30 à 60 cm de long et le fruit est une capsule de graines réniformes avec un mode de dissémination barochore (Quezel P. et Santa S., 1963 ; Greuter W. *et al*, 1989).

La répartition des sexes des organes reproducteurs est hermaphrodite avec d'une part un type d'inflorescence racème de cymes unipares hélicoïdes et d'autre part un type de pollinisation entomogame et autogame (Quezel P. et Santa S., 1963 ; Greuter W. *et al*, 1989).

Les fleurs présentent un calice soudé à 5 lobes pubescents, et doublé d'un calicule de 3 pièces libres. Les pétales, de couleur rose violacée, cunéiformes et échancrés sur leur bord supérieur, possèdent une pilosité basale blanche et sont parcourus de veines foncées. Les étamines sont soudées par leur filet en un tube terminé par les anthères libres (Salhi C., 2018). La floraison de *Malva sylvestris* se produit entre Mai-Juin et Septembre (Flores M., 2011).



Figure 8 : *Malva Sylvestris* L. (Tela botanica)

III.2.3 Classification botanique

Tableau 2 : Classification botanique de *Malva sylvestris* L. (Ghédira K. et Goetz P., 2016).

Super division	Embryophyta
Division	Tracheophyta
Subdivision	Spermatophytina (Spermatophytes)
Classe	Dicotylédones
Ordre	Malvales
Famille	Malvaceae
Genre	Malva
Espèce	<i>Malva sylvestris</i> L

III.2.4 Nomenclature et appellation

Tableau 3 : Les noms vernaculaires de *Malva sylvestris* L.

Nom scientifique	<i>Malva sylvestris</i>	Références
Français	Mauve des bois, Grande Mauve, Mauve sauvage, Fromageon	(Ghédira K. et Goetz P., 2016)
Anglais	Blue Mallow, High Mallow	
Nom kabyle	Amedjir	(Hyppa)
Arabe	بريةخبازة	

III.2.5 Répartition géographique

Cette plante est originaire d'Europe, d'Afrique du Nord, d'Asie du Sud-ouest (Mahin E. et al, 2015). On la trouve surtout dans les terrains vagues, ainsi que sur le bord des chemins et des cultures (Bonnier G. et Douin R., 1912-1935).

Elle se présente partout à l'état sauvage dans les prairies, les pâturages, les lisières des forêts et dans les clairières (Kolev M., 1976 ; Ozenda P., 1983). La mauve se développe dans les régions humides, par contre elle redoute la chaleur de l'été, en général elle se développe dans les climats tempérés et dans les terres de consistance moyenne légèrement argileuse avec un habitat de type friches vivaces xérophiles (Quezel P. et Santa S., 1963).

Elle est nitrophile et préfère les sols pollués par les nitrates (Fournier P., 1934-1940). Son habitat de prédilection est le sol remanié des friches et des champs abandonnés ainsi que le bord des cultures. C'est une plante rudérale, elle croit dans les décombres. Elle peut pousser jusqu'à 1500 cm d'altitude (Fournier P., 1934-1940 ; Fletcher N., 2007).

III.2.6 Principaux constituants chimiques

Les principaux composants sont :

- Mucilage qui donne la naissance après hydrolyse à plusieurs molécules, aux propriétés émoullientes et pectorales, ils sont généralement présents dans le tégument externe des graines et jouent un rôle important dans le processus de germination.
- Des flavonoïdes (fleurs et feuilles), tanins (feuilles), anthocyanosides et anthocyanidines contenus dans les fleurs.
- D'autres éléments tels que le calcium, phosphore, fer, potassium, magnésium et des vitamines A, B1, B2, B3 et C qui sont contenus dans les jeunes feuilles de la mauve (Razavi M. S., 2011).

III.2.7 Utilisation traditionnelle

III.2.7.1 Usages humains traditionnels

Parmi les nombreuses espèces utilisées dans la médecine traditionnelle, *Malva sylvestris* se distingue par la variété de ses utilisations, sa consommation remontant à 3000 ans av. J.C. Dans la région de la Syrie, des études archéologiques ont montré l'existence des graines de *Malva sylvestris* dans le calcul dentaire des fossiles humains. Les chercheurs ont conclu que la consommation de cette espèce est ancienne, à la fois en tant que plante comestible et en raison de ses propriétés médicinales possibles (Henry A. G. et Piperno D. R., 2008).

Les utilisations comestibles concernent la gastronomie populaire et les utilisations généralement incluses dans l'alimentation dite mineure (Barros *et al*, 2010 ; Guarrera P. M. 2003), les jeunes feuilles sont consommées crues dans les salades, les feuilles et les pousses sont consommées dans les soupes et sous forme de légumes bouillis. Les fruits immatures sont sucés ou mâchés par des enfants, des bergers et des chasseurs (Barros L. *et al*, 2010 ; Neves J. M. *et al*, 2009).

La mauve est traditionnellement utilisée par voie orale comme traitement symptomatique de la toux, adjuvant de la composante douloureuse des troubles fonctionnels digestifs, traitement asymptomatique de la constipation (Salhi C., 2018). En usage local, elle est traditionnellement utilisée comme traitement d'appoint adoucissant et antiprurigineux des affections dermatologiques, trophique protecteur dans le traitement des crevasses, écorchures, gerçures et contre les piqûres d'insectes, antalgique dans les affections de la cavité buccale et/ou du pharynx, et en cas d'irritation ou de gêne oculaire (Salhi C., 2018).

III.2.7.2 Usages vétérinaires traditionnels

Malvasylvestris est la plante la plus utilisée en médecine vétérinaire avec quinze utilisations différentes. Elle est utilisée principalement pour traiter les affections dermatologiques, les troubles digestifs et des problèmes respiratoires (Akerreta S. *et al*, 2010).

III.3 Généralités sur la Laitue (*Lactuca sativa*)

III.3.1 Historique et botanique

La laitue (*Lactuca sativa*) est une plante herbacée, annuelle, qui appartient à la famille des Astéracées, division des magnoliophytes, et la classe des magnoliopsides, originaire de l'Asie de l'Ouest et appartenant à la famille des Astéracées (Zorrig, 2010).

L'origine de la laitue cultivée est incertaine : est-ce une descendante de la forme sauvage *Lactuca serriola* ou une demi-soeur de *L. serriola* ? D'après le botaniste Boissier, l'espèce laitue pourrait provenir de formes sauvages originaires des montagnes du Kurdistan. Sa culture n'est pas très ancienne puisque les premières mentions indiscutables de culture de laitue ont été trouvées dans la littérature grecque et romaine. La laitue semble avoir été très populaire dans le monde grec (nom : *tridax*) et romain (nom : *lactuca*) (Zorrig, 2011).

La laitue cultivée se distingue des formes sauvages par plusieurs caractères morphologiques dits de domestication : formation d'une pomme, ou tout au moins d'un stade végétatif marqué, avec un grand nombre de feuilles formant un paquet plus ou moins serré, absence d'épines sous les feuilles, diminution du latex et de l'amertume, capitules resserrés dans les bractées permettant de retenir les graines sur la plante à maturité (Pitrat et Foury, 2004).

III.3.2 Description morphologique

La laitue est une plante annuelle de jours longs à cycle court. Elle développe une rosette de feuilles entières, capable ou non selon le type, de former une pomme. Après la formation de cette dernière, la tige subit une élongation et l'apex évolue en hampe florale dont les feuilles sont larges, allongées, cloquées et imbriquées en plusieurs couches plus ou moins serrées. Les fleurs sont jaunes et réunies en grappes.

Comparées aux hybrides, la plante d'origine se distingue d'un côté par sa forme très allongée à cause des feuilles qui sont moins larges et de l'autre par son goût amer (Lakhdariet *al.* 2010).

Selon G.A.B. et F.R.A.B (2010) ; Les caractéristiques de la semence sont :

- Nombre de graines par gramme : 800 à 1000 graines
- Longévité moyenne de la graine : 4 à 6 ans
- Température de germination : 12°C - 15°C
- Plante des jours longs
- Germination s'effectue 7 à 10 jours selon la température du sol.

La conservation des semences est comprise entre une température de 4°C et 10°C.

Dormance induite au-delà de 25°C. Pour une facilité de semis et une meilleure capacité de germination, les graines enrobées (95%) sont préférables par rapport aux graines nues (75%)

(Chalayer et al, 1998).



Figure 9 : La laitue (*Lactuca sativa*)(www.ecoumene.com).

Tableau 4 : Classification botanique APGIII de *Lactuca sativa*(mark w.chase et james l.reveal 2009)

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Angiospermes</i>
Embranchement	<i>Dicotylédones vraies</i>
Sous-embranchement	<i>Noyau des Dicotylédones vraies</i>
Classe	<i>Astéridées</i>
Sous-classe	<i>Campanulidées</i>
Ordre	<i>Asterales</i>
Famille	<i>Asteraceae</i>
Genre	<i>Lactuca</i>
Espèce	<i>Lactuca sativa</i>

III.3.3 Propriétés du *Lactuca sativa*

La laitue est un légume très populaire qui est beaucoup consommé et qui constitue une importance économique à travers le monde entier (Coelho et al, 2005). Du point de vue nutritionnel, la laitue a une place importante puisqu'elle contient des vitamines A, B

(acidefolique), C, E, et des minéraux comme le calcium et le fer. Le contenu en calories, protéines, glucides, lipides et fibres (même en faibles quantités) sont des caractéristiques appréciées pour la santé. Il existe de nombreuses variétés de laitues qui diffèrent par leurs formes, leurs saveurs et leurs couleurs (Ramirez, 2015).

La laitue est riche en nitrates qui se transforment en nitrites grâce à des bactéries de la bouche. Ces nitrites sont impliqués dans la vasodilatation et la fluidification du sang, ce qui améliore l'afflux de sang dans certaines zones du cerveau qui, avec le temps, sont moins perfusées. Une dose quotidienne de laitue peut potentiellement prévenir la démence et la baisse cognitive en améliorant cet afflux sanguin cérébral. (Tennille D. Presley et coll. 2010)

III.3.4-Répartition géographique

L'ancêtre de la laitue est probablement la laitue sauvage épineuse (*Lactuca serriola* L), qui se croise facilement avec les formes cultivées. La laitue était connue comme légume dans la région méditerranéenne ; elle a été représentée dans les tombes égyptiennes et était couramment cultivée comme légume par les Grecs et les Romains. En Europe occidentale, les types pommés sont connus depuis le XIV^e siècle mais les types à feuilles non pommées sont connus depuis bien plus longtemps. Actuellement le type pommé est le type de salade le plus cultivé au monde. Les salades sont traditionnellement plus appréciées dans les zones tempérées que sous les tropiques, mais la laitue prend de plus en plus d'importance en Afrique comme légume exotique de type européen. On la trouve dans tous les pays africains, le plus fréquemment à des altitudes élevées et pendant la saison fraîche, et plus souvent dans les pays francophones que dans les pays anglophones (Grubben, & Sukprakarn, 1993)

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV

MATERIEL ET METHODES

Objectif scientifique

Cette étude porte sur un matériel biologique très répandu en héliciculture *Helix aspersa*, un escargot d'élevage réputé comme un puissant bio-indicateur et bio-accumulateur de polluants écologiques. En effet, il possède une valeur nutritionnelle indiscutable. Sa chair est riche en protéines, en magnésium, en calcium, en cuivre, en zinc et en iode. Les escargots sont caractérisés par la sécrétion de la bave contenant de l'acide glycolique, du collagène, des vitamines, des antibiotiques naturels, de l'élastine et de l'allantoïne. Cette substance naturelle est parfaite pour le traitement des maladies cutanées. La bave d'escargot est appropriée pour la fabrication de certains médicaments et de produits cosmétiques destinés au soin de la peau. Ainsi, il s'est avéré nécessaire de suivre la bio écologie de cette espèce et l'influence de différents régimes alimentaires sur son développement et l'effet de sa bave

IV.1 Matériel et méthodes

Notre partie expérimentale est réalisée au laboratoire d'écologie Animale, du Centre Universitaire IBN KHALDOUN TIARET.

IV.1.1. Matériel

Matériel biologiques :

- **Animal :**

Les escargots (*Helix aspersa*)

- **Végétal :**

Le thym (*thymus vulgaris*)

La mauve (*Malva sylvestris*)

La laitue (*lactuca sativa*)

Autre matériel

- Boîtes en plastiques avec des dimensions de (25 cm x 15 cm x 5 cm)
- Terreau qui est renouvelé si c'est nécessaire
- Vaporisateur
- Mangeoires et abreuvoirs
- Balance de précision
- Pied à coulisse digital
- pinceau pour nettoyer les escargots avant chaque pesée

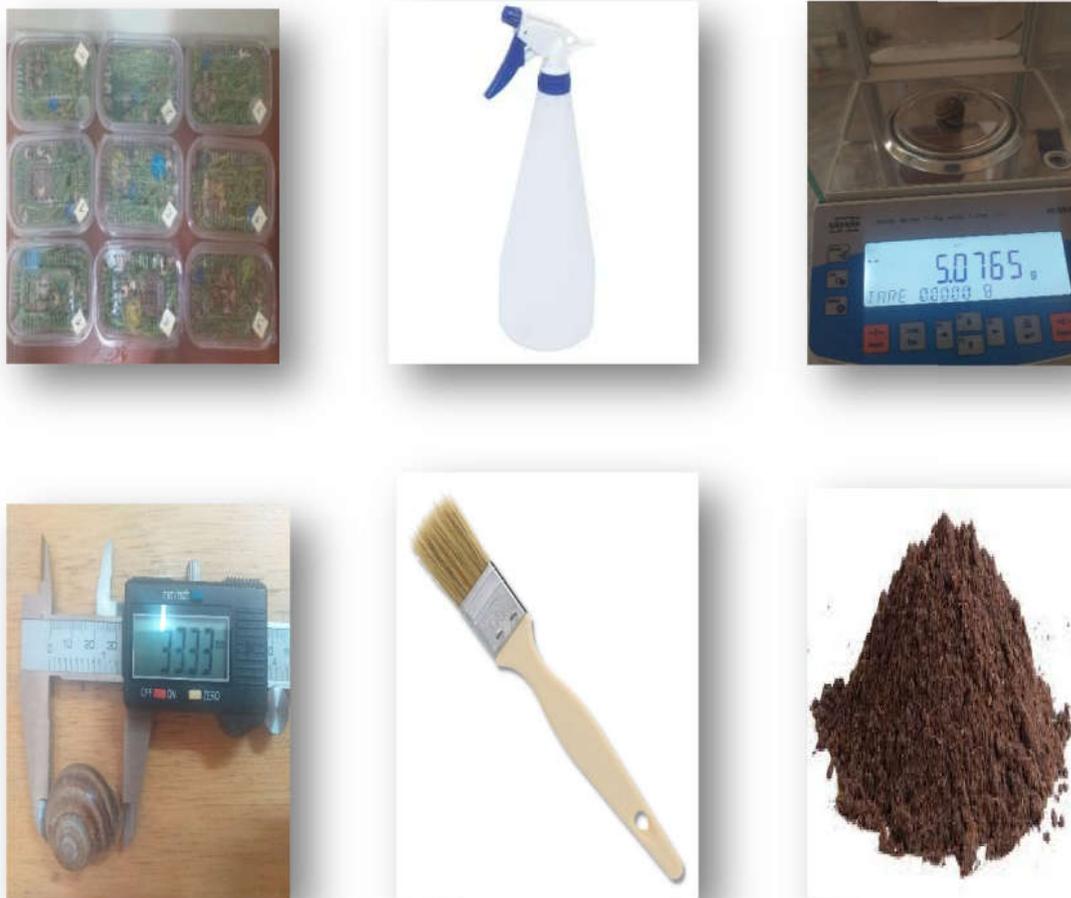


Figure10 :le matiriel utilisé

IV.2 METHODES

IV.2.1 L'élevage des escargots

Le protocole expérimental

Les escargots ont été achetés au marché le 22/03/2021

Le protocole de notre expérimentation est représenté par 03 lots, chaque lot est répété 03 fois selon le type de nourriture (thym, mauve, laitue) et représenté par des boîtes en plastique contenant 10 spécimens de *Helix aspersa* dans chacune (figure 11).



Figure11 :L'élevage d'*Helix aspersa* (originale 2021)

Les boîtes étaient soumises à des conditions climatiques naturelles.

Les boîtes en plastique étaient perforées pour garantir le passage d'air aux escargots et remplies du terreau pour le maintien des mangeoires et des abreuvoirs.

Le nettoyage était effectué quotidiennement avant de fournir la nourriture, le soir car les escargots sont nocturnes, par le retrait des restes des aliments et le lavage des mangeoires et des abreuvoirs, pour réduire les risques de contamination par leurs sécrétions et leurs propres déchets.

Afin d'assurer un microclimat humide aux escargots, ils étaient arrosés deux fois par jour. L'expérimentation s'est étalée du 23 mars au début du mois de juin 2021.

Afin de suivre le développement de ces escargots pendant cette période, chaque dix jours une prise de poids était effectuée individuellement à l'aide de la balance de précision après nettoyage des escargots avec le pinceau pour éliminer les restes du terreau, ainsi les

mesurations de leurs diamètres et hauteurs de leurs coquilles à l'aide du pied à coulisse digital.

Le diamètre et la hauteur sont mesurés selon les critères de description et de mensuration de la coquille de *Helix aspersa* (Chevallier .H, 1977) (Figure 12).

La taille est calculée selon le Mini-guide d'identification des escargots et des limaces del'Opération Escargotscomme suivant :

Taille de la coquille (hauteur x diamètre) : 30 x 35 mm

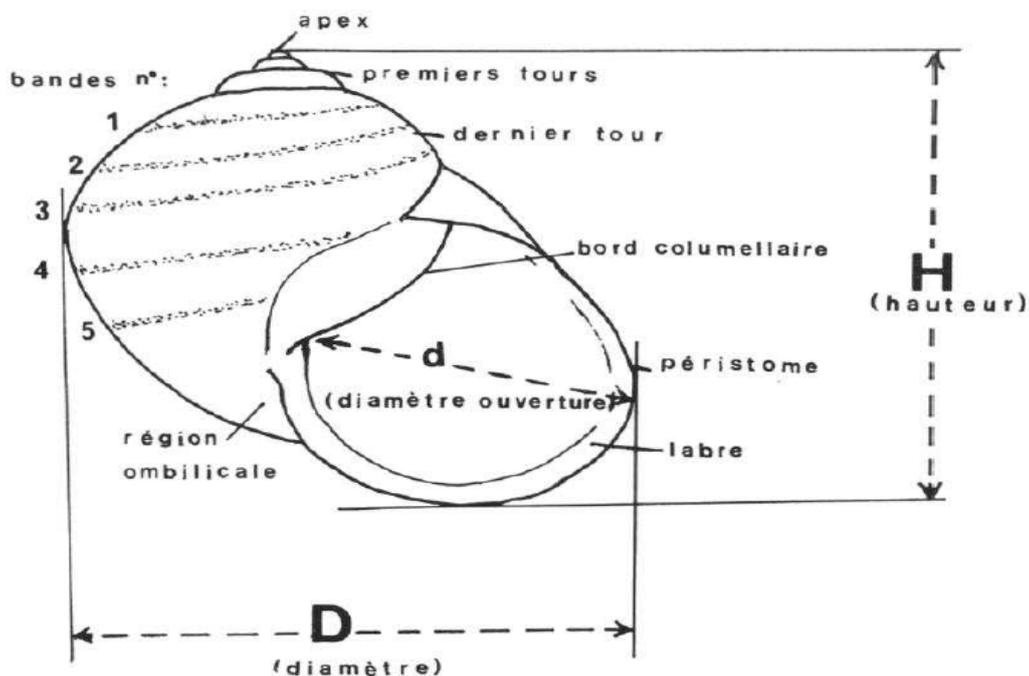


Figure 12 :Critères de description et de mensuration de la coquille de *Helix aspersa*.(Chevallier .H, 1977)



Mensurations de diamètre de la coquille

Mensurations de la hauteur de la coquille d' *Helix aspersa*Pesée d'un spécimen d' *Helix aspersa*Photo 1 : Mensurations et pesée d' *Helix aspersa* (Originale 2021)

Photo 2 : Escargot en estivation (Originale 2021)

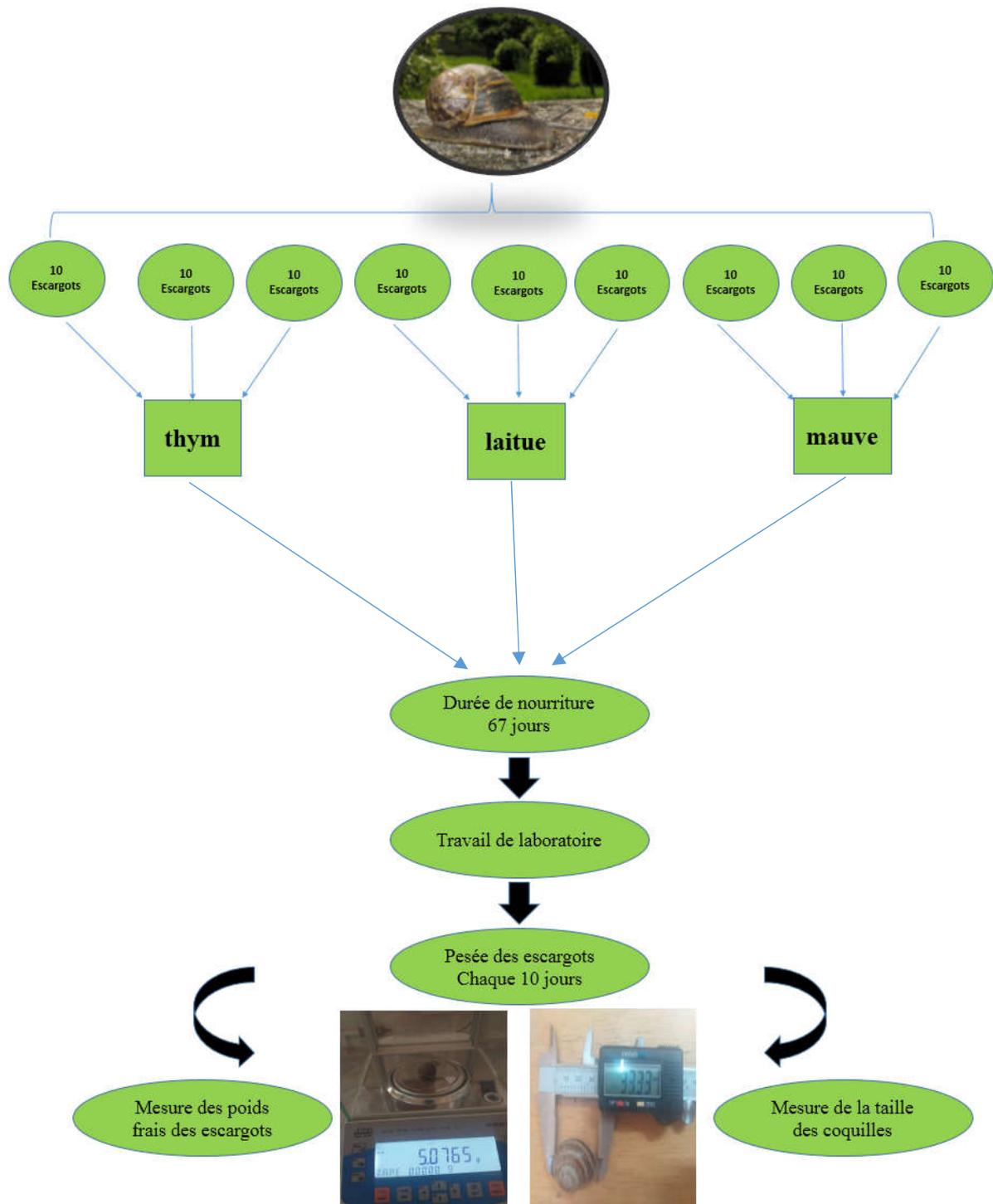


Figure 13 : Protocole expérimental

IV.2.2 L'utilisation de la bave d'escargot

La bave est actuellement utilisée en cosmétique ou en soins dermiques, au cours de notre étude nous avons testé l'effet de la bave sur des sujets acnéiques. Nous avons extrait la bave d'escargot après son excitation juste après récupération de cette dernière est directement étalée sur les visages des sujets acnéiques. La durée de l'essai sur les sujets acnéiques s'est étalée sur une vingtaine de jours (2fois par jours) (photos 3).



**Photo3 : application de la bave sur les sujets acnéiques
(Originale 2021).**

CHAPITRE V

RESULATS ET DISCUSSION

VI. Résultats et discussion

V.I Résultats

Tableau 5: La moyenne de poids des *Helix aspersa* nourris avec la Laitue (*Lactuca sativa*).

Poids(g)				
Date	Boite 1	Boite 2	Boite 3	moyenne
23/03/2021	7,7759	7,30772	7,75863	7,61408333
11/04/2021	8,01562	7,56153	7,94967	7,84227333
21/04/2021	7,952299	7,46204	7,85313	7,755823
02/05/2021	7,95895	7,42802	7,76343	7,7168
14/05/2021	8,16673	7,45116	7,91857	7,84548667
26/05/2021	7,89676	7,2086	7,65588	7,58708
07/06/2021	7,74901	7,00894	7,59802	7,45199

Selon le tableau 5, les individus nourris de la laitue, après 20 jours de nourriture leurs poids a augmenté d'une moyenne de 7,61g à 7,84g, en suite il y avait une baisse de croissance du poids de 7,84g au 7,71g, pour augmenter au fil de 10 jours a 7,84g. Après les pesées qui se suivent on a remarqué une baisse de la moyenne du poids pour arriver à une valeur de 7,45g au début du mois de juin, notons que la quantité de nourriture offerte a été totalement consommée.

Tableau 6: la moyenne de poids des *Helix aspersa* nourris avec le Thym (*Thymus vulgaris*).

Poids (g)				
Date	boite1	boite2	boite3	moyenne
23/03/2021	7,98637	7,44524	8,43036	7,95399
11/04/2021	7,45332	6,64428	9,091157	7,72958567
21/04/2021	6,85427	5,85624	7,86374	6,85808333
02/05/2021	6,85037	6,43565	7,90715	7,06439
14/05/2021	7,10551	6,09133	6,70653	6,63445667
26/05/2021	7,00235	5,92947	6,60278	6,51153333
07/06/2021	6,0685	5,87613	6,48406	6,14289667

D'après le tableau 6, les individus qui étaient nourris avec du thym, leurs poids a diminué d'une moyenne de 7,95g à 6,85g après 20 jours de nourriture, pour augmenter après dix jours pour atteindre une moyenne de poids de 7,06g. Une chute de poids a été enregistrée pour atteindre une valeur de 6,14g au début du mois de juin.

Tableau 7 : la moyenne de poids des *helix aspersa* nourris avec la Mauve(*Malva sylvestris*).

poids (g)				
Dates	boite1	boite2	boite3	moyenne
23/03/2021	7,23989	6,95212	6,2867	6,82623667
11/04/2021	7,60122	7,09858	7,91137	7,53705667
21/04/2021	7,74144	6,99798	7,09524	7,27822
02/05/2021	7,35579	7,0039	7,07816	7,14595
14/05/2021	7,19522	6,879	7,67196	7,24872667
26/05/2021	6,91501	6,81028	7,66095	7,12874667
07/06/2021	6,91922	6,59923	7,537985	7,01881167

Selon le tableau 7, concernant les individus qui étaient nourris avec la mauve, on a remarqué qu'il y avait une croissance d'une moyenne de poids de 6,82g à 7,53g après 20 jours de nourriture, en suite leurs poids a diminué pour arriver à une moyenne de 7,14g après dix jours. Pendant les journées qui suivent nous avons enregistré une augmentation du poids pour atteindre une valeur de 7,24g qui va diminuer au début du mois de juin pour arriver à une moyenne de 7,01 g.

D'après les moyennes de croissance de poids chez les individus d' *Helix aspersa* nourris avec les trois types différents de plantes, nous avons remarqué que leurs poids a diminué d'une façon continue à partir de mi-mai au niveau des trois lots où les températures étaient élevées (Figure 14).

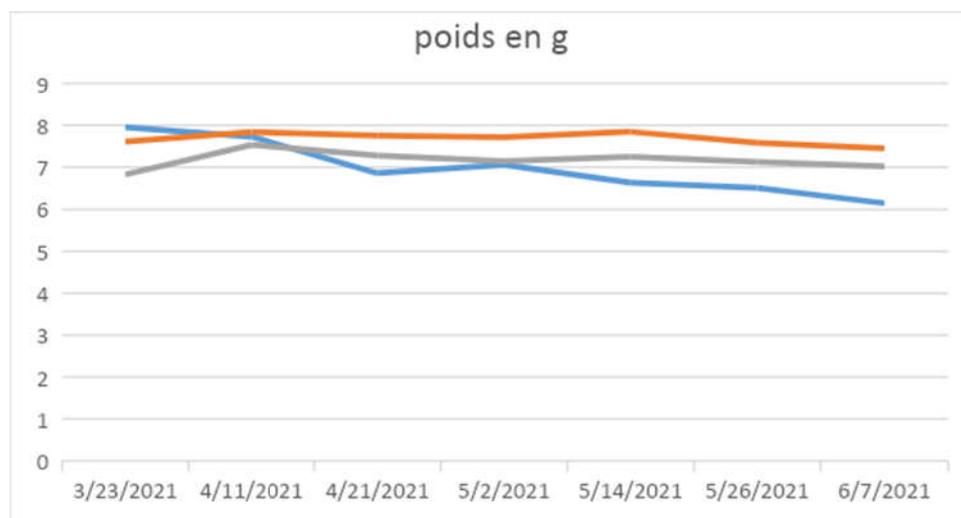


Figure 14 : Croissance de poids d'*Helix aspersa*.

Tableau 8 : La moyenne de la taille des coquilles d'*Helix aspersa* nourris avec la laitue (*Lactuca sativa*).

Taille de la coquille (cm ²)				
Date	boîte1	boîte2	boîte3	moyenne
23/03/2021	5,1003	5,067	5,2574	5,14156667
11/04/2021	5,3061	5,0732	5,1062	5,16183333
21/04/2021	5,3028	5,1687	5,3774	5,28296667
02/05/2021	5,674	5,0373	5,2966	5,33596667
14/05/2021	5,1041	5,0224	5,1265	5,3433333
26/05/2021	5,45	5,2774	5,3364	5,3546
07/06/2021	5,4227065	5,195593	5,4030224	5,34044063

D'après le tableau 8, concernant les mensurations de la taille de la coquilles chez les individus d'*Helix aspersa* nourris avec la laitue, on a observé une croissance continue de la taille coquillère d'une valeur de 5,14cm² jusqu'à une moyenne de 5,33cm² après quatre prélèvements. La mensuration suivante, il y a eu une augmentation de la taille pour se stabiliser environ d'une moyenne de 5,34cm² à partir de mi-mai jusqu'au début de mois de juin.

Tableau 9 : La moyenne de la taille des coquilles d'*Helix aspersa* nourris avec le Thym(*Thymus vulgaris*).

Taille de la coquille (cm ²)				
Date	boite 1	boite 2	boite 3	moyenne
23/03/2021	5,1116	4,8538	5,3362	5,10053333
11/04/2021	5,0778	4,8475	5,8146	5,24663333
21/04/2021	5,2079	4,9357	5,9811	5,3749
02/05/2021	5,1428	4,8883	5,7521	5,26106667
14/05/2021	5,0799	4,8467	4,9699	4,9655
26/05/2021	5,2961	4,9198	4,8821	5,03266667
07/06/2021	5,2771685	5,0139202	4,9994553	5,096848

Selon le tableau 9 les mensurations des coquilles chez les individus nourris par le Thym, on a remarqué une croissance au niveau de la taille coquillière avec une moyenne de 5,10cm² à 5,37cm² après 20 jours de nourriture. Cette dernière valeur a diminué vers une moyenne de 4,96cm² au fil des deux prélèvements qui se suivent.

Tableau 10 : La moyenne de la taille des coquilles d'*Helix aspersa* nourris avec la mauve (*Malva sylvestris*).

Taille de la coquille (cm ²)				
Date	boite 1	boite 2	boite 3	moyenne
23/03/2021	4,8222	4,8005	4,8534	4,82536667
11/04/2021	5,0612	5,0019	4,9205	4,99453333
21/04/2021	5,1482	5,0171	4,9503	5,03853333
02/05/2021	5,2205	5,1708	4,9005	5,09726667
14/05/2021	5,2402	5,0421	5,7344	5,3389
26/05/2021	5,1988	5,0781	5,7548	5,3439
07/06/2021	5,2504767	5,250173	5,9485392	5,48306297

Selon le tableau 10 concernant la taille coquillière des individus d' *Helix aspersa* qui étaient nourris avec la mauve, on a observé une croissance continue au niveau de leurs tailles avec une moyenne de 4,82cm² à 4,99cm² après 20 jours de nourriture, pour atteindre une taille d'une moyenne de 5,48cm² au début du mois de juin.

D'après les trois échantillons, la taille des coquilles des escargots *Helix aspersa* nourris avec la mauve était en croissance continue par rapport à celle des escargots qui étaient nourris avec la laitue où leurs tailles coquillères étaient presque stables à partir de mi-mai, par contre ceux nourris avec le Thym on a observé des perturbations pendant les mesures de leurs tailles coquillères (Figure 15).

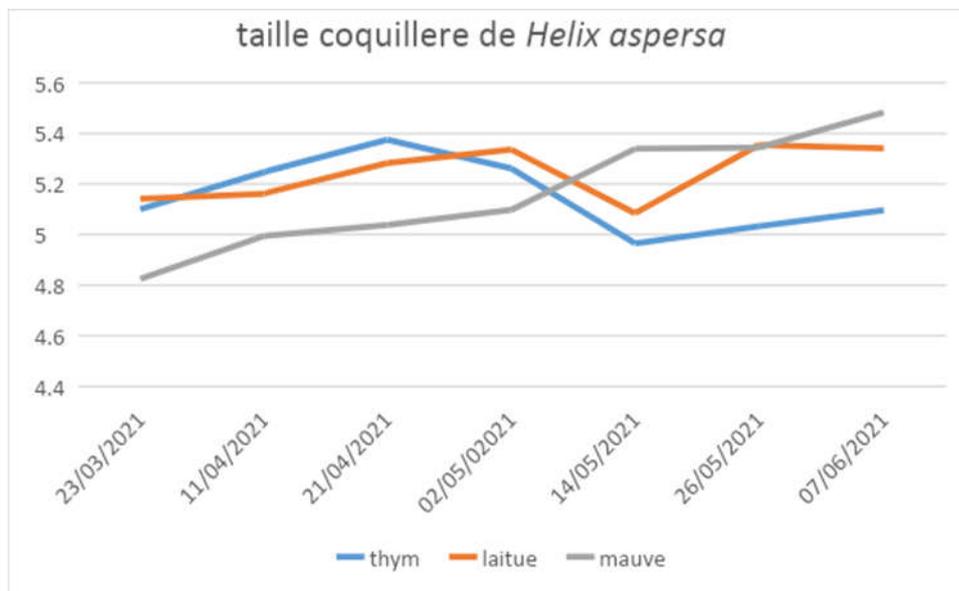


Figure 15 : Croissance de taille coquillière d' *Helix aspersa*.

Les poids vifs et les tailles des coquilles d' *Helix aspersa* en fonction du temps et des régimes (Figures 14 et 15) augmentent irrégulièrement et faiblement pendant une période de 75 jours.

Tableau 11 : statistique descriptive de la variabilité de croissance coquillère (Taille en cm^2) d'*Helix aspersa* vis-à-vis trois espèces végétales (Laitue, Thym, Mauve).

	N° Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Variance	Ecart-type
Taille (cm^2)- Laitue	75	5,24	5,07	5,44	0,02	0,13
Taille (cm^2)-Thym	75	5,15	4,93	5,43	0,07	0,20
Taille (cm^2)-Mauve	75	5,15	4,81	5,48	0,09	0,26

Analyse de comparaison en fonction d'un seul facteur logiciel statistica 6,0.

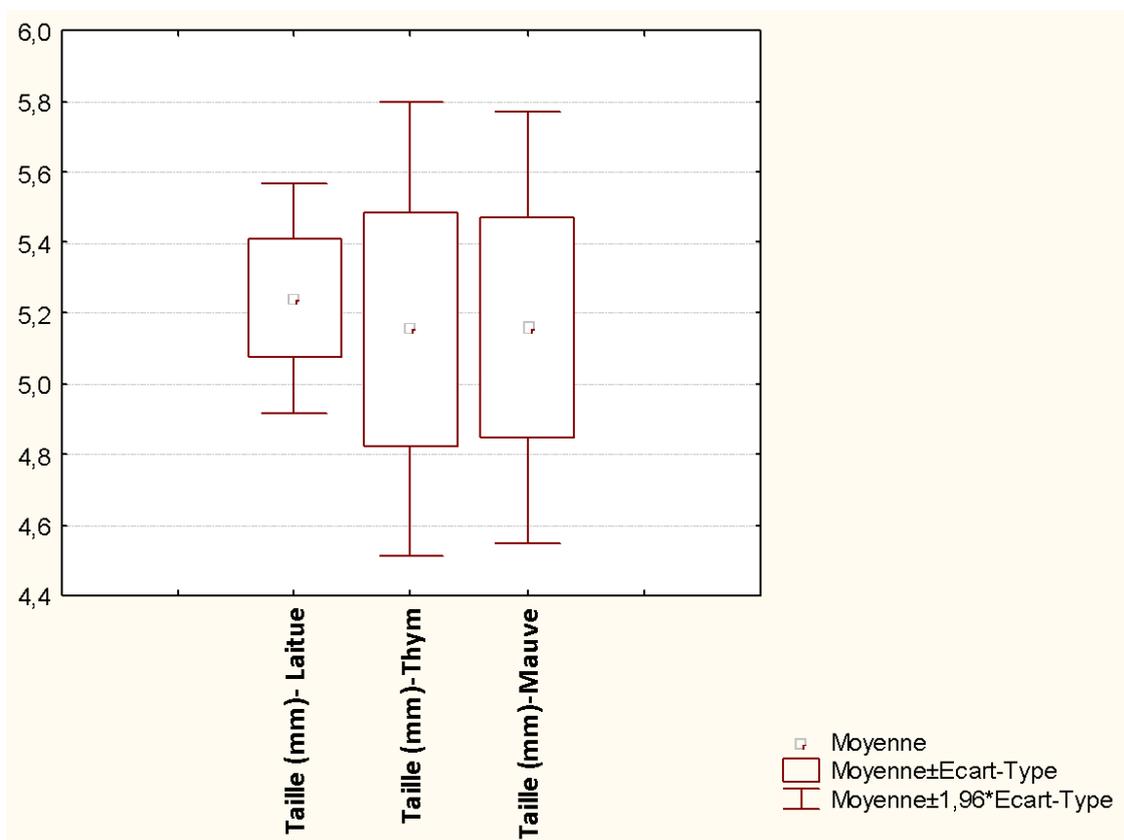


Figure 16: Analyse de la variabilité de croissance coquillère (Taille en cm²) d'*Helix aspersavis*-à-vis trois espèces végétales (Laitue, Thym, Mauve).

L'examen de la figure 16 permet d'analyser la croissance coquillère (taille en cm²) d'*Helix aspersa* en fonction de la variété végétative (Laitue, le Thym ; Mauve) durant la période de croissance de 75 jours en conditions contrôlées ; l'examen permet de définir une moyenne de taille comme suivant :

- Pour la taille coquillère (cm²) des individus nourris avec la laitue ($5,24 \pm 0,13$) ; Avec un maximum de taille égale à : 05,44 (cm²), et un minimum de 05,07 (cm²) ;
- Pour la taille coquillère (cm²) des individus nourris avec le thym ($5,15 \pm 0,20$) ; Avec un maximum de taille égale à : 05,43 (cm²), et un minimum de 04,93 (cm²) ;
- Pour la taille coquillère (cm²) des individus nourris avec la mauve ($5,15 \pm 0,26$) ; Avec un maximum de taille égale à : 05,48 (cm²), et un minimum de 04,81 (cm²) ;

Tableau 12 : Statistique descriptive de la variabilité de croissance pondérale (poids en g) d'*Helix aspersa* vis-à-vis trois espèces végétales (Laitue, Thym, Mauve).

	N° Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Variance	Ecart-type
Poids (g)- Laitue	75	7,68	7,44	7,88	0,024	0,15
Poids (g)-Thym	75	6,98	6,13	8,17	0,56	0,72
Poids (g) -Mauve	75	7,16	6,60	7,58	0,14	0,34

Analyse de comparaison en fonction d'un seul facteur logiciel statistica 6,0.

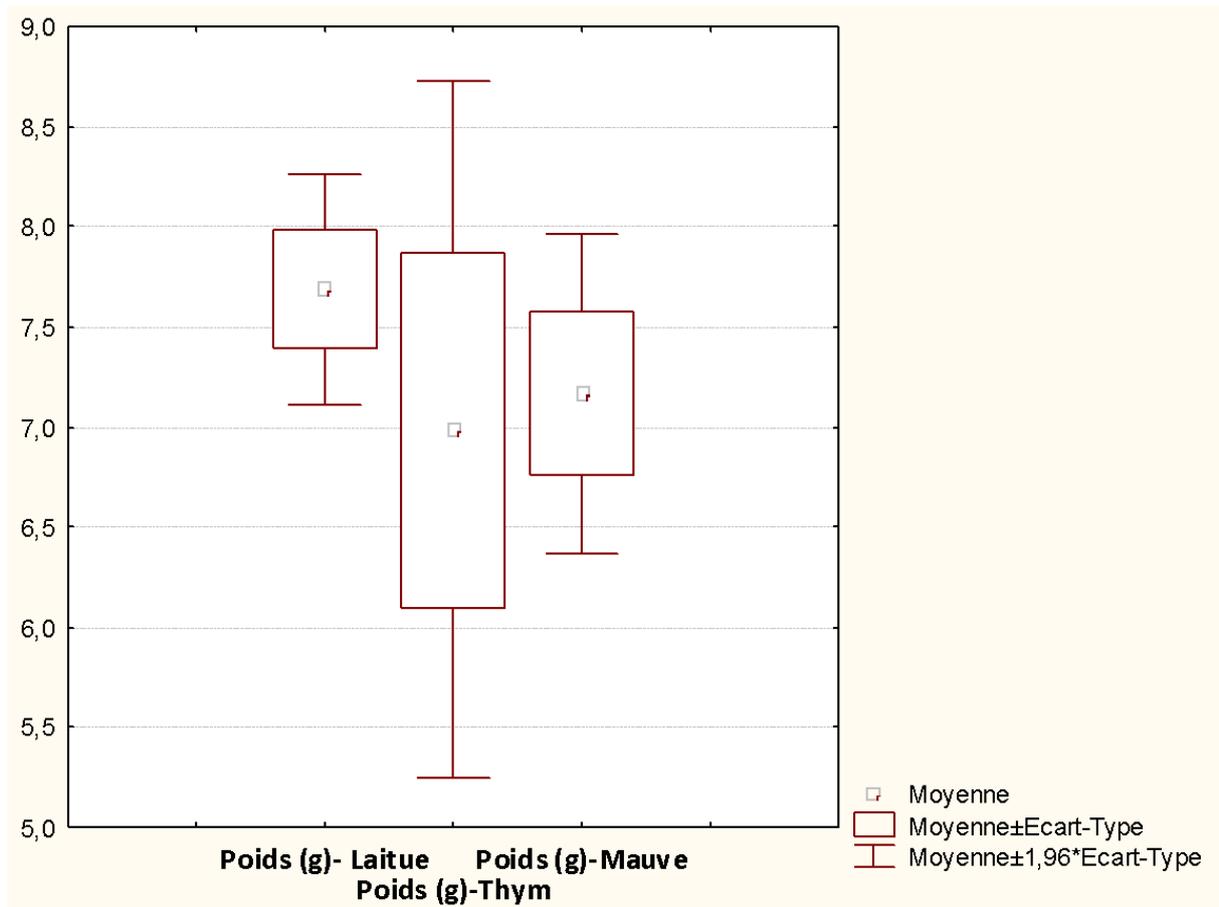


Figure 17 : Analyse de la variabilité de croissance pondérale (poids en g) d'*Helix aspersavis*-à-vis trois espèces végétales (Laitue, Thym, Mauve).

L'examen de la figure 17 permet d'analyser la croissance pondérale (poids en g) d'*Helix aspersa* en fonction de la variété végétative (Laitue, le Thym ; Mauve) durant la période de croissance de 75 jours en conditions contrôlées ; l'examen permet de définir une moyenne de poids comme suivant :

- Pour le poids(g) des individus nourris avec la laitue ($7,68 \pm 0,15$) ; Avec un maximum de poids égal à : 07,88 (g), et un minimum de 07,44 (g) ;
- Pour le poids (g) des individus nourris avec le thym ($6,98 \pm 0,72$) ; Avec un maximum de poids égal à : 08,17 (g), et un minimum de 06,13 (g) ;
- Pour le poids (g) des individus nourris avec la mauve ($7,16 \pm 0,34$) ; Avec un maximum de poids égal à : 07,58 (g), et un minimum de 06,60 (g) ;

Tableau 13 : Valeurs nutritionnelles pour 100 g du Thym, Mauve, Laitue selon respectivement (Conan, 2021 ; Couplan et Stiner, 1994 ; Holland et al, 1991).

NUTRIMENTS	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Malva sylvestris</i>	<i>Lactuca sativa</i>
Energie	107 Kcal	37 Kcal	13Kcal
Eau	65,1 g	80 g	95,6 g
Protéines	5,56 g	5,6 g	0,7 g
Glucides	10,5 g	9,4 g	1,9 g
Lipides	1,68 g	1,4 g	0,3 g
Fibres alimentaires	14 g		0,6 g
Sel chlorure de sodium	0,023 g		
Calcium	405 mg	690 mg	19 mg
Cuivre	0,56 mg		
Fer	17,5 mg	5,1 mg	0,4 mg
Magnésium	160 mg	58 mg	
Manganèse	1,72 mg		
Phosphore	106 mg	180 mg	18 mg
Potassium	609 mg	450 mg	
Sodium	9 mg		
Zinc	1,81 mg		
Bêta-Carotène	2850 µg		50 µg
Vitamine E	1,7 mg		
Vitamine C	160 mg	197 mg	3 mg
Vitamine B1 ou Thiamine	0,048 mg	0,2 mg	0,11 mg
Vitamine B2 ou Riboflavine	0,47 mg	0,3 mg	0,01 mg
Vitamine B3 ou PP ou Niacine	1,82 mg	0,5 mg	0,3 mg
Vitamine B5 ou Acide pantothénique	0,41 mg		
Vitamine B6	0,35 mg		
Vitamine B9 ou Folates totaux	45 µg		53 µg

Matière organique	
Eau (%)	87.5
Protéines (g/100g)	8.1
Lipides (g/100g)	0.8
Glucides (g/100g)	6.5
Minéraux	
Ca (mg/100g)	200
P (mg/100g)	73
Mg (mg/100g)	52.7
Fe (mg/Kg)	10
Cu (mg/Kg)	31
Zn (mg/Kg)	10

Figure 18: Composition biochimique du pied de l'escargot *Helix aspersa* (Gomot, 1998).

V.II DISCUSSION

L'escargot est essentiellement végétarien et recherche particulièrement les plantes jeunes et tendres, (Rousselet 1979). D'après nos résultats, concernant le poids des individus d' *Helix aspersa* soumis à un régime alimentaire végétarien constitué par trois plantes différentes (laitue, mauve et thym), nous avons enregistré des augmentations (début du printemps). A partir de mi-mai (figure 15) où les températures commencent à augmenter nous avons enregistré des diminutions du poids de l'escargot ; concernant la laitue nous avons remarqué une baisse de la moyenne du poids pour arriver à une valeur de 7,45g au début du mois de juin, pour le thymune chute de poids a été enregistrée pour atteindre une valeur de 6,14g, pour la mauve la diminution a atteint une moyenne de 7,01 g.

Stievenarten 1990 avait signalé que les escargots ne régulent pas leur température corporelle, et leur métabolisme dépend notamment de la température ambiante du milieu où ils vivent. Ne possédant pas un tégument s'opposant efficacement à la déshydratation et pour survivre lorsque le milieu de vie devient trop sec, ils doivent adopter une stratégie conservatoire qui consiste à se murer dans la coquille derrière une pellicule plus ou moins calcaire - l'épiphragme- qu'ils ont produite. Durant ce phénomène d'estivation la croissance de l'escargot est arrêtée et l'animal, vivant au ralenti, puise sur ses réserves et s'amaigrit. Ces deux phénomènes (absence de régulation de la température corporelle et estivation) rendent caduque la notion d'âge en termes de jours, semaines, mois chez l'escargot géant africain.

Dès la formation de l'épiphragme la valeur du CO_2/O_2 diminue lentement, puis cette diminution s'accroît. La perte de poids par disparition d'eau qui peut atteindre 20 % est surtout rapide pendant les premiers jours. Le régime physiologique réalisé pendant la vie ralentie est très économique correspondant à la réduction des fonctions de nutrition. (Damerdji et Benyoucef, 2006). C'est pour cette raison que les mesures du poids de nos escargots fluctuent suite à l'élévation des températures à partir de mi-mai et ils entrent en estivation (Photo2).

Ces résultats sont confirmées par les travaux de Daguzan en 1982 qui a observé des perturbations de croissance de poids chez *Helix aspersa* nourris avec un aliment composé enrichi par du calcium. Le même auteur signale que chez les Mollusques Gastéropodes Pulmonés terrestres, la croissance peut être de deux formes, l'une de type continu que l'on observe surtout chez les limaces et l'autre de type discontinue, c'est-à-dire présentant des arrêts de croissance lorsque les conditions deviennent défavorables chez divers escargots.

Selon les travaux de Garcia et *al* en 2005, réalisés sur l'effet de deux régimes alimentaires sur la croissance de *Helix aspersa* Müller pendant le stade juvénile dans des conditions de laboratoire, les résultats montrent que le régime avec fourrage présente des taux de croissance faibles. D'autre part, le régime avec l'aliment commercial montre une croissance élevée. Ces résultats concordent avec nos résultats concernant les perturbations du poids de notre escargot.

Malgré cela nous avons enregistré une préférence de nourriture de *Helix aspersa* envers la laitue dont la quantité offerte était totalement consommée par rapport à celle de la mauve où il y avait parfois des restes et contrairement à celle de Thym qui était très peu consommée (Les 15g de laitue étaient totalement consommés alors qu'on avait enregistré des restes des 15 g respectivement de la mauve et du thym). Ceci est du probablement à l'appétibilité de l'aliment, selon Karamoko et *al* en 2008 qui ont signalé que l'analyse minérale des plantes utilisées indique la présence de calcium, de phosphore, de sodium et de potassium qui sont des macro éléments indispensables à l'activité cellulaire et au bon fonctionnement de l'organisme. Bien que leur présence atteste de la qualité minérale de l'aliment pour l'escargot, leurs teneurs demeurent insuffisantes quant à leur influence sur l'appétibilité de l'aliment et à leur apport à l'organisme de l'animal. Ce qui est confirmé par Nicotri 1980, qui a signalé qu'il existe deux composantes distinctes du *preferendum* alimentaire peuvent être reconnues : L'une relative à la sélection d'un potentiel de végétaux susceptibles d'être consommés (il s'agit de l'attraction). L'autre concerne le taux d'ingestion de cet aliment (c'est la comestibilité). La comestibilité reflète à la fois la vitesse avec laquelle un aliment donné satisfait les besoins physiologiques du sujet et la facilité avec laquelle cet aliment peut être avalé et ingéré (Watson et Norton 1985). Quant à l'attraction, elle comprend un certain nombre de facteurs incluant la capacité de l'herbivore à détecter les odeurs et d'autres caractéristiques qui déterminent la valeur des végétaux. Quant aux raisons conditionnant le choix d'un aliment par rapport à sa composition en sels minéraux, il s'agit d'un ensemble de paramètres aux interrelations complexes (Otchoumou et *al* 2005).

Nos résultats analogues à se retrouver ultérieurement sur d'autres espèces de plantes et de gastéropodes, donc au cours de notre expérimentation on peut tirer que la préférence alimentaire de l'animal n'implique pas un bon rendement de croissance ou la richesse de végétal en éléments minéraux exemple *Helix aspersa* préfère la laitue alors que le thym est très riche en minéraux (tableau 13).

La laitue et la mauve ont été préférées par *Helix aspersa* suite à leurs richesses en eau par rapport au thym (tableau 13), ce qui est confirmé par Karamoko et *al* en 2008 qui ont soulevé

la préférence seulement de deux plantes parmi les 30 plantes offertes à l'escargot *Limicolaria flammea* (Müller) dont chacune contient plus de 70% d'eau; dans son milieu naturel *Limicolaria flammea* (Müller) en tant que végétarien, trouve la plus grande partie de l'eau nécessaire à son hydratation dans les fourrages verts qu'il consomme ce qui s'accorde avec les résultats de Otchoumou (1991).

Concernant l'analyse de la variabilité de croissance pondérale en fonction de la variété végétative (Laitue, le Thym ; Mauve) durant la période de croissance de 75 jours (figure N17) l'examen permet de définir une moyenne de poids comme suivant :

- Pour le poids (g) des individus nourris avec la laitue ($7,68 \pm 0,15$) ; Avec un maximum de poids égal à : 07,88 (g), et un minimum de 07,44 (g) ;
- Pour le poids (g) des individus nourris avec le thym ($6,98 \pm 0,72$) ; Avec un maximum de poids égal à : 08,17 (g), et un minimum de 06,13 (g) ;
- Pour le poids (g) des individus nourris avec la mauve ($7,16 \pm 0,34$) ; Avec un maximum de poids égal à : 07,58 (g), et un minimum de 06,60 (g) ;

Ceci justifie les meilleures performances de croissance pondérale obtenues chez nos individus d'*Helix aspersa* nourris avec le thym suite à sa richesse nutritionnelle par rapport à la mauve et laitue (tableau 13).

Passant à la variabilité de la croissance coquillère en fonction de la variété végétative (Laitue, Thym, Mauve) durant la période de croissance de 75 jours (figure N16) l'examen permet de définir une moyenne de taille comme suivant :

- Pour la taille coquillère (cm^2) des individus nourris avec la laitue ($5,24 \pm 0,13$) ; Avec un maximum de taille égale à : 05,44 (cm^2), et un minimum de 05,07 (cm^2) ;
- Pour la taille coquillère (cm^2) des individus nourris avec le thym ($5,15 \pm 0,20$) ; Avec un maximum de taille égale à : 05,43 (cm^2), et un minimum de 04,93 (cm^2) ;
- Pour la taille coquillère (cm) des individus nourris avec la mauve ($5,15 \pm 0,26$) ; Avec un maximum de taille égale à : 05,48 (cm^2), et un minimum de 04,81 (cm^2) ;

Suite à la richesse en calcium du thym et de la mauve (tableau 13) par rapport à la laitue, ces deux plantes ont permis une bonne croissance coquillère (figure 16).

Concernant nos plantes utilisées l'étude de l'analyse minérale montre la présence de calcium en forte concentration dans le thym 405 mg (Conan, 2021) et 690 mg dans la mauve (Couplan et Stiner, 1994) contre 19 mg dans la laitue (Holland et al, 1991), ce qui favorise la bonne croissance pondérale et coquillère chez les individus nourris avec le thym et la mauve par rapport à ceux nourris avec la laitue.

La coquille d'escargot représente en moyenne 27 à 35 % du poids total de l'animal (Bonnet et al, 1990). Elle est composée d'une partie organique (1 à 2% de sa composition) est une trame protéique externe et d'une partie minérale représente 98 à 99% de la coquille, il s'agit de carbonate de calcium sous forme de calcite et d'aragonite, expliquant la présence des escargots dans les milieux calcaires (roches, plantes...) (Pirame, 2003). De même la chair d'*Helix aspersa* est riche en calcium (Gomot, 1998).

Le calcium est un déterminant majeur de la taille et de la distribution de nombreuses espèces d'escargot (Ondina et al, 1998). En plus de renforcer la coquille, le Ca est essentiel à diverses fonctions du métabolisme et de la reproduction des tissus mous (Beeby, Larry en 2007) et à la calcification des œufs (Bonnet et al, 1990). De faibles niveaux de sol (ou une acidité élevée) peuvent exclure *Helix aspersa* de certains habitats ou limiter la fécondité des populations résidentes (Crowell, 1973). En milieu naturel, les escargots combleraient les déficits en calcium végétal par le calcium des sols (Johannessen et Solhoy 2001). Selon Conanet alen 1989, le taux de calcium induisant une meilleure performance de croissance chez *Helix aspersa* est de 12,07 %.

Cependant, selon Karamoko (2009) il faut être prudent, car l'augmentation considérable du taux de calcium dans l'aliment de l'escargot pourrait avoir des limites. Ce type d'alimentation pourrait contribuer à produire une coquille énorme et solide plutôt que de produire de la chair. Ainsi, Ireland en 1991 a pu observer que chez *Achatina achatina*, à partir de 12,02 % de calcium alimentaire, l'animal a tendance à produire beaucoup plus de coquille que de chair.

Cependant le calcium n'est pas le seul élément qui détermine la croissance d'escargot car selon Aupinel (1987), l'alimentation qui convient à l'escargot est celle qui procure à la fois l'énergie, les protéines, les minéraux et vitamines indispensables aux besoins de construction, de croissance et de reproduction. Ceci justifie les meilleures performances de croissance pondérale et coquillière obtenues chez nos individus d'*Helix aspersa* nourris avec le thym suite à sa richesse nutritionnelle par rapport à la mauve et laitue (tableau 13)

Selon Ireland (1991)

la croissance pondérale de l'escargot pour corollaire une croissance coquillière importante.

Stievenart

(1996) estime d'ailleurs que l'agrandissement de la coquille conditionne le développement des tissus mous. Ce qui était remarquable chez les individus nourris avec le thym.

Des essais sur le terrain avec l'escargot terrestre *Helix aspersa* ont révélé une préférence pour *Urtica dioica*, qui avait une teneur plus élevée en protéines, en calcium et en cendres, par

rapport aux graminées (Iglesias et Castillejos 1999). Nos résultats sont confirmés par ces essais car on a enregistré selon les analyses statistiques une bonne performance de croissance pondérale et coquillère chez les individus nourris avec le thym suite à sa richesse nutritionnelle en énergie, protéines, lipides, glucides, minéraux et vitamines par rapport à la mauve et laitue (tableau N). Otchoumou et al en 2005 montrent une très grande différence de performances de croissance chez l'escargot *Achatina achatina* (Linné, 1758) soumis à deux régimes végétaux et quatre régimes d'aliments composés sous forme de farine de différentes teneurs en calcium et signalent que ceci est due à une différence nette de la qualité nutritionnelle des deux catégories d'aliment et que les aliments composés conviennent donc à l'alimentation des escargots, et sont d'un emploi plus facile que les végétaux. Ils apportent à la fois l'énergie, les protéines, les sels minéraux et les vitamines dont les animaux ont besoin. Des observations similaires étaient enregistrées par Karamoko en 2009 pour l'escargot *Limicolaria flammea* en milieu d'élevage.

Une étude réalisée par Otchoumou et al en 2015 qui consiste à élever des escargots d'*Archachatina marginata* soumis à deux régimes végétaux R1 et R2 et trois régimes concentrés de farines avec des teneurs en protéine variables [10,5% (R3); 14% (R4) et 17,5% (R5)]. Les résultats de cette étude montrent que les performances de croissance pondérale et coquillère ainsi que les taux de survie des escargots soumis aux régimes concentrés riches en protéine ont été nettement meilleures que ceux soumis aux régimes constitués de fourrages verts relativement pauvres en protéine malgré que les quantités moyennes des régimes R1 et R2, ingérées par escargot sont nettement supérieures à celles des régimes concentrés de farine (R3, R4 et R5). Le meilleur rendement était obtenu par le régime R5 17,5% de protéine qui est un nutriment indispensable contribuant à améliorer notablement la croissance de cet escargot.

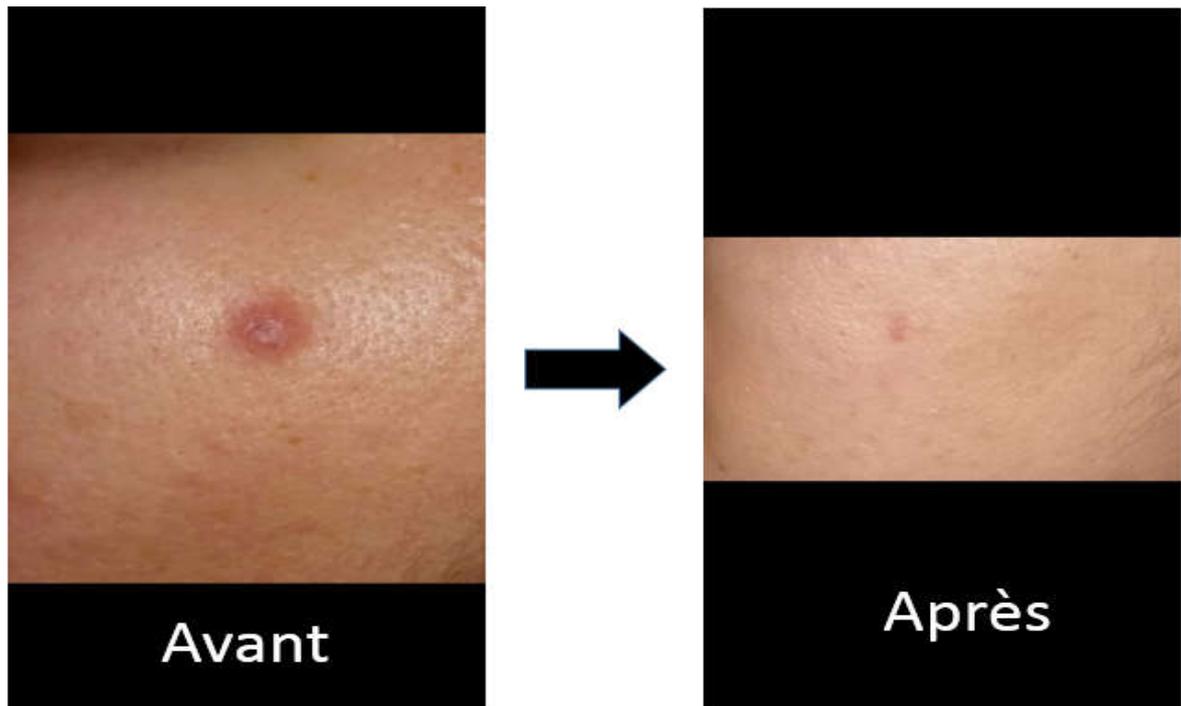


Photo 4 : Résultat de l'application de la bave d'escargot sur les sujets acnéiques après 20 jours (originale 2021).

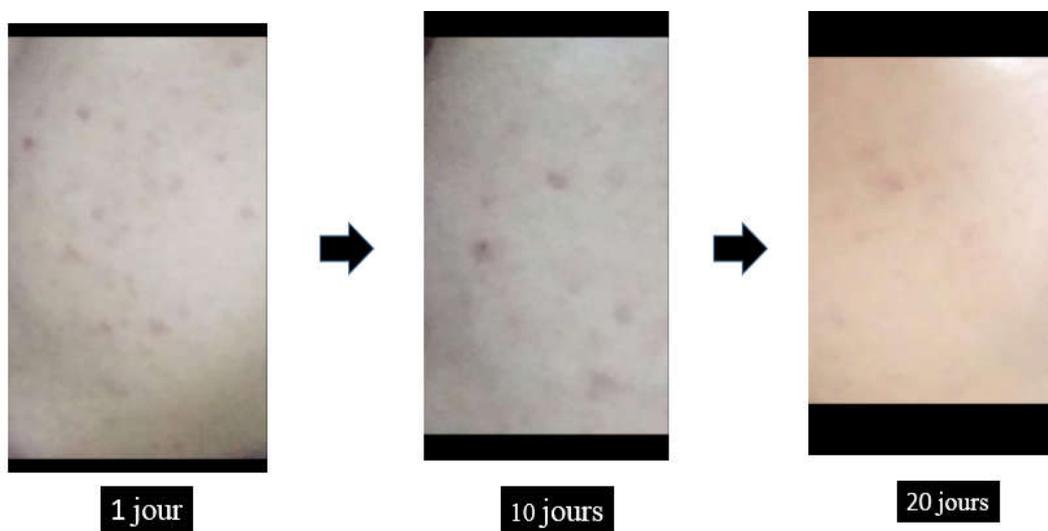


Photo 5 : Résultat de l'application de la bave d'escargot sur les sujets acnéiques après 20 jours(originale 2021).

Après utilisation de la bave de l'escargot nourrit à la laitue, nous constatant une nette amélioration sur les visages des sujets acnéiques dès les premiers dix jours, les boutons commencent à s'éclaircir et à diminuer de taille, au vingtième jour les traces sont moins visibles (photos 4 et 5). Ceci s'accorde avec les résultats de Paulina en 2008 qui confirme que la bave d'escargot *Helix aspersa* nourrit de la laitue est d'une bonne qualité, ses résultats montrent que la concentration en acide glycolique obtenue dans la sécrétion d'escargots *Helix aspersa* Müller nourris avec de la farine de maïs, de la farine de soja et de laitue était de 141,53 µg/mL ; 138,28 g/mL et 235,84 g/mL, respectivement. De même le régime avec lequel la concentration la plus élevée d'acide glycolique a été obtenue dans la sécrétion des escargots *Helix aspersa* Müller, au début, au milieu et à la fin de leur période active était végétal, avec des concentrations moyennes de 244,45 µg/mL, 204,81 µg/mL et 258,24 g / mL, respectivement. Donc après l'utilisation de la bave, les sujets testés ont signalé une satisfaction de cette substance naturelle.

**CONCLUSION
ETPERSPECTI
VES**

Conclusion

Helix aspersa a été disséminé dans de nombreuses régions du monde, intentionnellement comme source d'alimentation humaine, accidentellement associé au mouvement des plantes, et par son service environnemental. Récemment, cet escargot a gagné en popularité en tant qu'ingrédient principal des crèmes et gels nutritifs pour la peau utilisés pour se débarrasser des rides, des cicatrices, de la peau sèche et de l'acné (CABI, 2020).

Au terme de cette étude sur la bio écologie et l'intérêt de la bave d'*Helix aspersa*, nous pouvons retenir les points suivants :

Le poids des escargots d'*Helix aspersa* en fonction du temps et des régimes augmentent irrégulièrement et faiblement pendant une période de 75 jours et à partir de mi-mai où les températures commencent à augmenter nous avons enregistré des diminutions du poids de l'escargot ; concernant la laitue nous avons remarqué une baisse de la moyenne du poids pour arriver à une valeur de 7,45g au début du mois de juin, pour le thym une chute de poids a été enregistrée pour atteindre une valeur de 6,14g, pour la mauve la diminution a atteint une moyenne de 7,01 g.

Selon le régime alimentaire fourni à cette espèce entre plantecultivée, la laitue (*Lactuca sativa*) et plantes sauvages la mauve (*Malva sylvestris*) et le thym (*Thymus vulgaris*), l'observation du comportement alimentaire a montré que cet escargot marque une préférence alimentaire de la plante cultivée (laitue) par rapport aux plantes spontanées la mauve et le thym (Les 15g de laitue étaient totalement consommés alors qu'on avait enregistré des restes des 15 g respectivement de la mauve et du thym).

De même, *Helix aspersa* affectionne les plantes tendres et riches en eau tels que *Lactuca sativa* (laitue) qui contient 95,6 g (Holland et al, 1991) et *Malva sylvestris* (mauve) qui contient 80g (Couplan et Stiner, 1994).

Toutefois, le préférence constaté n'implique pas que les végétaux concernés soient de meilleurs aliments du point de vue rendement écologique de croissance. En outre la croissance du poids et taille des coquilles étaient bien remarquables chez les escargots nourris avec le thym qui était ingéré en faible quantité par rapport à la mauve et laitue.

Les aliments préférés ou ingérés en plus grande quantité ne sont pas forcément riches en éléments minéraux. Du point de vue de la composition chimique et la valeur nutritionnelle le Thym est très riche par rapport à la mauve et laitue. C'est pour cette raison que la quantité ingérée du thym est la plus faible.

La qualité de la bave a un effet bénéfique sur la peau selon les essais réalisés sur les sujets acnéiques. Nous avons remarqué après 20 jours la diminution de taille des boutons avec éclaircissement de cicatrices.

Perspectives

La réalisation de l'élevage d'*Helix aspersa* est possible en Algérie, il s'agit bien d'une activité alternative qui peut générer des fonds tout en contribuant à la conservation de la biodiversité.

Vue l'intérêt économique des escargots et leurs valeurs nutritionnelles importantes, leurs services environnementaux, ainsi l'utilisation de leurs bave dans l'industrie cosmétique, il est donc impératif de créer des instituts d'héliciculture afin de former des techniciens qui pourront maîtriser de nouvelles stratégies d'élevage.

Les escargots sont parfois cultivés pour récupérer leur bave qui est utilisée dans l'industrie cosmétique. La qualité de la bave d'escargot est influencée par plusieurs facteurs tel que l'alimentation. Alors il est nécessaire d'envisager une étude concernant l'influence des plantes médicinales sur la qualité de la bave.

**LES
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

Les références bibliographiques

A

Akerreta S., Calvo M. I. & Caverro R. Y. (2010). Ethnoveterinary knowledge in Navarra (Iberian Peninsula). *Journal of Ethnopharmacology* **130**, 369-378.

Al-Bayati F. A. 2008. Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, **166** (3) : 403-406p.

AUPINEL. H., 1987. Effect of short-term vitamin E deficiency on guinea pig skeletal muscle myoglobin. *Am.J.Physiol.* **197**:491.

B

Barker G.M .2001. The Biology of Terrestrial Molluscs. CAB International, Oxon, Wallingford, UK, 567 p.

Barros L., Carvalho A. M. & Ferreira I. C. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: a comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food Chem. Toxicol.* **48**, 1466-1472.

Bazylo A. et Strzelecka H. 2007. A HPTLC densitometry determination of luteoline in *Thymus vulgaris* and its extracts. *Fitoterapia*, **78** : 391-395p.

Beeby Alan et Larry Richmond.2007. Differential growth rates and calcium-allocation strategies in the garden snail *Cantareus asperses*. *Journal of Molluscan Studies*, pp105-112.

Bellakhdar J. ,1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle. Paris : Ibis Press.p.358..

Bonnemain B. 2005. Helix and Drugs: Snails for Western Health Care From Antiquity to the Present. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* **2**(1):25-28

Bonneman, B. 2003. Hélices et médicaments : l'escargot au service de la santé depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours. *Revue d'histoire de la pharmacie* **338**, PP 211-218.

Bonnet J.C., Aupinel P. et Vrillon J.L., 1990. L'escargot *Helix aspersa* : biologie-élevage. Institut National de la Recherche Agronomique, Éditions Quae, Paris, 124p

Bonnier G. & Douin R. (1912-1935). La grande flore en couleur de Gaston Bonnier-Belin. *Basic Med. Sci.* **14**, 49-57.

Boue.H et Chanton .R.1978. Zoologie, Tome I: Invertébrés. Edition Doin (Paris), pp 82-92.

C

CABI. 2020. Cornu aspersum (common garden snail). In Invasive species compendium. [<https://www.cabi.org/isc/datasheet/26821>]

Campion M.1961.The structure and function of the cutaneous glands in *Helix aspersa* Quart. J. Microsc. Sci., 102, pp. 195-216.w

Charles, D. J., 2012.Antioxydant properties of spices, herbs and other sources.Springer Science & Business Media. New York Heidelberg Dordrecht Londonp588.

Chevalier L, Desbuquois C, Papineau J, Charrier M. 2000.Influence of the quinolizidine alkaloid content of *Lupinus albus* (Fabaceae) on the feeding choices of *Helix aspersa* (Gastropoda: Pulmonata). Journal of Molluscan Studies, 66:61-68.

Chevallier H. 1977. La variabilité de l'escargot petit-gris *Helix aspersa* Müller. Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, série III, 448:425-442

Cobbinah J.C; Adri Vink; Ben Onwuka.2008.L'élevage d'escargots : Production, transformation et commercialisation- Agrodok 47. Agromisia Foundation, Wageningen, Première Edition, 82p.

Coelho AFS, Gomes EP, Sousa AP, Gloria MBA (2005). Effect of irrigation level on yield and bioactive amine content of American lettuce. J. Sci. Food Agric.85: 1026-1032.

ConanCatherine .2021.Le thym, un aromate très présent dans la cuisine française.<https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments>

Conan, (L.), (J. C.) Bonnet et (P.) Aupinel. 1989. L'escargot «petit-gris». Progrès en alimentation. Revue de l'alimentation animale, 3 : PP24-27

Couplan Francois & Styner Eva.1994. Guide des plantes sauvages comestibles et toxiques. Delachaux & Niestle. Les Guides Du Naturaliste .Edition None found. 415 p.

Crowell H.H. 1973. Laboratory study of calcium requirements of the brown garden snail *Helix aspersa* Müller, Proceeding of the Malacological Society of London, vol. 40. PP491-503.

D

Daguzan J., 1982. Contribution à l'élevage de l'escargot « Petit-gris », *Helix aspersa* Müller (Mollusque Gastéropode Pulmoné Stylommatophore). II - Evolution de la population juvénile de l'éclosion à l'âge de 12 semaines, en bâtiment et en conditions d'élevage contrôlées. Ami. Zootech., 31, PP87-110.

Dahirel M. 2014.Déterminants individuels et environnementaux de la dispersion chez une espèce hermaphrodite, l'escargot *Cornu aspersum*. Thèse de doctorat en biologie. Université de Rennes1. 250p

Damerdji .A1 et Benyoucef .B2. 2006.Impact des différents facteurs physiques et du rayonnement solaire sur la diversité malacologique dans la région de Tlemcen (Algérie). *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 9 N°4 267 – PP267- 276.

Dekle, G. W., & Fasulo, T.R. 2008.Brown Garden Snail, *Cornu aspersum* (Müller, 1774) (Gastropoda: Helicidae). EENY 240, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. Institute of Entomology and Nematology Department, University of Florida. P: 4

Denny, M.W. (1984). Mechanical properties of pedal mucus and their consequences for gastropod structure and performance. *Amer. Zool.* 24:PP 23-36.

Di Filippo Maria Francesca ,Luisa Stella Dolci,Letizia Liccardo, Adriana Bigi, Francesca Bonvicini, Giovanna Angela Gentilomi, Nadia Passerini, Silvia Panzavolta, Beatrice Albertini.2020.Cellulose derivatives-snail slime films: New disposable eco friendly materials for food packaging.*Food Hydrocolloids.* Volume 111, 106247

Dob, T., Dahmane, D., Benabdelkader, T., Chelghoum, C., 2006. Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* Boiss. *ETReut. International Journal of Aromatherapy*, 16(2), 95-100.

E

El-Gendy A K.S. Gad M F. Radwan A.2020.Physiological and behavioral responses of land molluscs as biomarkers for pollution impact assessment: A review *Environmental Research.*193:110558.

Ellijimi Chedli, Manel Ben Hammouda, Najet Srairi-Abid.2018. *Helix aspersa maxima* mucus exhibits antimelanogenic and antitumoral effects against melanoma cells. *Biomedicine & Pharmacotherapy.* 101:871-880.

Elodie Vanden Haute1; Patrick Squiban2; Nicolas Weinmann3; Sebastien Royer3.2019.Étude des propriétés de la bave d'escargot sur des kératinocytes humains primaires in vitro Procédé royer cosmétiqueles Herbiers France,HCS Pharma.p 01

Elodie Vanden Haute1; Patrick Squiban2; Nicolas Weinmann3; Sebastien Royer3.2019.Étude des propriétés de la bave d'escargot sur des kératinocytes humains primaires in vitro Procédé royer cosmétiqueles Herbiers France,HCS Pharma.p 01

Denny,

M.W. (1984). Mechanical properties of pedal mucus and their consequences for gastropod structure and performance. *Amer. Zool.* 24:PP 23-36.

F

Falkner G, Bank RA, Proschwitz Tvon. 2001. Checklist of the non-marine Molluscan species-group taxa of the States of Northern, Atlantic and Central Europe (CLECOM 1). *Heldia*, 4:1-76.

Flechtmann CHW ; Baggio D .1985. Sur la présence de Riccardoella linacum (Schrank, 1781) (Acari, Ereyneidae) dans des élevages d'escargots (*Helix pomatia* L. et *H. aspersa* L.) au Brésil. *Anais da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidad de Sao Paulo*, 42(1):51-54.

Flores M. (2011). *Malva sylvestris* L. et autres mauves de France, Thèse de doctorat en pharmacie, Université de NANTES Faculté de pharmacie, Nantes, pp: 197.

Fournier P. (1934-1940). Les quatre flores de France. *Dunod*. P: 268-273.

G

Gab/Frab. (2009). Laitues, Batavias, *Lactuca sativa*, Astéracées. *Fich Tec. n°11*, 2p. (Groupement des Agriculteurs Biologiques/ La Fédération Régionale des Agriculteurs Biologiques)

García A, Perea J, Martín R, Acero R, Mayoral A, Peña F , Luque M .2005.Effect of two diets on the growth of the *Helix aspersa* Müller during the juvenile stage. 56th Annual Meeting EAAP, Uppsala, Sweden. June 5th-8th

Ghahremani-Chabok, M. Bagheri-Nesami, M. Saeediine.2021. The effects of *Thymus vulgaris* inhalation therapy on airway status and oxygen saturation of patients under mechanical ventilation: A randomized clinical trial. *Advances in Integrative Medicine*. Volume 8, Issue 2, PP 92-100.

Ghedira K.& Goetz P. (2016).*Malva sylvestris* L. (Malvaceae): Mauve. *Phytotherapie* 14, 68-72.

Gomot A. 1998. Biochemical composition of *Helix* snails: influence of genetic and physiopathological factors. *Journal of Mollusca. Studies*. 64:pp 173-181.

Gomot L. ; Enee J. 1980. Biologie de la reproduction de l'Escargot *Helix aspersa* Müller. : les phases de croissance et la différenciation sexuelle. *Atti Acad. Fisiocritici Siena*,PP 73-85. *Geographic News*, 63: 211-243.

Gomot L. ; Enee J. 1980.Biologie de la reproduction de l'Escargot *Helix aspersa* Müller. : les phases de croissance et la différenciation sexuelle. *Atti Acad. Fisiocritici Siena*,PP 73-85.

Grassé, P.P. 1968. Traite de zoologie : anatomie, systématique, biologie - tome v, fascicule 3 - mollusques gastéropodes et scaphopodes, éd. Masson & Cie (Paris), pp362-370.

Greistorfer Sophie^aWaltraud Klepal^aNorbert Cyran^aAndreas Gugumuck^bLivia Rudoll^cJohannes Suppan^dJanekvon Byern^{ae} .2017.Snail mucus – glandular origin and composition in *Helix pomatia*.Zoology Volume 122, PP 126-138.

Grubben, G.J.H. & Sukprakarn, S.1993. Lactuca sativa L. Plant Resources of South-East Asia No 8. Vegetables. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, Netherlands. pp. 186–190.

H

Hazzit, M., Baaliouamer, A., Veríssimo, A. R., Faleiro, M. L., & Miguel, M. G. ,2009. Chemical composition and biological activities of Algerian *Thymus* oils. Foodchemistry, 116(3), 714-721.

Henry A. G. & Piperno D. R. (2008). Using plant microfossils from dental calculus to recover human diet: a case study from Tell al-Raqai, Syria. *J Archaeol Sci***35**, 1943-1950.

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.

Holland, B., Unwin, I.D. & Buss, D.H .1991. Vegetables, herbs and spices. The fifth supplement to McCance & Widdowson’s The Composition of Foods. 4th Edition. Royal Society of Chemistry, Cambridge, United Kingdom. 163 pp

Hyppa (Hypermédia pour la protection des plantes adventices), INRA Dijon:
<http://www2.dijon.inra.fr/hyppa/hyppa-f/hyppa.f.htm>

I

Iglesias J, Castillejo J. 1999. Field observations on feeding of the land snail *Helix aspersa* Müller. Journal of Molluscan Studies, 65(4):411-423.

Ireland, (M.P.). 1991. The effect of dietary calcium on growth, shell thickness and tissue calcium distribution in the snail *Achatina fulica*. Comparative Biochemistry and Physiology, 98:PP111-116.

Iserin P ., Masson M ., Restellini J.P ., Ybert E., De Laage de Meux A.,Moulard F ., Zha E ., De la Roque R ., De la Roque O ., Vican P .,Deelesalle- Feat T., Biaujeaud M., et al., 2001. Larousse des plantesmédicinales : identification, préparation, soins. Edition Larousse. Paris, 335p.

J

Jean-Baptiste, ESCOBAR Thibault, RAMONE Manon, REYNAUD Léo.2014.Préférences alimentaires *helix aspersa*, UE GLBE 405 "Ecologie Fonctionnelle".06p

Jiménez-Arellanes A., Martínez R., García R., León-Díaz R., Aluna-Herrera J., Molina – Salinas G. et Saïd-Fernández S. 2006. Thymus vulgaris as a potential source of anti tuberculosis compounds. Pharmacology online, 3 : 569-574p.

Johannessen, (L. E.) et (T.) Solhoy. 2001. Effects of experimental increased calcium levels in the litter on terrestrial snail populations. Pedobiologia, 45: 3, 234-242.

Κ

Karamoko M, Kouassi K D, Kouassi K P et Otchoumou A 2008: Inventaire des végétaux sauvages consommés par l'escargot *Limicolaria flammea* (Müller 1774) et préférences alimentaires. Volume 20, Article 213.

karamoko M. 2009. Etude de la biologie, de l'écologie et du comportement d'un escargot terrestre d'intérêt économique, *limicolaria flammea* (muller, 1774), en milieu d'élevage. Université cocody abidjan, thèse de doctorat unique, 166p

Karas F.2009. Gastéropodes terrestres, invertébrés continentaux des pays de la Loire - Greta, pp 379 – 387.

Kerkut G.A and Laverack M. S.1960. A cardio accelerator present in tissue extracts of the snail *Helix aspersa*. Comp. Biochem. Physiol. 1, PP 62-71.

Kerney, M. 1999. Atlas of the land and freshwater molluscs of Britain and Ireland. Colchester (Harley). 264p

Kolev M. (1976). La culture maraîchère en Algérie. Légumes feuilles. Tome II. 1.D.C.M. P:74.

ℒ

Lakhdari K., Kherfi Y. et Boulassel A., (2010)-Atlas des semences locales ouacclimatées dans les oasis de l'Oued Righ.CRSTRA (Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides),P 78

ℳ

Madec L, Daguzan J. 1993. Variation géographique des caractères reproducteurs d'*Helix aspersa* Müller étudiée dans des conditions de laboratoire. Malacologia, 35:99-117.

Mahin E., Mohammad R. F., Mohammad K., Majid A., Awat., Farshad A. B., Rahmatollah R., Akbar A. & Peyman A. (2015). Efficacy of the *Malva sylvestris* L. flowers

aqueous extract for functional constipation: A placebo-controlled trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice* **56**, 1-7.

Maire Teresa M et Alfonso Del Pozo.2008.Bave d'escargot. Unité de technologie pharmaceutique. Faculté de pharmacie. Université de Barcelone.pp 118-120.

Masoud Seddighfar,Sayid Mahdi Mirghazanfari,Masoumeh Dadpay.2020.Analgesic and anti-inflammatory properties of hydro alcoholic extracts of *Malva sylvestris*, *Carum carvi* or *Medicago sativa*, and their combination in a rat model. *Journal of Integrative Medic A.*; 18(2):181-188.

Mathilde Dupont-Nivet, Virginie Coste, Pierre Coinon, Jean-Claude Bonnet, Jean Marie Blanc.2000.Rearing density effect on the production performance of the edible snail *Helix aspersa* Müller in indoor rearing. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 49 (5), pp.447-456.

Mini-guide d'identification des escargots et des limaces de l'Opération Escargots.

Morales, R. ,2002. The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*.Thyme:the genus *Thymus*, 1-43.

N

Nicolai A. 2010. The impact of diet treatment on reproduction and thermo-physiological processes in the land snails *Cornu aspersum* and *Helix pomatia*. Thèse de Doctorat en co-tutelle, Universität Bremen, Allemagne/Université Rennes 1, France, 205 pp.

Nicotri ME 1980 Factors involved in herbivore food preference. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 42: 13-26

Nyglé Angèle SIKA PIBA, Mamadou Karamoko, Coffi Franck Didier Adou,Atcho Otchoumou et Kouassi Philippe Kouassi., 2015.Effet de la teneur en protéines alimentaires sur la croissance de l'escargot terrestre *Archachatina marginata* (Swainson, 1821).*Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(2): PP890-900.

O

Ondina, (P.); (S.) Matos; (J.) Hermida et (A.) Outeiro. 1998. Importance of soil exchangeable cations and aluminium content on land snail distribution. *Applied Soil Ecology*, 9: PP 229-232.

Otchoumou A, N'Da Ket Kouassi KD. 2005. L'élevage des escargots géants africains comestibles d'Afrique: Inventaire de végétaux sauvages consommés par *Achatina achatina* (Linné, 1758) et préférences alimentaires. *Recherche sur l'élevage pour le développement rural* 17(3) 028.

Otchoumou A. 1991. Contribution à l'étude de l'escargot géant africain : *Achatina achatina* (Linné) ; Mémoire de DEA n°071 ; Université Nationale de Côte d'Ivoire, 59 p.

P

Paulina Del Pilar Lagos Mediavilla.2008.IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA POR CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA EFICIENCIA PARA DETERMINAR Y CUANTIFICAR ÁCIDO GLICÓLICO EN SECRECIÓN DE CARACOL (*Helix aspersa* Müller). ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN Y PERÍODO ESTACIONAL EN SU CONCENTRACIÓN. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias. Escuela de Química y Farmacia.Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos para optar al Título de Químico Farmacéutico.

Pawlicki J.M, Pease L.B, Pierce C.M, Startz T.P, Zhang Y, Smith A.M.2004.The effect of molluscan glue proteins on gel mechanics.J. Exp. Biol., 207, pp. 1127-1135

Pirame S.S.L. 2003. Contribution à l'étude de la pathologie estivale de l'escargot petit gris (*Helix aspersa*) : reproduction expérimentale. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse, 99p.

Pitrat M, Foury C (2004) Histoires de légumes - Des origines à l'orée du XXIe siècle Chapitre 12: Laitues (Maisonneuve B). INRA, Paris

Pitt S.J, Graham M.A, Dedi C.G,Taylor-Harris P.M & Gunn A.2015. Antimicrobial properties of mucus from the brown garden snail *Helix aspersa* .British Journal of Biomedical Science; 72(4):174-81

Pons F, Koenig M, Michelot R, Mayer M, Frossard N.1998. The broncho relaxant effect of helicidine, a *Helix pomatia* extract, involves prostaglandin E2 release Pharmaceut. Biol., 36, pp. 13-19.

Popple I. & Tribune M.G., 2002.Are snails 'Love Darts' Source of Cupid Lore, National Geographic News, 63: 211-243.

Q

Quezel P. & Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *Tome I et II. Ed. C.N.R.S., Paris*, pp:1170

Quezel, P., 1963.Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionalesp 565.

R

Ramirez, JC. 2015 . Développement d'une culture durable de laitue de transformation en sol minéral. Mémoire de maîtrise. Université Laval.p 72

Rasavi M. S., Zarrini G., Molavi G. & Ghasmi G. (2011).Bioactivity of *Malva Sylvestris* L., a Medicinal Plant from Iran. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences* **14 (06)**, 574-579.

Rousselet M. 1979. L'élevage des escargots. Édition du point vétérinaire, Maisons-Alfort, 122 p.

S

Salhi C. (2018). Les plantes antitussives à l'officine. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Grenoble Alpes faculté de pharmacie, Grenoble, p : 45-59.

Selmi S. et Sadok S. 2008. The effect of natural antioxidant (*Thymus vulgaris*Linnaeus) on flesh quality of tuna (*Thunnus* Linnaeus) during chilled storage. *Pan-American Journal of aquatic sciences*. 3 (1) : 36-45p.

Smith A.M, Morin M.C .2002.Biochemical differences between trail mucus and adhesive mucus from marsh periwinkle snails.*Biol.Bull*, 203, pp. 338-346

Stahl-Biskup E. , 2002. Essential oil chemistry of the genus *Thymus*: a globalview. In: *Thyme D the Genus Thymus* (Stahl-Biskup E. and Saez F., eds.). Francis& Taylor, London, p.124.

Stievenart C.1996. Morphologie coquillière, croissance, reproduction et estivation chez les escargots géants africains: observation au laboratoire sur *Archachatina marginata* et *Achatina fulica*. Thèse de PhD. Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, Antwerpen, Belgique, 204P.

Stievenart Corinne .1990. Importance de la combinaison des paramètres poids vif et longueur de coquille pour l'appréciation de la croissance chez les escargots géants africains. *Livestock Research for Rural Développement* (Cali, colombie), 2 (3): 66-74.

Stievenart, C et Hardouin, J.1990.Manuel d'élevage des escargots géants africains sous les tropiques.Technical Centre for Agricultural and Rural Coopération ACP-EEC Ed. (Wageningen, The Netherlands).41p

T

Tela botanica : <http://www.tela-botanica.org>

W

Watson DC and Norton TA. 1985. Dietary preferences of the common periwinkle, *Littorina littorea*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 88:pp 193-211

Z

Zorrig, 2011. Recherche et caractérisation de déterminants contrôlant l'accumulation de cadmium chez la laitue "Lactuca sativa". Thèse doctorat en agronomie. pp 250.

Site web:

- [<https://www.cabi.org/isc/datasheet/26821>]
- <http://www.manandmollusc.net/Odessa/helix.html>
- <https://www.ecoumene.com/produit/semences/potageres/laitue/laitue-pommee/laitue-pommee-buttercrunch-bibb-bio/>
- <https://www.mlle-agathe.fr>
- <https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments>
- www.elevage-escargots.com/la-vie-d`un-escargot.html
- www.inpn.mnhn.fr
- <http://www2.dijon.inra.fr/hyppa/hyppa-f/hyppa f.htm>

Résumé

Les feuilles de trois espèces végétales (Laitue, Mauve, Thym) ont été proposées individuellement à l'escargot *Helix aspersa* en laboratoire. L'observation du comportement alimentaire d'*Helix aspersa* montre une préférence de la plante cultivée laitue (les 15 g étaient totalement consommées par rapport à la mauve et le thym) et affectionne les plantes riches en eau (la mauve contient 80 g et la laitue 96.5 g) ce qui est lié à sa croissance. La faible quantité de thym consommée par cette espèce par rapport à la laitue et la mauve offre un bon rendement écologique de croissance suite à sa richesse nutritionnelle. Le facteur thermique agit sur le poids d'*Helix aspersa* et provoque l'estivation de l'animal. La bave d'escargot est un bon actif d'intérêt cosmétique.

Mots-clés : *Helix aspersa*, bave d'escargot, laitue, mauve, thym.

Abstract:

The three vegetal leaves (Lettuce, Mallow, Thyme) have been proposed individually to the snail *Helix aspersa* in the laboratory. The observation of the food behavior of the snail *Helix aspersa* shows a preference of the cultivated plants Lettuce (the 15g have been completely consumed compared to the mallow and thyme) and affectionate the soft plants rich in water (Mallow:80g and Lettuce:96,5g) that is linked to its growth. The low quantity of thyme consumed by offers a good ecological yield of growth because of its nutritional richness. The thermic factor acts out on the weight of *Helix aspersa* and provokes the animal estivation. The snail slime is a good active substance for cosmetic interest.

Keywords: *Helix aspersa*, snail slime, Lettuce, Mallow, thyme

ملخص:

تم تقديم أوراق ثلاثة أنواع نباتية (الخس، الخبيز، الزعتر) إلى الحلزون الذي ينتمي إلى نوع *Helix aspersa* بشكل فردي في المختبر ومن ثم متابعة سلوكه الغذائي إتجاه هذه النباتات الثلاث.

لوحظ من خلال السلوك الغذائي لهذا الحلزون أنه يفضل بشكل كبير إستهلاك نبات الخس (الكمية التي تعادل 15 غ من الخس كانت مستهلكة كليا مقارنة بالخبيز والزعتر)، ويجب هذا النوع من الحلزون النباتات الرطبة والغنية بالمياه مثل الخس والخبيز (الخبيز يختوي على 80 غرام من الماء، والخس على 96.5 غرام من الماء).

إن كمية الزعتر الضئيلة المستهلكة من طرف الحلزون *Helix aspersa* توفر عائدا بيئيا جيدا من حيث النمو بسبب ثراء قيمته الغذائية مقارنة مع الخس والخبيز.

العامل الحراري يؤثر على هذا النوع من الحلزون مما يؤدي إلى انخفاض وزنه ودخوله في مرحلة السبات.

يعتبر وحل الحلزون عنصر تجميلي ذو نوعية جيدة.

الكلمات المفتاحية: الحلزون (*Helix aspersa*)، وحل الحلزون، الخس، الخبيز، الزعتر