



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche
Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس
مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis
de Mostaganem
كلية العلوم الطبيعية و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme Master en Agronomie

Option: Génétique et Reproduction Animale

Thème

Effet de l'environnement sur la caractérisation des coquilles de l'escargot *Helix aspersa* dans les régions Relizane et Mostaganem

Présenté par : REGUIEG Soufyane

Président : Mme. SOLTANI Fatiha

M.A.A

Université Mostaganem

Encadreur : Mme. FASSIH Aicha

M.A.A

Université Mostaganem

Examineur : Mr. DAHLOUM Lahouari

M.C.A

Université Mostaganem

Année Universitaire : 2019 / 2020

REMERCIEMENT

Je remercie notre encadreur, **Mme. FASSIH Aïcha** pour son Suivi, ses orientations, ses conseils et surtout sa compréhension ainsi que l'ensemble des enseignants du département d'Agronomie qui n'ont aidé dans l'entreprise de notre recherche

Je remercie aussi aux membres du jury qui ont bien voulu accepter d'examiner mon travail.

Je tiens à remercier tout particulièrement :

Les Professeurs du Département d'agronomie et spécialement les professeurs de ce master celui de génétique et reproduction animale et plus spécialement le PR **Halbouche Miloud** pour son soutien. Je remercie également mes collègues de ce, master qui m'ont accueilli parmi eux comme quelqu'un qu'ils ont connu depuis toujours.

Mes remerciements les plus aimables, seront dédiés à mes parents, pour son soutien moral et sans faille tout au long de cette étape "d'aventure" intellectuelle intéressante et enrichissante.

Abstract

Our study examined the effect of climate on the phenotype of the animal (*Helix aspersa*). It involved 02 different sites, including 200 snails, all collected from one place. And divided into two groups in two different places in terms of climate.

After a full study and daily recordings, the difference is estimated at two sites of each variable a; the total sums of live snails is equal to 12.98 g. live weights 0.13 g. The mean diameters of the shells at 0.21 cm. The mean of the heights of the shells is equal to 0.04 cm. The average sizes of shells 0.44 cm². The total sums of shell weights is 4.33 g. Average weight of the shells is 0.13 g. Total sums of torpedo weights 8 g. And the average weight of the twisters is 0.08 g.

The results of statistical analysis, a significant difference in the size of snails $P < 0.001$, unlike the other variables did not record a significant difference.

The reason may be due to the duration of the study (one month), is considered not enough time to note changes or for climate change due to warming of the unstable planet and pollution.

Keywords: *Helix aspersa*-climatic-morphological-snails - phenotype

Résumé

Notre étude ayant porté sur l'effet du climat sur le phénotype de l'animal (*Hélix aspersa*). Elle a concerné 02 sites différents, comportant 200 escargots, toutes collectes d'un endroit sont divisées en deux groupes en deux endroits différents en termes de climat.

Après une étude complète et des enregistrements quotidiens, la différence est estimée à deux sites de chaque variable a ; Les sommes totales des poids vifs des escargots est égale à 12,98 g. les poids moyens vifs 0,13 g. les moyennes des diamètres des coquilles à 0,21 cm. Les moyennes des hauteurs des coquilles sont égales à 0,04 cm. Les moyennes des tailles des coquilles 0,44 cm². Les sommes totales des poids des coquilles sont égales à 4,33 g. poids moyens des coquilles est de 0,13 g. Les sommes totales des poids des tortillons 8 g. et les poids moyens des tortillons est égale à 0,08 g.

Les résultats de l'analyse statistique montrent une différence significative de la taille des escargots $P < 0,001$, Contrairement aux autres variables n'a pas enregistré une différence significative.

La raison peut être due à la durée de l'étude (un mois), qui est considéré comme pas assez suffisante pour noter les changements, ou pour le changement climatique en raison du réchauffement de la planète instable et la pollution.

Mots clés : *Hélix aspersa*- climatique- morphologique- escargots - phénotype

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Critères de description et de mensuration d'une coquille d'escargot du Genre Helix	11
Figure 2: La coquille de l'escargot du Genre Helix	11
Figure 3: Morphologie externe de l'escargot petit gris (Helix aspersa).	12
Figure 4: Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots	14
Figure 5: Partie de la langue râpeuse de l'escargot, la radula, grossie 4000 fois à l'aide d'un microscope électronique à balayage	15
Figure 6: Les deux paires de tentacules d'un escargot brésilien en train de manger	15
Figure 7: Escargot en hibernation avec son épiphragme	17
Figure 8: Helix aspersa aspersa avec son épiphragme calcifié	17
Figure 9: Accouplement de Petits-Gris	18
Figure 10: Le dard de Cupidon devant un décimètre : presque 1 cm	19
Figure 11: Petit-Gris en position de ponte	20
Figure 12: Processus de la ponte. Le temps est exprimé en heures : minutes	20
Figure 13: Naissains escargots	21
Figure 14: on trouver d'utilisation intégrée des escargots en bio-indication de la qualité des sols	24
Figure 15: exemplaire les prédateurs le sous-branchement des invertébrés	25
Figure 16: Khella, ou Noukha	27
Figure 17: Escargots en sauce	28
Figure 18: Caviar d'escargot	29
Figure 19: Helix lucorum - Helix pomatia	30
Figure 20: H. aspersa - H. aspersa maxima	30
Figure 21: Helix aspersa aspersa .	31
Figure 22: Crème à la bave d'escargot	32
Figure 23: Bave d'escargot dans la cosmétique	32
Figure 24: Situation géographique des sites de Ghilizane	48
Figure 25: Situation géographique des sites de Sidi Lakhdar	48
Figure 26: Table climatique Ain Ghilizane	49
Figure 27: Diagramme climatique Ghilizane	50
Figure 28: Courbe de température à Ghilizane	50
Figure 29: Table climatique Ain Sidi Lakhdar	51
Figure 30: Diagramme climatique Sidi Lakhdar	52
Figure 31: Courbe de température à Sidi Lakhdar	52
Figure 32: Hélix aspersa aspersa l'échantillon de recherche	53
Figure 33: Mensurations de Petits-Gris	54
Figure 34: Site d'élevage dans Ghilizane	54
Figure 35: Extrait l'escargot de la coquille à l'eau bouillante	55
Figure 36: la couleur de coquille d'escargot (ghilizane)	57
Figure 37: la couleur de coquille d'escargot (Sidi Lakhdar)	57
Figure 38: Données morpho métriques des spécimens d'escargots (n=100 pour chaque site)	60
Figure 31 : Pesée d'un spécimen de PetitGris	54

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Classification de la variabilité de la taille d'Helix aspersa.....	6
Tableau 2: Les principales caractéristiques des escargots du genre Helix.....	8
Tableau 3:paramètres morpho-pondéraux (moyenne \pm erreur-type) mesurés chez.....	61
Tableau 4: Poids vifs et tailles des coquilles des escargots (Ain Oussera).....	67
Tableau 5:Poids vifs et tailles des coquilles des escargots (Sidi Ali).....	69
Tableau 6:Poids des coquilles et des tortillons des escargots (Ain Oussera).....	71
Tableau 7:Poids des coquilles et des tortillons des escargots (Sidi Ali).....	73
Tableau 8:Corrélations de Pearson entre les paramètres mesurés chez les escargots de la région de Ain Oussera (n=100).....	75
Tableau 9:corrélation de pearson entre les paramètres mesurés chez les escargots de la région de sidi Ali (n=100).....	75
Tableau 10:Corrélations de Pearson entre les paramètres mesurés chez les escargots récoltés dans les deux régions (n=200).....	75

LISTE DES ACRONYMES ET DE SYMBOLES

Acronyme/symbole Description

H : Hauteur de la coquille d'escargot.

H.a: Helix aspersa

H.a.a: Helix aspersa aspersa

PC : Poids de la Coquille d'escargot.

PT : Poids du Tortillon (ou masse viscérale d'escargot).

PV : Poids Vif d'escargot.

T : Taille de la coquille d'escargot.

Ø : Diamètre de la coquille d'escargot.

AO : Ain Oussera

SA : Sidi Ali

LISTE DES ACRONYMES ET DE SYMBOLES

SOMMAIRE

Introduction :	1
<u>Première partie : étude bibliographique</u>	3
Chapitre I : Généralités sur l'escargot <i>Helix aspersa</i> Müller	4
1.1 Inventaires des gastéropodes des clés d'identification	5
1.2 Présentation et classification de l'espèce (<i>Helix aspersa</i>)	6
1.2.1 Position systématique des escargots.....	7
1.2.2 Principales espèces commercialisées.....	8
1.2.3 Distribution géographique.....	10
1.2.4 Anatomie et morphologie de l'escargot :.....	10
1.2.5 Déplacement :.....	13
1.2.6 Alimentation :.....	15
1.2.7 Longévité :.....	16
1.2.8 Hibernation des escargots terrestres :.....	16
1.2.9 Reproduction :.....	17
1.2.10 Environnement :.....	21
1.2.11 L'escargot comme bio-indicateur pour l'éco-toxicologie :.....	22
1.2.12 Prédateurs :.....	24
1.2.13 Rythme d'activité des gastéropodes.....	25
1.2.14 Utilisation par l'Homme.....	26
Chapitre 2 : <u>Sur la génétique de la variation du couleur</u>	35
1.1 Génétique de la variation de la couleur du corps des Escargots terrestres <i>Helix aspersa</i>	36
1.1.1 Introduction et généralités.....	36
1.1.2 Les Pigments.....	36
1.1.3 Hérité de la couleur.....	38
1.2 Génétique de la couleur de la peau de l'escargot	40
1.2.1 Locus C.....	40
1.2.2 Locus B (black, brown).....	41
1.3 Dominance et récessif	41
1.3.1 Locus D (dilution).....	42
1.3.2 Locus I (inhibition).....	42
1.3.3 Locus O (orange).....	42

SOMMAIRE

1.3.4	Locus W (white).....	43
1.3.5	Le gène E.....	43
1.3.6	Le gène G.....	43
Deuxième Partie : <u>Matériel et</u>		46
<u>méthodes</u>		46
Chapitre I : <u>Matériels ET Méthodes</u>		47
1.1	Sites d'élevage :.....	48
1.2	Analyse des paramètres climatiques des sites Ghilizane et sidi Lakhdar :.....	48
1.3	2.3. Matériel biologique :.....	53
1.4	2.4. Paramètres biométriques :.....	53
1.5	Protocol d'expérimentale :.....	54
1.5.1	Site d'élevage escargots :.....	54
1.5.2	Mode opératoire :.....	54
Chapitre II : Résultats Et Discussion		56
1.1	Comparaison à la couleur de coquille d'escargot :.....	57
1.2	Biométrie du Petit-Gris :.....	57
1.3	Analyse préliminaire comparative des résultats:.....	58
1.4	Étude morphométrique :.....	59
1.5	Comparaison des paramètres pondéraux entre les deux sites :.....	60
1.6	Résultats de comparaison de climat entre deux sites :.....	61
1.7	Discussion :.....	62
CONCLUSION GENERALE		63
REFERENCES		64
Annexes		67

Introduction :

Prendre les mesures nécessaires pour identifier la mise en cause de l'épigénétique dans la modification du génome humain est un sujet d'actualité.

En effet, en 2012 a été créée au Collège de France la chaire « Epigénétique et mémoire cellulaire » qui a été confiée à Edith Heard. Dans sa leçon inaugurale, celle-ci précise qu'il s'agit d'un champ d'investigation nouveau et très riche de la biologie, qui touche aussi bien le développement des organismes et les variations normales ou pathologiques de celui-ci, notamment en lien avec l'environnement, que l'hérédité et l'évolution.

L'épigénétique modifie aussi la perception de la façon dont l'environnement interagit avec le génome pour déterminer le phénotype d'un organisme.

Un exemple quasi caricatural est celui de l'abeille. On sait que la larve d'abeille qui reçoit de la gelée royale acquiert un phénotype de reine, alors que sans gelée royale elle devient une ouvrière stérile et bien différente de la reine.

Un autre exemple, l'utilisation des escargots cas de l'espèce *Helix aspersa aspersa* par certains chercheurs pour prouver l'impact d'un milieu pollué par rapport à un autre non pollué sur le comportement de leur génomes.

La présence d'un polluant dans le sol n'est pas en soi un danger. Le risque apparaît dès que ce polluant peut être mobilisé et agit sur l'environnement (flore et faune) ou sur l'Homme (Dubey et al., 1993).

Un bioindicateur peut être défini comme une espèce animale, végétale ou fongique qui reflète l'état du milieu dans lequel il vit. Il doit pour cela répondre à un certain nombre de critères (Hopkin, 1989 ; Edward et Slingo, 1996) : participer activement au fonctionnement de l'écosystème, être sédentaire, largement distribué et facile à identifier, être bioaccumulateur, tolérant ...).

C'est la cas de l'*Helix aspersa aspersa*.

L'escargot terrestre appartenant à l'espèce *Helix aspersa* est un excellent bio-indicateur de pollution terrestre plus efficace que le Ver de terre *Lumbricus terrestris* (Gomot-de Vaufleury et Pihan, 2000). En raison de sa sédentarité sur les sols et de son régime herbivore, il est aisément contaminé par les divers polluants présents dans l'air, le sol et la flore, d'où l'intérêt de son utilisation comme organisme test pour étudier l'influence des éléments-traces métalliques sur sa croissance (Berger et Dallinger, 1993 ; Gomot, 1997 ; de Vaufleury et Gomot, 1998 ; Cortet et al., 1999).

En effet, ce dernier génère par ces activités une quantité de plus en plus importante de déchets

gazeux, solides et liquides. La pollution peut être classée selon la nature et le type du polluant, on parle ainsi : de pollution physique, chimique, biologique et parfois de simples nuisances (Popescu et Tuffs, 2009).

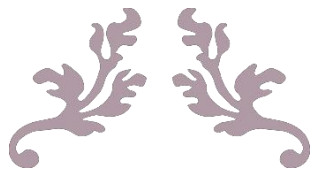
Le sol, qui représente la couche superficielle de la croûte terrestre, est un écosystème qui englobe plusieurs organismes vivants qui remplissent des fonctions écologiques essentielles. Le sol est caractérisé par différents facteurs microbiologiques, physiques, chimiques et mécaniques, il est donc le support d'une activité biologique intense. Les polluants atmosphériques ne séjournent pas indéfiniment dans l'air car les précipitations liquides et solides les ramènent à la surface du sol. L'utilisation des animaux invertébrés pour l'évaluation des écosystèmes a une longue histoire dans les milieux aquatiques et terrestres (Eijsackers, 2010).

Les mollusques gastéropodes terrestres pulmonés sont reconnus comme indicateurs biologiques appropriés (Berger et Dallinger, 1993 ; Cortet et al., 1999), par leur grande capacité d'accumulation des éléments-traces métalliques (ou ETM) dont les plus fréquents sont Cd, Cu, Pb et Zn.

Cette propriété a été mise à profit pour utiliser les escargots terrestres comme bioindicateurs de la pollution par les ETM (Coughtrey et Martin, 1976 ; Berger et Dallinger, 1993 ; Gomot-de Vaufleury et Pihan, 2000 ; Beeby et Richmond, 2002 ; Viard et al., 2004 ; Notten et al., 2005). De plus, l'effet toxique des substances organiques et inorganiques sur les escargots a été évalué par plusieurs chercheurs (Viard et al., 2004 ; Regoli et al., 2006 ; Achuba, 2008 ; Godet, 2010 ; Beeby et Richmond, 2011).

En Algérie, des études liées à la pollution ont été réalisées sur *Helix aspersa*, que nous complétons par une étude morphométrique de la coquille, de la masse vivante et de la taille de la coquille du gastéropode objet de notre étude.

Dans notre étude, ce sujet nous essayons de connaître l'étendue de l'influence de l'environnement sur un escargot et l'étude des changements qui en découlent, qui soulèvent un certain nombre d'escargots dans des environnements différents en fournissant les mêmes conditions que je veux dire la nourriture, et les changements qui résultent de l'effet sur l'environnement peut influencer sur le phénotype et cela nous aide dans notre étude et du changement de poids et de changer la couleur de la coque que la pollution peut apparaître au niveau macroscopique, et cela se reflète dans l'émergence d'une couleur distinctive dans la cochlée et tout cela, nous allons lui parler progressivement.



Première partie : étude bibliographique.



Chapitre I : Généralités sur l'escargot *Helix aspersa*

1.1 Inventaires des gastéropodes des clés d'identification

Les Mollusques sont des animaux dépourvus d'axe vertébral. Ils possèdent une coquille, qui peut cependant manquer dans les groupes importants. Par ailleurs, ils présentent une symétrie bilatérale primitive, mais susceptible de se trouver profondément altérée dans certains groupes.¹

Le corps des mollusques est mou, non segmenté, dépourvu d'appendices articulés, et se divise en cinq grandes régions.²

Les Gastéropodes regroupent 80000 espèces caractérisées par une coquille univalve spiralée, un pied aplati dont la face inférieure sert à la locomotion, une tête bien distincte ou s'ouvre la bouche et portant organes sensoriels, et par une masse viscérale située dorsalement, enveloppée par le manteau et protégée par la coquille.³

Il en résulte une position en U du tractus digestif et du système nerveux.⁴

Sur le plan de la systématique, la classe des Gastéropodes se divise en trois sous-classes⁵

Les Prosobranches, qui constituent la quasi-totalité des Gastéropodes marins à une coquille¹

Les Opisthobranches, qui constituent la totalité des Gastéropodes marins adaptés à la vie benthique littorale ou à la vie pélagique. Certains possèdent une coquille, mais la grande majorité est d'aspect lanciforme⁶

Les Pulmonés, qui constituent la quasi-totalité des Gastéropodes, avec ou sans coquille, habitant les domaines terrestres et les eaux douces¹

Ce sont les seuls mollusques bénéficiant d'une respiration pulmonaire. Ils sont fréquemment hermaphrodites⁶

Les méthodes d'identification décrites par Bonnet et Al (1990) et Chevallier (1990) se basent sur le nombre de bandes spirales au niveau des coquilles ainsi que la couleur et la forme de ces dernières.

Pour les variétés d'*Helix aspersa* :

- La variété *typica* caractérisée par une coquille de coloration générale foncée, possède quatre bandes chagrinées.

¹ (Gaillard, 1991).

² (Grasse, 1960).

³ (Gaillard, 1991).

⁴ (Purves & Heller, 1992).

⁵ (Gaillard, 1991 ; Grzimek & Fontaine, 1973).

⁶ (Grzimek & Fontaine, 1973).

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

- La variété *lutescens* qui correspond également à quatre bandes, mais de coloration générale claire.
- La variété *fasciata* : coquille foncée à cinq bandes.
- La variété *zonata* : coquille claire à cinq bandes
- La variété *unicolor*: coquille sans bandes de couleur ocre ou fauve.
- La variété *obscurata* : coquille très foncée à bandes délayées.
- La variété *flammea* : coquille claire à bandes délayées se traduisant par des flammules verticales brun clair.
- La variété *exalbida* : coquille jaune verdâtre pâle à bandes estompées par l'albinisme.
- Les variétés sans bandes ou *unicolor* : coquilles sans bandes et marron.

1.2 Présentation et classification de l'espèce (*Helix aspersa*)

Helix aspersa ou le petit gris, est un escargot appartenant à l'embranchement des **Mollusques**, animaux à corps mou et dépourvu de squelette, sa masse viscérale présente une torsion de 180° par rapport au pied d'où une asymétrie de certains de ses organes (**Bonnet et al,1990**) : Il fait partie de la classe des **Gastéropodes**, il possède un poumon (ou cavité palléale), ce qui le situe dans la sous classe des **Pulmonés**, il appartient au sous ordre des Stylomatophores, caractérisés par la famille des **Hélicidés** ; sa spirale tourne généralement dans le sens des aiguilles d'une montre, pouvant contenir tout son corps. La masse viscérale étant retenue dans la coquille par le muscle columbaire. *Helix aspersa* est une espèce polymorphique, sa variabilité concernant la taille des animaux peut se résumer dans le tableau n°1.

Tableau 1: Classification de la variabilité de la taille d'Helix aspersa⁷

Dénomination de la forme ou de la classe de taille		Diamètre de la coquille (mm)	Poids de la coquille (g)
Minor		< 28	< 6
Normalis	Petite taille	28 à 32	6 à 7
Normalis	Taille moyenne	32 à 35	7 à 10
Normalis	Belle taille	35 à 39	10 à 14
Major		39 à 43	14 à 20
Maxima		> 43	20 à 40

À la fin de la croissance l'escargot dit « Bordé », mesure de 28 à 35 mm pour un poids adulte de 7 à 15g, il est sourd et quasiment aveugle mais ses tentacules sont équipés de l'épithélium olfactif. L'escargot se déplace par reptation, grâce à son pied, en secrétant de la

⁷ selon Chevalier,1977 ;1980 ;1992)

bave pour mieux glisser, sa vitesse moyenne est de 7,5 cm/mn ⁸.

Il peut vivre entre 5 et 10 ans ⁹; s'il n'est pas dévoré par ses prédateurs ; il est nuisible aux cultures.

La plupart de l'activité de l'escargot (y compris ses repas) a lieu de nuit avec un pic 2 à 3 heures après la tombée de la nuit, la fraîcheur nocturne, et la rosée facilitent leur déplacement.

L'escargot est un animal à sang froid, il s'adapte aux différentes saisons pour réguler sa température. En hiver, il entre en hibernation ; en été son activité est réduite par les conditions climatiques défavorables, donc il entre en estivation pour se réhydrater. Dans ces deux périodes, il se rétracte à l'intérieur de sa coquille qu'il obture par un voile muqueux (courte inactivité), imprégné de calcaire durcit en séchant c'est l'épiphragme. L'escargot reprend son activité quand les conditions climatiques seront favorables. *Helix aspersa* est un hermaphrodite, mais doit s'accoupler car il ne peut pas s'autoféconder ¹⁰.

L'Homme apprécie l'escargot comme alimentation, ainsi sa bave peut être utilisée pour cicatriser les plaies, arrêter les hémorragies, aussi elle sert en cosmétologie, en neurologie ; De plus cette espèce sert à dépolluer l'environnement, et mesurer le degré de pollution, il a la particularité de concentrer dans ses tissus les substances chimiques présentes dans le sol, l'air et les plantes de son environnement.

1.2.1 Position systématique des escargots

- **Embranchement** : Mollusques
- **Classe** : Gastéropodes, animaux présentant une torsion de la masse viscérale par rapport au céphalopodium. Cette torsion de 180° engendre une asymétrie plus ou moins prononcées de l'organisation, et ses effets, inégaux selon les groupes ou les espèces, confèrent à la classe une individualité remarquable.
- **Sous-classe** : Pulmonés, animaux dont le système nerveux n'est pas croisé en 8, et qui possèdent une respiration pulmonaire.
- **Ordre** : Stylomatophores.
- **Super-famille** : Helicacea.
- **Famille** : Helicidae.
- **Sous-famille** : Helicinae.

⁸ (Cadart, 1975).

⁹ (Auguste, 1838)

¹⁰ (Bertrand et Al, 2004).

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

- **Genre** : *Helix* (MICHEL Rousselet. Docteur vétérinaire. L'élevage des escargots, e édition).

Helix aspersa (Müller,1774) est un Mollusque gastropode, pulmoné terrestre, aussi nommé *Cantareus aspersus*, *Cornu aspersus* dans la nomenclature récente¹¹ ou le petit gris selon (Bonnet & Vrillon, 1990) sa position systématique est la suivante :

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Mollusca
- **Classe** : Gastéropoda
- **Super-famille** : Helicacea
- **Famille** : Helicidae
- **Genre** : *Helix aspersa*
- **Sous-espèce** : *aspersa* (Müller,1774)

1.2.2 Principales espèces commercialisé

1. *Helix pomatia* Linné, appelé communément : Escargot de Bourgogne, Helice vigneronne, Gros blanc. Principales espèces commercialisé.
2. *Helix aspersa* Müller, appelé communément : Escargot Petit gris, escargot chagriné, cagouille.
3. *Helix aspersa maxima* Taylor : Escargot Petit-gris géant, escargot Gros-gris.
4. *Helix lucorum* Linné : Escargot Turc.
5. *Helix adanensis* Kobelt : Escargot d'Adana.
6. *Helix cincta* Müller : Escargot de Vénétie

Notons que le nom d'escargot est le terme vulgaire qui s'applique à toutes les espèces du genre *Helix*; cependant d'autres gastéropodes terrestres, telles les Achatines, que ne vivent pas en France, sont comestibles et sont importées pour la consommation, depuis quelques années. (MICHEL Rousselet. Docteur vétérinaire. L'élevage des escargots, e édition)

1.2.2.1 Les principales caractéristiques des escargots du genre *Helix*

Tableau 2: Les principales caractéristiques des escargots du genre *Helix*

Tableau N°02 : Les principales caractéristiques des escargots du genre <i>Helix</i> (Claude AUBERD)					
	HELIX POMATI		HELIX LUCORU	HELIX CINCIA	HELIX ADAN

¹¹ (Barker,2001)

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

	A					M		E NSIS
	Escargot de bourgogne	Race aspersa escargot petit-gris	Race maxima escargot Gros-gris	Race elata	Race major	Escargot Turc	Escargot Grec	Escargot d'Adana
Taille de la coquille (mm)	40 -45	28 -35	45- 47	28-35	39 -45	45 -55	40	35
Poids adulte(g)	20 -40	7 -15	20 -40	7 -15	15 -20	20 -40		
Aspect de la coquille	Globuleuse ombilic parfois recouvert -Bandes spirales rousses, souvent peu indiquées	Ouverture évasées -Péristome réfléchi Ombrilic -presque toujours recouvert -coloration variable	Coquille d'aspect conique	Fortement colorée coquille à bandes spirales brun foncé pour la variété castanea -Coquille ornée de flammules verticales pour la variété radiae	Globuleuse pas d'ombilic -bandes marrons bien marquées	Globuleuse -Epis -Pas d'ombilic -bandes "café au lait "		
Caractéristiques de l'appareil génital	Canal de réceptacle séminal sans diverticule ou pourvu d'un diverticule minuscule de 2 mm	Long et mince diverticule, au moins égal à la longueur du canal, du réceptacle séminal	Gros diverticule au canal du réceptacle séminal	Glandes multifides à cæcum peu nombreux -Petit diverticule au canal du réceptacle séminal	Gros diverticule au canal du réceptacle séminal			
Répartition Géographique	-Europe centrale et moyenne -Moitié Est de la France	-Pays méditerranéens -Europe atlantique et occidentale	Algérie	Afrique du Nord	-Turquie occidentale -Afrique du Nord -Grèce	-Turquie -Balkans -Ouest de Caucase	-Grèce -Crète -Chypre -Anatolie occidentale -Liban -NE de l'Italie	Région d'Adana et sud de Turquie

Il existe une espèce très répandue qui n'a pas été décrite par la même source, il s'agit de l'*Helix Aspersa*, dit Attupatelli ou tapado. C'est une espèce de plus petite taille, elle mesure de 22 à 26 mm. Sa carapace est de couleur brune verdâtre avec trois à quatre tours de spirales dont le dernier est énormément ample. Il existe en Tunisie, en Algérie, en Maroc, dans le sud de l'Italie, dans la zone côtière de l'ex-Yougoslavie et en très faibles effectifs au niveau de

quelques zones de la France méridionale ou il est considéré comme espèce protégée.

1.2.3 Distribution géographique

Grace à ses pouvoirs adaptatifs aux variations climatiques, *Helix aspersa* est très commun ; se trouve dans ses zones habituelles de répartition : jardins, buissons, haies, champ, rochers, et vignobles, généralement, il est très commun au niveau de la région méditerranéenne, dans le monde, il se distribue selon l'Université de Flauride(2009) comme suit :

Afrique : le nord d'Afrique (Algérie)et Afrique du sud.

Asie : Turquie, rives de la mer noir.

Pacifique : Australie (Queens land, Tasmanie), nouvelle Zélande.

Europe : Grande-Bretagne (principalement les régions du sud et côtières), Belgique, France, Allemagne, Grèce, Irlande, Italie, Portugal, Espagne.

Îles : les Canaries, Haïti.

Amérique du nord : Mexique, Etats-Unis.

Amérique du sud : Argentine, Chili.

1.2.4 Anatomie et morphologie de l'escargot :

Actuellement, l'élevage d'escargots à cycle biologique complet n'est maîtrisé que pour les escargots des espèces *Helix aspersa* et *Helix pomatia*. Par conséquent, les données biologiques qui seront traités au niveau de cette partie concerneront particulièrement ces deux espèces. Toutefois, elles peuvent être valables, dans une certaine mesure, pour les autres espèces de la famille *Helix*, notamment les espèces *Helix aperta* et *Helix vermiculata* ou *Eobania vermiculata*.

1.2.4.1 La coquille :

La coquille est de forme globuleuse et spiralée. C'est un tube conique calcaire enroulé en spirale autour d'un axe. Les tours les plus anciens forment le sommet du cône appelé l'apex. Les tours s'unissent les uns aux autres en formant un sillon appelé suture. Le dernier tour aboutit à l'ouverture de la coquille limitée par le péristome.

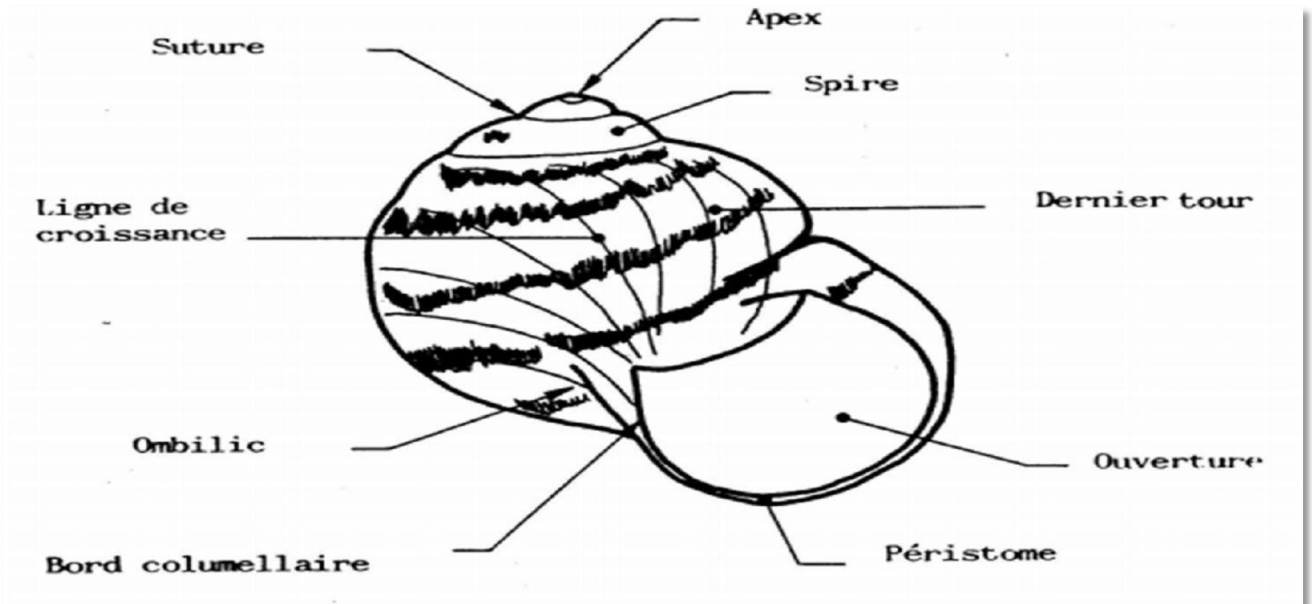


Figure 1: Critères de description et de mensuration d'une coquille d'escargot du Genre *Helix*¹²

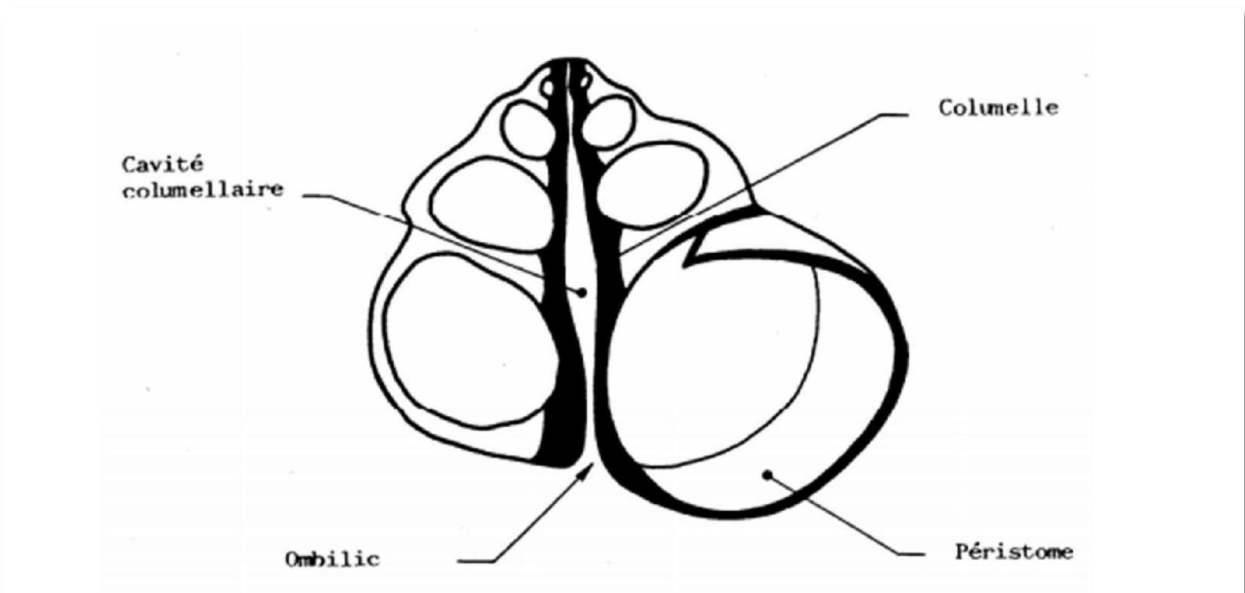


Figure 2: La coquille de l'escargot du Genre *Helix*¹³

L'axe de la spirale de la coquille, la columelle, se termine à une extrémité par l'apex, et à l'autre par une petite dépression, parfois recouverte, située sous le rebord du péristome, appelée l'ombilic Keita A 1997. Les coquilles d'escargots présentent des stries parallèles à l'axe. Ce sont des stries d'accroissement ; Les plus prononcées correspondent à des arrêts de croissance du fait de l'estivation ou de l'hibernation. Elles présentent aussi des bandes colorées qui sont :

- soit parallèles à la spire et donc perpendiculaires aux stries d'accroissement (bandes spirales ou longitudinales),

¹² Momento de l'éleveur d'escargots, Claude AUBERT 1995

¹³ Momento de l'éleveur d'escargots, Claude AUBERT 1995

- soit perpendiculaires la spire (bandes verticales ou flammules).

La coquille, représentant le tiers du poids frais de l'escargot, est constituée d'une partie organique et d'une partie minérale. La partie organique est une trame protéique externe (la conchyoline). La partie minérale représente 98 % de la coquille ; il s'agit de carbonate de calcium sous forme de calcite et d'aragonite qui imprègne la trame de conchyoline. La coquille est secrétée par le manteau. Rétracté, le corps de l'escargot est entièrement inclus dans la coquille qui joue un rôle protecteur. En extension, seule la partie postérieure de la masse viscérale se trouve protégée

1.2.4.2 Le corps :

Lorsqu'il est en extension, l'escargot repose sur le sol par le pied, masse musculaire large et épaisse, s'étendant en arrière et surtout en avant de la coquille. Cette sole pédieuse recouverte d'un abondant mucus, permet à l'animal de se déplacer par reptation.

La partie antérieure du pied se termine par la tête, qui n'est d'ailleurs pas nettement séparée du reste du corps (Keita A 1997). La tête présente :

- Deux grands tentacules, dits tentacules oculaires, portant les yeux à leur extrémité,
- Deux petits tentacules, appelés tentacules tactiles,
- Une bouche munie d'une mâchoire cornée et d'une langue, dite radula, couverte de petites dents. Du côté droit, un peu en arrière de la bouche, s'ouvre l'orifice génital

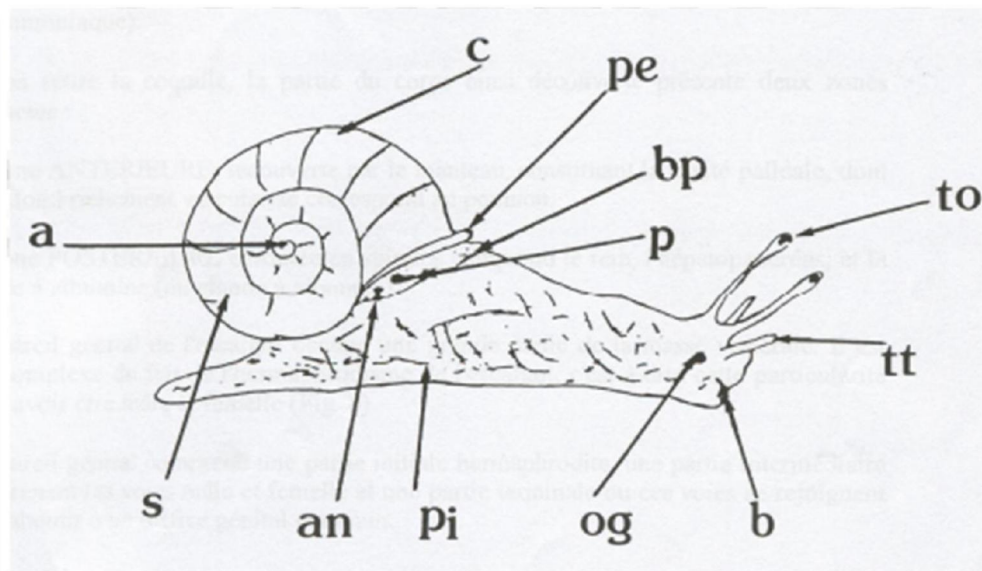


Figure 3: Morphologie externe de l'escargot petit gris (*Helix aspersa*).¹⁴

a: apex
an: anus
pi: péristome
og: organes génitaux
b: bouche
s: siphon
p: pneumostome
bp: boudin péristomien
pe: péricard

¹⁴ Momento de l'éleveur d'escargots

b : bouche	pi : pied
bp : bourrelet palléal.	s : stries d'accroissement de la coquille
c : coquille	to : tentacules oculaires
og : orifice génital	tt : tentacules tactiles

Le reste de la masse viscérale est contenu dans la coquille. On ne voit dépasser que le bord du manteau qui est fortement épaissi à ce niveau, d'où son autre nom, le bourrelet palléal. Sur le côté droit, à la base de ce bourrelet, se trouve le pneumostome, orifice qui donne accès dans la cavité palléale où se trouve placée le poumon. En dessous du pneumostome est situé l'anus, et entre les deux se trouve l'orifice urinaire mais il est invisible car il est trop petit¹⁵.

Si l'on retire la coquille, la partie du corps ainsi découverte présente deux zones distinctes :

- La zone antérieure, recouverte par le manteau, constituant la cavité palléale, dont le plafond richement vascularisé correspond au poumon.
- La zone postérieure enroulée en spirales comprend le rein, l'hépatopancréas, et la glande à albumine (ou glande à albumen).

L'appareil génital de l'escargot occupe une partie de la masse viscérale. Il est très complexe du fait de l'hermaphrodisme de l'escargot. Il comprend une partie initiale hermaphrodite, une partie intermédiaire comprenant les voies mâle et femelle et une partie terminale où ces voies se rejoignent pour aboutir à un orifice génital commun.

Les différences anatomiques entre les diverses espèces d'escargots, résident essentiellement dans l'appareil génital.

1.2.5 Déplacement :

L'escargot se déplace, seulement vers l'avant, grâce à son pied, qui est en fait un gigantesque muscle qui se contracte et s'allonge alternativement. La vitesse moyenne, par exemple, d'un escargot turc adulte est d'un millimètre par seconde, soit six centimètres par minute.

Les glandes des escargots sécrètent aussi différents types de mucus (la « bave ») contenant de nombreux composés (allantoïne, collagène, élastine) qui lui permettent à la fois d'avancer plus facilement en glissant sur les obstacles et de se fixer même verticalement sur certaines parois. Le mucus sert aussi à l'escargot à se débarrasser de certaines substances, comme les métaux lourds, et entre aussi dans la composition de la coquille. Le mucus est épais, il durcit et sèche au contact de l'air en laissant une traînée brillante à la lumière.

Les grand partir pour déplacement :

¹⁵ CAIN ,A.J.,1971.

1.2.5.1 Le pied :

L'escargot se déplace grâce à son principal muscle, appelé le pied, lui-même constitué de plusieurs muscles plus petit, qui peuvent agir de façon différée. Le pied de l'escargot est son plus puissant muscle, qui doit, en plus de permettre le déplacement supporter la masse viscérale de l'escargot, qui est contenue dans sa coquille.

1.2.5.2 La reptation :

Le mode de déplacement de l'escargot est appelé reptation, et consiste à contracter et relâcher les muscles situés dans son pied alternativement.

Il existe deux ensembles de fibres musculaires, chacune exécutant une tâche différente : pour avancer, le premier ensemble se contracte, tirant l'escargot vers l'avant et le poussant de l'arrière. En même temps, le deuxième ensemble tire la surface extérieure de la plante de pied vers l'avant.

Ce mode de locomotion est facilement observable, il suffit de placer l'escargot sur une surface de verre, et d'observer ses déplacements de dessous, on peut ainsi voir les ondes formées par ce déplacement.



Figure 4: Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots¹⁶

1.2.5.3 Le mucus :

L'escargot secrète une substance : le mucus.

Cette substance sèche à l'air, et forme une couche protectrice qui ferme l'orifice de sa coquille quand il se rétracte à l'intérieur. Mais le mucus lui sert surtout à se déplacer, puisqu'il lui permet de mieux passer les différents obstacles en les lubrifiant (1974 (non publié)).

Le mucus est secrété par des cellules caliciformes se trouvant dans des glandes muqueuses, situées dans la partie antérieure du pied, pour ainsi se diffuser lors de la reptation.

Le mucus de l'escargot n'est pas, contrairement à celui produit par la limace, secrété

¹⁶ (Pol, 2001)

continuellement, mais à intervalles réguliers. C'est pour cela que l'on peut constater une différence entre les traces laissés par les limaces, qui sont continués et celle des escargots, qui sont sous forme de pointillé.

1.2.6 Alimentation :

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

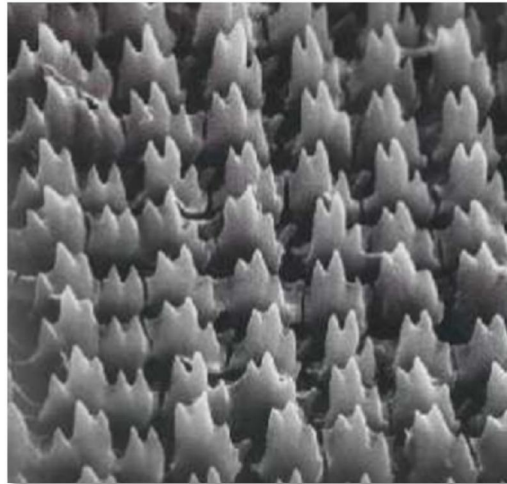


Figure 5:Partie de la langue râpeuse de l'escargot, la radula, grossie 4000 fois à L'aide d'un microscope électronique à balayage¹⁷

L'alimentation des escargots varie selon l'espèce. Certains escargots sont phytophages, détritivores, d'autres nécrophages, d'autres enfin prédateurs, parfois cannibales. Les escargots peuvent s'attaquer aux plantes cultivées des jardins (salade, tomates écrasées, fanes de carottes, de céleris...) causant parfois de gros dégâts aux récoltes



Figure 6:Les deux paires de tentacules d'un escargot brésilien en train de manger¹⁸

¹⁷ (Sirtin, 2009).

¹⁸ (Deschmidt, 2008)

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

Les escargots phytophages hébergent dans leur intestin une flore bactérienne qui participe à la digestion des végétaux. Les bactéries se maintiennent en vie durant l'estivation ou l'hibernation, en se nourrissant du mucus qui est sécrété par l'épithélium intestinal [réf. souhaitée].

Le parasitisme semble rare chez les escargots, mais on connaît au moins une espèce marine de Nouvelle-Calédonie (*Hydroginella caledonica*) qui peut parasiter de nuit, durant leur sommeil certaines espèces de poissons des familles des Scaridae, Serranidae et Pomacentridae. L'escargot introduit son proboscis dans les tissus du poisson et semble pouvoir aspirer par ce moyen des fluides corporels Bouchet P (1989).

1.2.7 Longévité :

La durée de vie des escargots varie selon les espèces. Dans la nature, les Achatinidae vivent de cinq à sept ans alors que les *Helix* dépassent rarement l'âge de trois ans. Leur mort est souvent due à des prédateurs ou à des parasites.

En captivité, leur longévité est bien plus longue et va de dix à quinze ans pour la plupart des espèces. Certains escargots ont vécu plus de trente ans.

1.2.8 Hibernation des escargots terrestres :

Les escargots terrestres ne sont actifs que lorsque l'humidité est suffisamment élevée. Dans le cas contraire, l'animal se rétracte à l'intérieur de sa coquille qu'il obture par un voile muqueux (courte inactivité) ou par un épiphragme, ce qui lui évite la déshydratation. Certains escargots grimpent sur un mur ou en haut des tiges d'herbe pour fuir la fournaise du sol, d'autres comme *Sphincterochila boissieri* (en) vit dans les déserts du Néguev et du Sinaï grâce à sa xérotolérance, se retirant dans les dernières spires afin de former dans la première une chambre à air isolant de l'air sec.

La photopériode et la température sont des variables saisonnières qui induisent les états d'inactivité. Hibernation et estivation sont des réponses à des stress environnementaux prévisibles. Chaque espèce présente une stratégie adaptée pour résister à ces stress. L'épiphragme est un bouchon de mucus, plus ou moins imprégné de calcaire, qui durcit en séchant.



Figure 7: Escargot en hibernation avec son épiphragme¹⁹



*Figure 8: *Helix aspersa aspersa* avec son épiphragme calcifié²⁰*

1.2.9 Reproduction :

L'escargot est hermaphrodite, c'est à dire qu'il est à la fois mâle et femelle. Néanmoins, cet hermaphrodisme n'est pas simultané mais protérandrique : les produits génitaux mâles (spermatozoïdes) arrivent à maturité avant les produits génitaux femelles. Un même individu est donc capable de produire des spermatozoïdes et des ovules, mais l'autofécondation étant impossible, il doit s'accoupler avec un partenaire : c'est la fécondation croisée.

Lorsque deux escargots se rencontrent et que la saison des amours bat son plein, il commence par s'embrasser " baveusement » : ce sont les préludes.

Mais l'escargot ne passe pas directement de ces préludes à la copulation.

¹⁹ (Grobe, 2006)

²⁰ (A.oussera).

Effectivement, entre les deux, il y a une phase qu'on appelle la phase du lancement du Dard

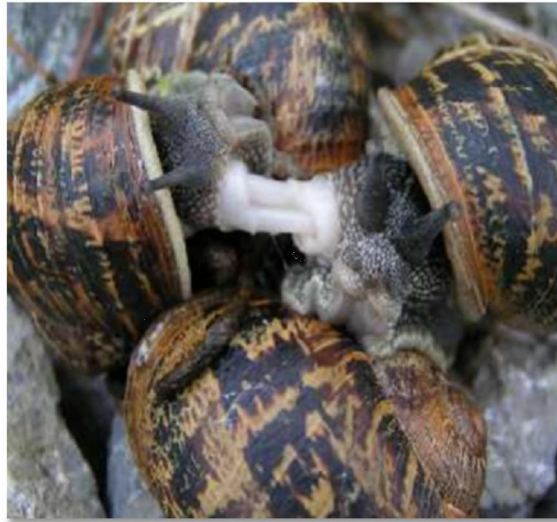


Figure 9: Accouplement de Petits-Gris²¹

L'escargot, à côté de la tête, a une poche musculaire. Cette poche musculaire, à un moment donné des préludes, va s'ouvrir et va laisser échapper un dard, une flèche, donc, la flèche de Cupidon. Cette flèche va aller se planter entre la tête et la coquille chez le partenaire. Et ce... le fait d'être piqué par ce dard, par cette petite flèche, va l'amener à copuler.

La recherche a récemment révélé que le "dard d'amour" est plutôt un moyen d'injection. En utilisant ce dard, l'escargot donateur injecte au destinataire un mucus contenant plusieurs types d'hormones. Ces hormones affectent les organes génitaux femelles de l'escargot réceptif

Mucus et sperme : un mélange de premier choix !

Le mucus, qui recouvre le "dard d'amour" de l'escargot, double ses chances de fécondation lors de l'accouplement. Les gastropodes, comme l'escargot, sont particulièrement étudiés par les neurobiologistes, car leurs cellules neurales, très longues, sont facilement identifiables. Comme plusieurs scientifiques, Ronald Chase s'est donc intéressé à leur "cerveau". Lors de précédents travaux, il avait découvert qu'une partie contrôlait leurs comportements sexuels. Une question a alors jailli dans son esprit : comment cela fonctionne-t-il ?

L'escargot, une espèce hermaphrodite (qui possède les deux sexes), possède une aiguillon acéré grâce auquel il injecte brutalement son sperme dans son partenaire. Dans le cadre d'une expérience menée par Ronald Chase, professeur de biologie à l'Université McGill, un groupe d'escargots en période de rut ont reçu une injection de mucus —le même qui recouvre leur appendice— et un second, une injection saline.

²¹ (Buron-Mousseau, 2014).

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

Les deux groupes, préalablement castrés chirurgicalement, ont été mis en présence, une semaine plus tard, d'autres escargots qui sécrétaient du sperme. Le résultat : les escargots du groupe ayant reçu le mucus ont eu deux fois plus de " bébés " que ceux qui avaient reçu l'injection saline.

Par ailleurs, lors de précédentes recherches, Chase a observé que le mucus semblait responsable de contractions dans certains conduits de l'escargot. Selon lui, ces contractions pourraient entraîner la destruction des enzymes responsables de l'assimilation des spermatozoïdes, et ainsi augmenter la fertilité ²²

Cette fertilité accrue de l'escargot semble donc imputable aux réactions chimiques associées au mucus plutôt qu'au dard lui-même.

Au-delà de la curiosité scientifique, le profane s'étonnera peut-être que de tels travaux puissent avoir une utilité pratique : ils pourraient permettre un meilleur contrôle des espèces de limaces et d'escargots qui peuplent nombre de cultures et de jardins... (Jean-Philippe Poulin).

À côté de la tête, les escargots ont une poche musculaire contenant un dard d'amour



Figure 10:: Le dard de Cupidon devant un décimètre : presque 1 cm²³

Ils vont sortir leur pénis blanchâtre sorti d'on ne sait où, mais généralement de sous l'œil droit. Puis, nos deux compères s'échangent leur petit sac, appelé spermatophore, contenant les spermatozoïdes. Par le miracle de la biologie, nos deux escargots mâles vont alors se transformer en femelle, produire des ovules, qui seront fécondés par les spermatozoïdes stockés du partenaire. Cet acte va durer plusieurs heures (10-15 environ).

Après l'accouplement, il peut arriver que le filament chitineux appelé spermatophore ne soit pas entièrement rétracté à cause d'une interruption accidentelle de la copulation.

²² Gomot-De Vaufleury, A. (2001).

²³ (Koene et Schulenburg, 2005)

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

15 à 20 jours plus tard, l'escargot va creuser un trou de quelques centimètres de profondeur pour pouvoir y pondre ses œufs. L'ensemble des œufs s'appelle un naissain. Le nombre d'œufs pondus est environ une centaine (cela dépend de la race, de l'âge, etc...)



Figure 11: Petit-Gris en position de ponte²⁴



Figure 12: Processus de la ponte. Le temps est exprimé en heures : minutes

Helix aspersa aspersa pond en moyenne 85 œufs dans un petit trou creusé sous terre (4 à 8 cm). En climat chaud et humide (idéalement 20°C et 90 %), *Helix aspersa* peut pondre jusqu'à trois (03) fois entre mars et octobre. L'accouplement et la ponte sont très dépendants de la photopériode. L'accouplement débute lorsqu'il y a au moins dix (10) heures de lumière par jour, soit vers la mi-février dans l'hémisphère nord et, s'arrête dès que la durée du jour repasse sous

²⁴ weichtiere.de

dix (10) heures, soit vers la mi-novembre. Les zones où les journées dépassent dix (10) heures mais avec des températures froides peuvent perturber la reproduction ²⁵

La gestation dure une vingtaine de jours. Après la ponte, l'incubation dure 12 à 25 jours en moyenne en fonction du climat et de l'humidité là où les escargots évoluent. Les œufs d'*Helix aspersa aspersa* sont de couleur blanche, sphériques et mesurent 3 mm de diamètre. Les naissains (ou “bébés escargots”) ont besoin de plusieurs jours pour percer la protection du nid et remonter à la surface.



*Figure 13: Naissains escargots*²⁶

Sous un climat de type méditerranéen, *Helix aspersa aspersa* arrive à maturité en deux (02) ans. Il éclot en automne et s'il est bien nourri et pas en situation de surpeuplement, il arrive à maturité dès le mois de juin suivant. Dans des conditions idéales créées en laboratoire, certains Petits-Gris sont arrivés à maturité en 6 à 8 mois. La meilleure période de reproduction du Petit-Gris est lors de sa troisième année ²⁷

1.2.10 Environnement :

Les escargots peuvent pour partie refléter la qualité de leur environnement en accumulant dans leur chair ou dans leur coquille certains polluants ou toxiques présents dans leur milieu. Leur mucus les protège des agressions extérieures, bactériennes et fongiques notamment. Il contribue à leur régulation thermique. Comme ce mucus est riche en acide sialique, la cible du virus grippal, la question a été posée de leur capacité à abriter une partie du cycle du virus grippal. Certaines espèces sont inféodées à un milieu particulier (roselière, boisements (pour l'Hélice des bois par exemple), etc. ce qui leur confère aussi une valeur d'indicateur.

Les escargots terrestres sont très sensibles aux paramètres thermohygrométriques et semblent

²⁵ (Bailey, 1981).

²⁶ (Bacquet, 2012)

²⁷ Flari et Edwards, 2003).

également sensibles à la pollution lumineuse qui peut dérégler leur système chronobiologique et perturber les phases d'estivation (photo ci-contre) ou d'hibernation.

Les escargots ont disparu d'une grande partie des territoires agricoles cultivés à cause des pesticides. Le réseau bocager leur permet de mieux survivre, et il est permis d'espérer que les bandes enherbées rendues récemment obligatoires sur certaines surfaces en Europe puissent augmenter leurs chances de survie dans les milieux cultivés ²⁸

Les escargots sont menacés par la disparition des milieux abiotiques naturels, trouvant de moins en moins de milieux favorables pour s'alimenter, se reproduire ou simplement trouver refuge. En milieux agricoles, l'utilisation des pesticides leur est particulièrement néfaste, ainsi que la disparition des haies et des prairies naturelles. Les escargots sont des éléments biotiques importants de l'équilibre écologique car ils constituent la nourriture de certains oiseaux (grives, hiboux, ...) et autres petits mammifères (hérissons, blaireaux, ...) Ils participent également à la décomposition des plantes et des feuilles mortes, contribuant ainsi à la formation de l'humus et au maintien de la qualité du sol²⁹.

Les escargots vivant sur la terre sont uricotéliques, ceci signifie que pour conserver de l'eau, ils produisent de l'acide urique, alors que ceux qui vivent dans l'eau produisent de l'ammoniaque, et ne sont pas uricotéliques.

L'escargot présente plusieurs intérêts, notamment :

- Éco biologique (chaînes alimentaires et réseaux trophiques),
- Édaphique et éco-pédologique,
- Gastronomique et culinaire,
- Socio-économique,
- Médicinal : cicatrisation des plaies et des blessures, traitement de l'acné, dermatologique (cor, cal et œil de perdrix),
- Cosmétique,
- Bio-indicateur et bio-accumulateur de la pollution du sol et de l'air.

1.2.11 L'escargot comme bio-indicateur pour l'éco-toxicologie :

L'éco-toxicologie revêt une importance primordiale pour l'évaluation de la qualité des écosystèmes et des biomes : elle s'intéresse particulièrement aux interactions entre les produits chimiques présents dans l'environnement et le biotope en englobant plusieurs domaines dont la

²⁸ Dallinger, R., Berger, B., Triebkorn, R., Köhler, H. (2001)

²⁹ Gomot-de Vaufleury, A. and Pihan, F. (2000)

mise au point de bioindicateurs tel que l'escargot *Helix aspersa* Müller, 1774 ;³⁰

Des escargots comme indicateur de la qualité des sols ;

Les escargots comptent parmi les nombreux outils biologiques utilisés par les chercheurs afin de caractériser les pollutions du sol, d'identifier ou de prévoir les atteintes aux écosystèmes et de suivre leur évolution dans le temps et l'espace. Ce gastéropode a la particularité de concentrer dans ses tissus des substances polluantes, comme les éléments traces métalliques, rendant possible le dosage de l'élément toxique. Dans cette étude réalisée notamment grâce au soutien de l'ADEME et de la région de Franche-Comté, les chercheurs ont évalué in situ le transfert de Cadmium dans un système sol-plante-escargot. L'escargot *Helix aspersa* révèle, pour des contaminations environnementales réalistes, la biodisponibilité du Cadmium du sol

L'ensemble des résultats obtenus constitue une base importante pour une utilisation rationnelle des escargots en bio-surveillance de l'environnement.

-Une approche toxicologique dynamique dans un système sol-plante-escargot ;

Les chercheurs ont analysé les données d'accumulation et d'élimination du Cadmium chez *H. aspersa* sur une longue période d'observation (six mois). Pendant trois mois des escargots juvéniles ont été exposés, au laboratoire, à des sols (naturels et artificiels) contaminés à 20 et 100mg Cd.kg⁻¹ (phase d'exposition) puis transférés en milieu sain (phase de dépuración) durant trois mois. Les résultats montrent que les concentrations internes en Cadmium atteignent un état d'équilibre après 14 jours d'exposition quels que soient le type de sol et la concentration d'exposition. Au cours de la phase de dépuración, l'excrétion permet une diminution des concentrations internes, sans pour autant qu'elles reviennent à l'état initial. Des quantités non négligeables de Cadmium (de 6 à 35 mg.kg⁻¹) sont donc stockées dans les escargots, potentiellement transférables et toxiques dans les réseaux trophiques Cœurdaissier³¹.

La modélisation des cinétiques d'accumulation, basée sur ces observations à long terme, a permis d'obtenir pour la première fois des informations sur les flux d'absorption et d'excrétion du Cadmium chez *H. aspersa*. Les résultats de cette étude ont mis en évidence l'intérêt des flux d'absorption comme indicateurs de la biodisponibilité du Cadmium du sol pour *H. aspersa*.

-Les flux d'absorption, indicateurs de la biodisponibilité du Cadmium (Cd) du sol ;

Les chercheurs ont étudié in situ le transfert du Cadmium dans un système sol-plante escargot. Des escargots *H. aspersa* exposés pendant deux mois dans des microcosmes implantés

³⁰ Zoohomonymes : *Cantareus aspersus* Müller, 1774 ; *Cornu aspersum* Müller, 1774 ; *Cryptomphalus aspersus* Charpentier 1837).

³¹ M., SaintDenis, M., Gomot-de Vaufleury, A., Ribera, D., Badot, P. M. (2001).

sur des parcelles présentant un gradient de concentration (de 0 à 40mg Cd. Kg-1 sol sec) et de pH (6 à 7) ont mis en évidence la capacité de ce modèle biologique à révéler la biodisponibilité du Cadmium du sol, pour des contaminations environnementales réalistes. Cette étude de bio-indication active révèle également la faible influence du pH, l'impact indirect de la saison sur le transfert du Cd et l'importance du choix de l'unité (concentrations versus quantités) dans des perspectives d'évaluation des risques.

Bio-indicateurs de la qualité des sols

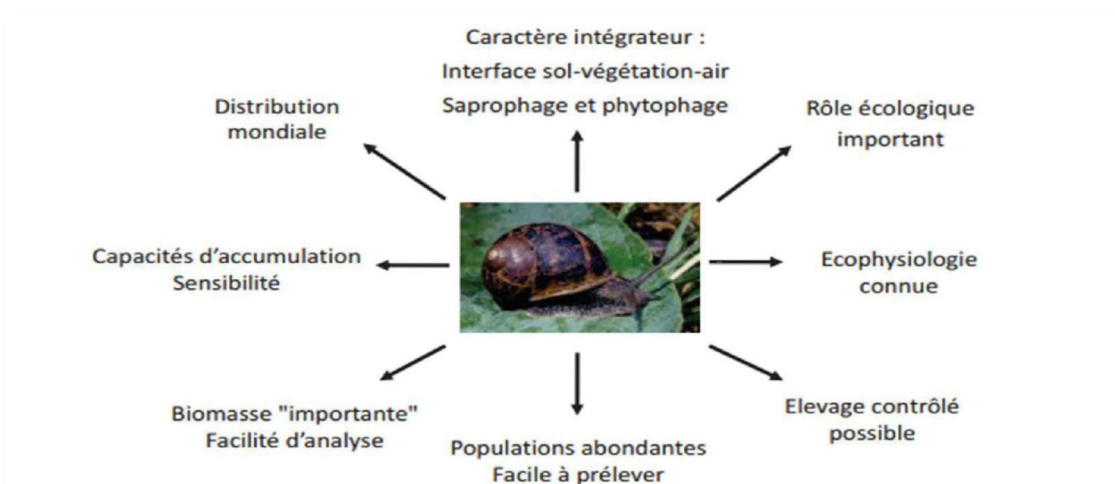


Figure 14: on trouve d'utilisation intégrée des escargots en bio-indication de la qualité des sols

1.2.12 Prédateurs :

Les escargots sont un élément important des réseaux trophiques. Ils ont de nombreux prédateurs tels que des mammifères, rongeurs ou hérissons notamment, ou des oiseaux, mais aussi parfois d'autres escargots tels que le bulime tronqué. Il existe même un rapace, le milan des marais dont la nourriture quasi exclusive est constituée de gros escargots aquatiques sud-américains de la famille des Ampullariidae, dont essentiellement *Pomacea bridgesii*.

Prédateurs de l'escargot dans le sous-branchement des vertébrés :

Les rongeurs : souris, rats et mulots.

Les insectivores : taupes, musaraignes et hérissons.

Les oiseaux : pies, geais et corbeaux.

Les batraciens : grenouilles et crapauds.

Prédateurs de l'escargot dans le sous-branchement des invertébrés :

Les insectes : les coléoptères. Le Staphylin du littoral : *Paederus littoralis* qui se caractérise par un corps allongé : c'est une espèce pratiquant la digestion extraorale.

La Lampyre ou Ver luisant : *Lampyris noctiluca* : ce sont des carnassiers et laplupart d'entre eux se nourrissent de gastéropodes vivants, d'abord paralysés puis prédigérés grâce à la salive

protéolysante.

- **Les diptères** : attirés par les escargots morts ou affaiblis. Les femelles pondent et les jeunes larves pénètrent dans le corps de l'escargot où elles se développent aux dépens des tissus, entraînant la mort de l'escargot.
- **Les acariens** : le *Riccardoella limacum*). Ce petit animal blanc de 0,4mm vit sur le pied de l'escargot et en on retrouve en grand nombre au niveau du poumon.



Figure 15:exemplaire les prédateurs le sous-embranchement des invertébrés

1.2.13 Rythme d'activité des gastéropodes

D'après Yves et Cranga (1997), le pulmoné terrestre a le sang-froid, ne pouvant régler sa température corporelle, il lui a fallu s'adapter aux variations de température et d'hygrométrie, passant perpétuellement par des phases d'activités et d'inactivité, vivant au rythme du jour et de la nuit, de pluie et de jour ensoleillé et au rythme des saisons. Lorsqu'un facteur du milieu est défavorable (sécheresse en été, ou froid pendant l'hiver), la vitesse de croissance devient très faible ou s'annule. L'escargot possède deux rythmes d'activité, l'un journalier et l'autre saisonnier ³²

1.2.13.1 Activité journalière

Comme de nombreux invertébrés, les principales fonctions vitales des escargots sont très dépendantes des conditions d'environnement, notamment des cycles de jour et de nuit, de l'hygrométrie et de la température ³³

Dans le milieu naturel, l'escargot recherche toujours fraîcheur et l'humidité nous le retrouvons surtout en vie active, par temps humide, le matin à la rosée, à la fraîcheur de la nuit, par pluie légère ou après un orage une forte pluie ³⁴

³² Cobbinah et al., 2008

³³ Yves et Cranga, 1997

³⁴ Pirame., 2003).

1.2.13.2 *Activité saisonnière*

Les escargots harmonisent leur rythme biologique sur le rythme des saisons, ils se règlent sur les éléments de l'environnement, en l'occurrence la longueur du jours ³⁵.

D'après Pirame (2003), les escargots se sont des poïkilothermes s'adaptent au climat tempère à la variation thermique saisonnières, selon trois rythme reprise de l'activité et enfin l'estivation.

1.2.13.3 *Estivation*

L'estivation est une adaptation physiologique qui permet de supporter la saison sèche ³⁶.

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

1.2.13.4 *Hibernation*

Lorsque la température moyenne devient inférieur à 15°C, les escargots déclenchent un autre processus de mis au repos. C'est le cas de l'hibernation, ils secrètent un epiphragme « d'hiver », en se collant sur un support ou en s'enfouissant légèrement en terre ou dans la litière de sol (Chevallien, 1958). Pendant la saison froide, le rythme cardiaque s'affaiblit, le rythme respiratoire régresse et la croissance cesse durant l'hibernation ³⁷.

1.2.14 *Utilisation par l'Homme*

1.2.14.1 *Gastronomie et art culinaire*

Pour le ramassage ou « la cueillette », il faut veiller à ne pas marcher dans les herbes ou les petits fourrés, afin d'éviter d'écraser les escargots. Par exemple, dans le cas de ramassage dans les dunes de sable, suivre les chemins, et ne pas entrer dans les fourrés. Veiller aussi à respecter une discipline par rapport à la grosseur de l'escargot : dans le cas du Petit-Gris, il est important qu'il soit bien bordé, et pèse plus de 8 g, c'est-à-dire que sa longueur (coquille) atteigne 3 cm hors bordé. Le mieux est de prélever seulement ceux qui atteignent 3,5 cm bordé compris, ainsi ils pèsent plus de 11 g, et ont atteint l'âge adulte, ce qui leur a permis de se reproduire.

La « cueillette » effectuée en ligne par une famille, fouillant les fourrés est à proscrire sous peine de voir disparaître cette espèce, qui malgré tout est appréciée des gourmets. Ainsi, on parle de « cueillettes durables et intelligentes » des Petit-Gris.

³⁵ (Cobbinh et al., 2008).

³⁶ Pepin et al., 1973.

³⁷ Damerdji et Benyoucet, 2006)

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

Dans certaines régions de l'Algérie, deux sous-espèces sont ordinairement consommées sous l'appellation vernaculaire de « Babouche » ou « Boujaghlel » :

- le Petit-Gris (*Hélix aspersa aspersa*), avec des recettes plus diverses que variées et souvent locales, une taille de 28 à 35 mm pour un poids adulte de 7 à 15 g.
- le Gros-Gris (*Hélix aspersa maxima*), taille de 40 à 45 mm pour un poids adulte de 20 à 30 g.

Les deux races ou sous-espèces d'escargots qui vivent communément en Algérie, à savoir le Petit-Gris (*Hélix aspersa aspersa*) et le Gros-Gris (*Hélix aspersa maxima*), aux fines herbes sont devenues des plats que se disputent les fins gourmets en Europe. La demande du marché européen est devenue forte au point de pousser bon nombre d'exportateurs de la région Ouest de l'Algérie à recourir aux bras de plusieurs ouvriers pour la collecte appelée localement « Tegchir El-Bebouch ».

La ruée vers l'escargot de l'Oranie a été surtout encouragée par les nationaux émigrés, originaires de la région, qui ont initié les européens à la texture et à la saveur d'un plat de « Bebouch » parfumé à « Ras el hanout », littéralement « tête de l'épicerie » car constitué de 14 épices ou plongé dans un bouillon fait de Thym commun (*Thymus vulgaris*), de Laurier noble ou Lauriersauce (*Laurus nobilis*), de poireaux (*Allium porrum*), d'Oignons ou Oignons (*Allium cepa*) et de Khella, ou Noukha dans le Maghreb Arabe, également nommée Ammi visnaga :



*Figure 16: Khella, ou Noukha*³⁸

La première opération d'exportation en direction de l'Europe, à partir du port d'Oran, a été réalisée au mois de décembre 2005. La Chambre de commerce et d'industrie de l'Oranie indique

³⁸ Salguero, 2005.

qu'une quantité de près de 4 tonnes d'escargots, dont 1,9 pour l'Italie, a été exportée vers l'Europe ³⁹.

Les consommateurs européens habitués à la texture de l'escargot den-Bourgogne, très répandu en France et en Espagne, qu'ils trouvent gras, se sont rabattus sur le Gros-Gris oranais ou le « Boukrar » JIAHcomme appelé

Localement. Son poids, le faible taux en matières grasses de sa chair et sa coquille solide, font de lui un produit très recherché par les gastéropophages européens.

La demande grandissante des marchés européens a poussé les exportateurs à aller s'approvisionner dans les wilayas de l'Est du pays, humides par rapport à l'Oranie. Les habitants de ces régions n'ont pas pris l'habitude de consommer ce produit, selon le quotidien national Algérie Actualité, paru le 20 mai 2006, qui a Cité le cas d'un commerçant qui a exporté vers l'Europe près de cinq (05) quintaux de « Boukrars » dont le prix de vente au marché local a atteint 150 DA le kilogramme.

Dans la région de Blida, les escargots sont préparés avec une friture de tomates fraîches et d'oignons, une « ch'tithaharra», bien relevée. Béchiques selon certains médecins, autrement dit qui guérissent la toux (Boumlih, communication personnelle, 2012). Une farce composée de beurre et de fines herbes ainsi que de l'ail à introduire dans la coquille, puis l'escargot est préparé avec une sauce blanche. À l'entrée des souks, des étalages à même le sol laisse voir les lentes avancées de ces escargots des deux espèces différentes, vendues à 100 et 150 DA le kilo. Petit-Gris - Escargot de Bourgogne - ou natif d'Algérie, du côté de Mouzaïa et d'Oued El Alleug, l'animal est très apprécié par une frange d'algériens.



Figure 17: Escargots en sauce⁴⁰

³⁹ Sabaou, 2006

⁴⁰ Aurita, 2008.

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

Vivant dans les herbes, les grandes feuilles, les troncs d'arbres, il est ramassé par les enfants pour être ramené au marché de Blida où il est mis au sec afin de le vider de toutes les substances ingurgitées. Pour le dégorger, on lui donne même à manger de la farine afin qu'il sèche plus vite. Selon des informations recueillies sur divers sites, on peut compter sur un rendement de 70 naissains par reproducteur en deux mois. Un mètre carré d'espace permet d'élever deux kilos de cette espèce que beaucoup disent succulente ⁴¹ En Europe, on consomme également les œufs d'escargot sous la forme de caviar

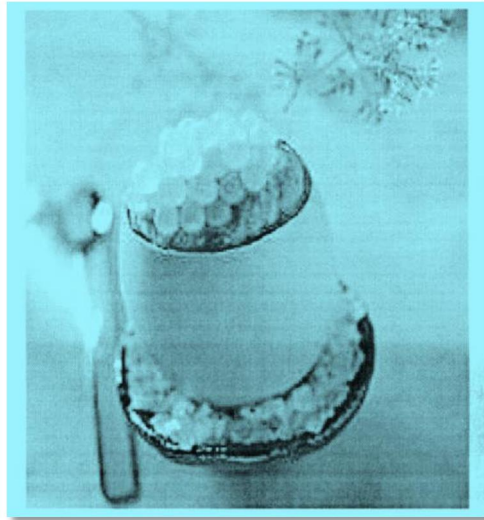


Figure 18: Caviar d'escargot⁴²

1.2.14.2 Héliciculture

Depuis les temps les plus anciens l'Homme consomme des escargots. Au départ, ils étaient ramassés dans la nature et mangés rapidement, ensuite les êtres humains voulurent avoir des stocks dans lesquels ils peuvent se servir selon leurs besoins et leurs envies. De l'idée de parcs de réserves au temps des romains on passa progressivement aux parcs d'élevages à la fin du 19eme siècle.

L'héliciculture prend son essor dans les années soixante-dix suite à la raréfaction de certains taxons d'escargots dans la nature et à l'augmentation de la population humaine. Les escargots les plus couramment consommés sont :

- L'escargot de Turquie (*Hélix lucorum*), originaire des Balkans ;
- L'escargot de Bourgogne (*Hélix pomatia*), zone continentale de l'Europe ;

Helix aspersa avec deux sous-espèces, à savoir le Gros-Gris : *Hélix aspersa maxima* et le

⁴¹ Mekhfouldji, 2009.

⁴² De Jaeger, 2007

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

Petit-Gris : *Helix aspersa*, zone méditerranéenne

Seuls ces deux derniers taxons sont élevés car leur valeur culinaire est supérieure aux autres.

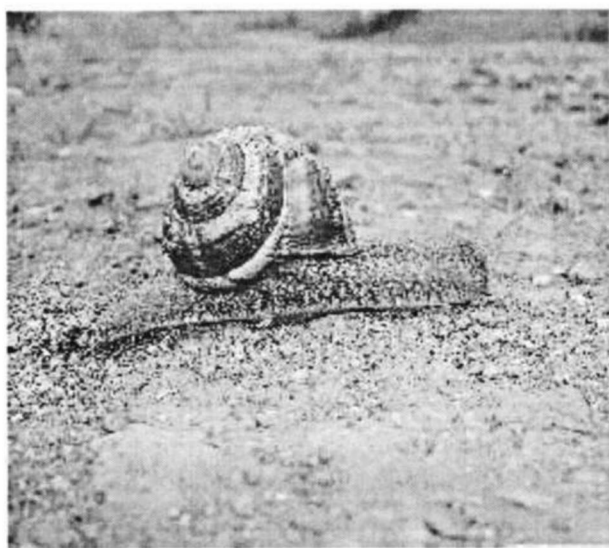


Figure 19: Helix lucorum⁴³ - Helix pomatia⁴⁴

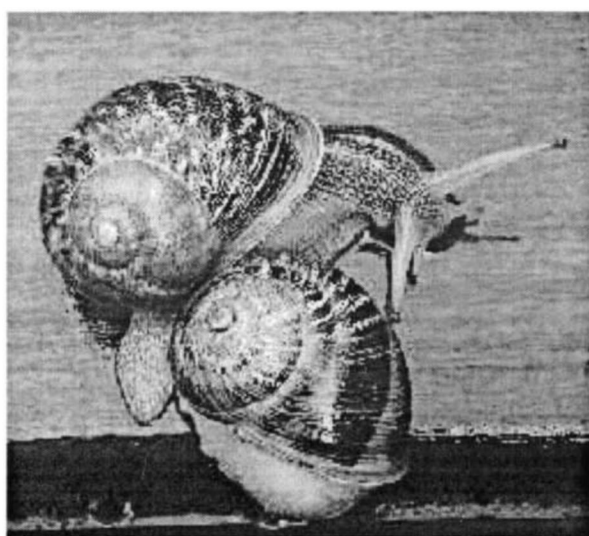


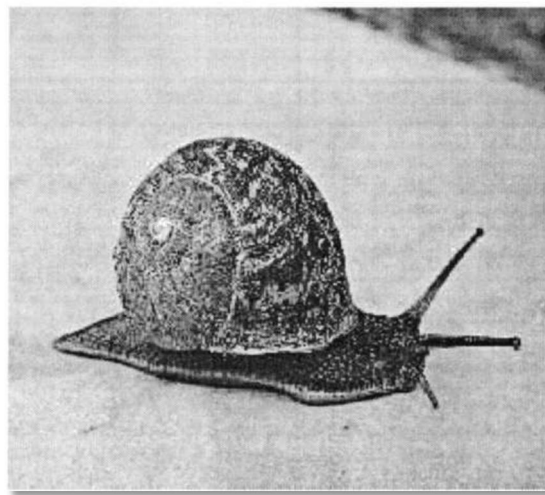
Figure 20: H. aspersa⁴⁵ - H. aspersa maxima⁴⁶

⁴³ Iankov, 2007

⁴⁴ Zeli, 2010

⁴⁵ Gbaiocco, 2009

⁴⁶ Nicobxl, 2013



*Figure 21: Helix aspersa aspersa.*⁴⁷

Helix aspersa est une des espèces les plus faciles à élever en héliciculture. Elle s'adapte facilement à différents types de climat et d'environnement. Les fermes à escargots permettent d'élever jusqu'à 400 Petits-Gris au m². Seules les sous-espèces (Petit-Gris et Gros-Gris) peuvent être élevées de façon rentable.

L'héliciculture donne des résultats acceptables dans les conditions économiques actuelles. Elle concerne principalement *Helix aspersa*. Le lieu où s'élèvent les escargots est appelé une escargotière, mais c'est aussi le nom du plat spécifique, creusé de petites cavités pour mettre les escargots au four et les servir. Les textes réglementaires ne considèrent pas l'escargot terrestre comme un mollusque. Il ne rentre pas non plus dans la définition juridique de "viande maigre".

Les escargots issus d'élevage ne sont jamais toxiques car leur alimentation est contrôlée. En revanche, il est recommandé de faire jeûner une quinzaine de jours les escargots sauvages pour éviter de consommer, indirectement, des plantes toxiques ou éléments-traces métalliques qu'ils auraient pu ingurgiter juste avant le ramassage.

1.2.14.3 Cosmétique

Les Petits-Gris sont parfois élevés pour récupérer leur mucus qui est utilisé dans l'industrie cosmétique. La bave d'escargot est une crème "B/o ». Le fabricant de la marque "Elicina" indique que cette crème permet de :

- Lutter contre l'acné,
- Contre la peau vieillie et/ou fatiguée,
- Contre les rides,ls ces deux derniers taxons sont élevés car leur valeur culinaire est supérieure aux autres

⁴⁷ Rasbak, 2008

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

- Contre les vergetures,
- Les marques de brûlures,
- Les blessures de la peau,
- Elle a aussi un pouvoir cicatrisant.

Cette bave, comme nous l'avons signalé dans le paragraphe 1.3-, contient des substances très efficaces et reconnues pour leurs propriétés de régénération, guérison et de protection de la peau. Les sécrétions de l'escargot, contiennent de l'allantoïne, du collagène, de l'elastine, de l'acide glycolique, des peptides qui sont des antibiotiques naturels et des vitamines (A, C et E).

Une crème biologique cosmétique est fabriquée à partir de la bave d'escargots. Elle permet d'embellir l'apparence de la peau, les soins du visage et du corps ⁴⁸.



Figure 22: Crème à la bave d'escargot⁴⁹



Figure 23: Bave d'escargot dans la cosmétique⁵⁰

Les agents présents dans la bave d'escargots sont utilisés dans le monde du cosmétique.

⁴⁸ Toja, 2011

⁴⁹ Toja, 2011

⁵⁰ Bintou, 2014

Chapitre I : généralités sur l'escargot *Helix aspersa* Müller

L'acide glycolique nettoie les imperfections de la peau en la rendant plus élastique. L'allantoïne aide à éliminer les acnés en régénérant et en apaisant la peau. La bave d'escargots est également riche en collagène et en élastine, qui assouplissent l'épiderme et réduisent les rides. La vitamine A qu'elle contient donne également un aspect éclatant à la peau grâce à ses bienfaits hydratants, tandis que la vitamine C lui procure un aspect jeune avec le collagène et la vitamine E aux vertus anti-inflammatoires et antioxydants. La bave d'escargots regorge aussi des exfoliants et des antiseptiques naturels

-Une crème régénératrice à base d'extrait de bave d'escargots et d'Woeveravient d'être mise sur le marché. Avec ses vertus antirides, antitaches, et réparatrices, ce nouveau produit cosmétique donne un éclat à la peau du visage. Par sa composition riche en collagène, élastine, acide glycolique, allantôme, la bave d'escargots associée, à Y>Aloe vera>, hydrate la peau en fournissant à celle-ci une régénération en profondeur

1.2.14.4 Consommation

Les gastéropodes (classe Gastropoda) constituent le plus grand groupe animal après les insectes : on en dénombre environ 40 000 espèces vivantes. Ils sont apparus voici 600 Ma et sont les seuls mollusques à avoir conquis la terre ferme.

L'archéologie a démontré que les escargots ont été consommés vers 10 000 ans avant J.-C. La « chasse » aux escargots était pratiquée à cheval avec des chiens au XVIème siècle. Au XVIème les escargots étaient considérés comme une « viande maigre », telles les grenouilles et les tortues.

L'escargot aurait été dégusté par l'Homme dès la préhistoire, de nombreuses coquilles auraient été retrouvées dans les grottes de résidence des premiers hommes. On retrouve ensuite l'Escargot dans l'alimentation des romains et des grecs dès le IVème siècle avant J.-C. Apicius Marcus engraisait les escargots au lait pour les faire frire par la suite dans l'huile de table.

Aujourd'hui les espèces les plus consommées à travers le monde sont :

L'Escargot de Bourgogne (*Helix pomatia*) qui est le plus connu. Sa coquille est de couleur crème et on ne consomme que le pied de ce gros escargot (20 à 40 g).

L'Escargot des Balkans ou de Turquie (*Helix lucorum*) qui est un gros escargot de 20 à 40 g dont le tortillon doit être enlevé, sa chair est peu savoureuse et sa coquille est beaucoup utilisée en étant farcie de chairs d'Achatine (= Escargot géant africain).

Le Gros-Gris (*Helix aspersa maxima*) qui est un gros escargot de la taille du Bourgogne (20 à 40 g), originaire d'Afrique du Nord dont le tortillon doit être également enlevé. Ce qui le différencie du Petits-Gris c'est que le manteau est noir, détail qui se remarque vivant mais

également dans l'assiette après cuisson.

le Petit-Gris (*Hélix aspersa*) à coquille rayée de brun gris pèse de 5 à 15. Il apprécie les climats maritimes humides et vit à l'état naturel en Algérie et sur les côtes méditerranéennes. Il peut se consommer entier avec son tortillon. C'est l'escargot le plus tendre, le plus savoureux et le plus recherché des gastronomes.

Hélix aspersa a fait l'objet d'une cueillette active pour consommation. Sa récolte n'obéit à aucune réglementation en Algérie. Par exemple, on ne doit pas ramasser un escargot non bordé, c'est-à-dire dont la coquille n'a pas encore de repli épais à l'ouverture. L'escargot est très peu sensible à la pollution. Il mange tout ce qu'il trouve, bon ou mauvais, et ne s'en porte pas plus mal. Le consommateur doit veiller à ne pas manger des escargots récoltés en terrain potentiellement pollué car dans ce cas, ces escargots normalement comestibles pourraient devenir toxiques.

La dégradation de la faune du fait du ramassage excessif des escargots à des fins de commercialisation constitue, d'après des pédologues, une atteinte nuisible à l'ensemble des processus bio-physico-chimiques qui, en interaction les uns avec les autres, aboutissent à la formation, la transformation ou la différenciation des sols ⁵¹.

⁵¹ Boumelih, 2009

Chapitre 2 : Sur la génétique de la variation du couleur.

1.1 Génétique de la variation de la couleur du corps des Escargot terrestres *Hélix aspersa*

1.1.1 Introduction et généralités

La surface du corps est recouverte d'un épithélium simple couche en colonnes prismatiques ou cylindriques : plus hautes que larges équipés de cils et microvillosités (ces dernières ont été également confirmé au microscope électronique). Ce genre d'épithélium est généralement impliqué dans la sécrétion active et /ou l'absorption de matériaux à travers la couche cellulaire unique, ou (si ciliées) dans le mouvement le long de la surface.

1.1.2 Les Pigments

Le Pigment en biologie est une molécule qui réfléchit et / ou transmet la lumière visible. Il existe des pigments chez les végétaux comme chez les animaux. La coloration d'un pigment dépend de son absorption sélective d certaines longueurs d'onde et de la réflexion d'autres longueurs d'onde. Les pigments sont classés en fonction de la présence ou de l'absence d'azote dans leur structure. Les pigments azotés sont les hémoglobines, les chlorophylles, les pigments biliaires et les mélanines, largement répandus chez les nombreuse espèces animales et responsables des variations de la coloration de la peau. Voisins des mélanines, on trouve les indigoïdes, dont le plus connu est l'indigo, un colorant végétal. La riboflavine, également connue sous le nom de vitamine B12, est un des nombreux pigments qui vont du jaune pâle au vert produits par un grand nombre de végétaux les pigments dépourvus d'azote sont les caroténoïdes, les flavonoïdes, les anthocyanes et les quinones.

❖ Mélanine

Le principal facteur de variabilité dans le couleur est la quantité, la densité, et la répartition de la pigmentation de la mélanine.

La mélanine est de couleur brun foncé / violet /noir qui est intensifiée par un dense compactage des granules de mélanine dans les cellules des couches supérieures de la peau.

On connaît deux principaux types de mélanine comportant chacun deux sous-deux sous-groupes, et un type mineur moins connu :

L'eumélanine noire ou brune

La phaéomélanine rouge au jaune

Une mutation du gène de l'enzyme de la tyrosine qui produit une protéine avec une réduction de fonctionnalité aboutissant à une réduction de la production de mélanine.

Chapitre II : sur la génétique de la variation du couleur.

Dans les cas extrêmes, cela produit une forme génétique d'albinisme.

❖ Hémocyanine

Pigment respiratoire des Mollusques. L'hémocyanine est une protéine qui permet de fixer et de transporter l'Oxygène(O₂) à travers le corps. Composé de cuivre oxydé, l'hémocyanine donne au sang des gastéropodes une coloration bleue.

❖ Le carotène

Pigment alimentaire qui peut, en quantité importance, donner une composante légèrement jaunâtre à la peau.

❖ La chlorophylle

Pigment alimentaire, la chlorophylle absorbe toutes les couleurs sauf le vert qu'elle renvoie. Nos yeux captent cette couleur et on dit que la chlorophylle est verte. Les colorations vertes des invertébrés peuvent être dues à la présence de chlorophylle est alimentaire, soit à des pigments spécifiques résultant d'une transformation de la chlorophylle.

Les pigments indicateurs de pH sont très courants chez les invertébrés. Ils appartiennent aux classes les plus diverses (phénols, quinones, dérivés pyrroliques et autres).

Il semble qu'il y ait peu d'études et peu de connaissance sur le contrôle génétique de la variation de la couleur du corps des escargots, mais Williamson (cité dans Backeljau et Al, 2001) a indiqué que la pigmentation est déterminée par trois locus, avec un allèle pour la mélanine noire et la mélanine brune (noir dominant), et un contrôle de la propagation de de mélanine sur le corps adulte. Trois allèle a été reconnu à ce dernier locus, un codant pour une répartition équilibrée (dominante), un autre qui limite la mélanine à la région médiodorsale, et le dernier (récessif aux deux autres) codant pour un corps blanc ou la mélanine n'est apparente que dans les tentacules et la marge du pied.

Concernant les gènes de la coloration : quelque part dans l'ADN, il y a des séquences qui indiquent la manière dont les pigments doivent se traduire (par exemple une séquence est appelée « gène »). Ces gènes peuvent être constitués d'un seul morceau d'ADN, ou de plusieurs pièces qui dépendent les unes des autres. Ces gènes sont disponibles en deux exemplaires au moins (selon le code génétique qui est stocké dans les paires de chromosomes qui se compose essentiellement de proches séquence d'ADN identiques).

Les invertébrés contiennent souvent la biliverdine ou des pigments analogues. C'est un pigment vert résultant de l'oxydation de la bilirubine, pigment rouge présent dans la bile.

Chapitre II : sur la génétique de la variation du couleur.

1.1.2.1 Le gène de la pigmentation

Lorsque la couleur des pigments doit être apparent, la séquence d'ADN est lue (traduit en ARN) et traduite dans les pigments de couleur(-protéine).

À ce moment-là, plusieurs éléments peuvent se présenter de manière différents :

Le gène-code de la couleur des pigments peut être supprimé complètement ou partiellement.

Le gène peut être inactif parce que les séquence de régulation sont absents ou dysfonctionnelles

Le gène peut être partiellement altéré (modification dans la séquence de l'ADN), résultant en une de traduction en protéines des pigments, partielle ou même absent. Dans tous ces cas, le gène-couleur n'est pas fonctionnel et le pigment ne se révèle pas, du moins pas de puis cette copie d'ADN. Si l'autre copie d'ADN, est fonctionnelle, les pigments peuvent encore être révélés.

Dans ce cas, le gène inactif, non fonctionnel agit comme un gène récessif, alors que le gène fonctionnel agit en qualité de dominant. Dans la pratique, cela signifie que la copie du gène couleur active détermine si la couleur est traduite ou pas, de sorte que le gène inactif n'a, tous simplement, pas d'importance. Si les deux copies du gène ne sont pas fonctionnelles, la couleur ne s'exprime pas.

Si un escargot a deux copies d'un gène de couleur actifs, l'escargot est appelé Wild type homozygotes pour le gène couleur.

Si un escargot a deux copies non-actives d'un gène de couleur, l'escargot est appelé homozygotes knock-out pour le gène couleur.

Si un escargot a une copie de gène active est une copie non fonctionnelle, l'escargot est appelé à être hétérozygote pour ce gène couleur.

Il convient de souligner que cette explication est fondée sur une hypothèse, dans laquelle chaque couleur est traitée en fonction d'un seul gène récessif.

Les variations de couleur dans l'escargot sont le résultat de mutations dans plusieurs gènes responsables de la pigmentation de la coquille et du corps.

Le corps de l'escargot a au moins l'un principaux pigment noir qui détermine si le corps est sombre ou albinos (incolore). Néanmoins, il est souhaitable de noter que, même les escargots albinos ne sont pas complètement blancs : le corps contient encore une couleur jaune-verdâtre, principalement condensée en petites taches.

Les escargots qui ne manquent pas de pigments varient encore selon la quantité de pigments qu'ils possèdent. De nombreux gènes influencent l'expression de gènes uniques de sorte que l'intensité d'expression peut varier, même pour les traits normaux.

1.1.3 Hérité de la couleur

Chapitre II : sur la génétique de la variation du couleur.

Si les deux parents ont au moins une copie non fonctionnelle du gène couleur, une partie de la progéniture peut recevoir à la fois le gène non fonctionnel « père » et une copie non fonctionnelle de «la mère ». Dans ce cas le résultat sera une couleur particulière (homozygotes knock-out).

Si la progéniture reçoit, toutefois, au moins une copie fonctionnelle, les escargots ne perdent pas la couleur car elle peut encore être traduite à partir de la copie fonctionnelle. Si au moins un des parents a deux exemplaires d'un gène de couleur fonctionnelle, tous les descendants auront cette couleur, même si l'autres parents à deux copies non fonctionnelles de ce gène. La raison en est que chaque escargot est une copie de chaque parent et quand un des parents a deux exemplaires fonctionnels, la progéniture obtiendras toujours un gène fonctionnel, ce qui suffit l'ensemble de la couche tégumentaire ainsi formée d'épithélium, de tissu conjonctif et de muscles, atteint souvent une épaisseur considérable et est excessivement polymorphe quand son aspect extérieur ; de là provient qu'avec un plan d'organisation assez uniforme, la configuration du corps de mollusques présente une telle diversité. Leur enveloppe générale du corps est différenciée en trois régions :

Antéro-dorsale ou céphalique.

Postéro-dorsale ou palléale.

Ventrale ou pédieuse.

1.1.3.1 La coloration du corps

Elle semble liée au type d'habitat et non liée à la couleur de la coquille, ainsi qu'au nombre de bandes (A.J. CAIN AND OTHERS), pour certains auteurs, pour d'autres le gène en question est lié à celui de la couleur de la coquille.

Il est largement établi que la pigmentation du corps, démontre aussi les effets du milieu, une partie de la correspondance entre la couleur du corps et de l'ombrage du milieu signalé par Cain et Sheppard peuvent en être conséquence. La sélection climatique favorisant la couleur pâle du corps dans les aires chauds et sombres dans les zones de basse température est probablement responsable de l'associations avec le climat. On peut en déduire que les individus sombres seraient favorisés dans les endroits frais, car ils seraient plus efficaces à absorber le rayonnement solaire, tandis que les individus clairs reflètent plus, un plus grand avantage dans le sud (bien qu'aucun morphe n'est susceptible d'être actif durant des journées ensoleillées). Les couleurs foncées sont également caractéristiques de haute altitude, en en corrélation avec des températures plus basses et l'humidité. La majorité des escargots sont grisâtres, on peut cataloguer la pigmentation du corps en l'adaptant à une gamme de 10 teintes neutres du noir (0) au blanc (10) pour donner une mesure de base (de foncées à pâles).

Il y a de légères variations de teintes, parfois avec variantes depuis gris à brun-rougeâtre, brun

Chapitre II : sur la génétique de la variation du couleur.

au jaune. Par exemple de gris ardoise foncé, avec un mince trait plus clair sur la ligne médiodorsale, à pâle jaune-crème, comme décrit par (Murray, 19963). Une différenciation de la couleur du corps de gris moyen à très pâle est aussi décrite.

La couleur du corps pâle est récessive à la couleur sombre. Celle-ci intervient dans plusieurs nuances qui sont multifactoriellement contrôlées. Gris moyen dominants sur pâle la couleur rougeâtre est récessive à jaunâtre.

1.2 Génétique de la couleur de la peau de l'escargot

On distingue environ 6 couleurs : noir, chocolat, cannelle, et bleu, lilas, faon. Or, en fait, au niveau moléculaire, il s'agit d'un seul et même pigment, la mélanine brune. Plusieurs phénomènes permettent de voir 6 couleurs là où il n'y a que du noir .

Les mélanosomes, ces sacs de pigment sont repartis de manière plus ou moins homogène dans la peau. Le gène D de dilution engendre la formation d'amas qui modifient la diffraction de la lumière et donnent une teinte pastelle. Le gène B, lui, agit sur la taille et la forme des granules ainsi que leur « concentration » en mélanine, ce qui influe notre perception de la couleur.

1.2.1 Locus C

Ici se trouve une série multiallélique composée au minimum de 4 allèles, soit, du plus dominant au plus récessif : Cn(noir) ; cr(crème) ; cs (sépia) ; ca (albinos), $Cn > cs > cr > ca$

B (black, noir, seal (la couleur seal c'est le marron foncé)) : dominant



b (Brown ou brun, chocolat) :récessif par rapport à B



b1(light Brown ou brun clair, cannelle), récessif par rapport à B et b

Chapitre II : sur la génétique de la variation du couleur.



Pour que la couleur noire s'étende sur tout le corps, il faut qu'il possède le facteur **E** (comme extension). Dans la même série il existe le facteur **ep** (extension partielle, animal gris et noir), et **e** (pas d'extension, animal gris). **E** domine **ep** qui domine **e**.

Il lui faut aussi le facteur **B** (Black). L'autre facteur de cette série est le facteur **b** (havane ou chocolat).

B domine **b**. on retrouve la facteur **b** chez tous les animaux éclaircis de la série noire, le beige par **ex** et de la série marronne, le fauve, le crème, ... car il éclaircit aussi la peau. Donc **B(b)** est un facteur important pour déterminer la pigmentation de la peau.

1.2.2 Locus B (black, brown)

Les granules d'eu mélanine peuvent se présenter sous plusieurs formes. Arrondis, ils apparaissent bruns foncés ou noirs ; ovales, ils apparaissent brun clair à très clair. Ces différences sont sous dépendance de trois allèles :

B (black, noir, seal,) : dominante

b (brown ou brun, chocolat) : récessif par rapport à **B**

b1 (light brown ou brun clair, cannelle) : récessif par rapport à **B** et **b**.

Pour que la couleur noire s'étende sur tout le corps, il faut qu'il possède de facteur **E** (comme extension). Dans la même série il existe le facteur **ep** (extension partielle animal gris et noir) et **e** (pas d'extension, animal gris). **E** domine **ep** qui domine **e**. Il lui faut aussi le facteur **B**(Black). L'autre facteur de cette série est le facteur **b** (havane chocolat).

B domine **b**. on retrouve la facteur **b** chez tous les animaux éclaircis de la série noire, le beige par **ex** et de la série marronne, le fauve, le crème, ... car il éclaircit aussi la peau. Donc **B(b)** est un facteur important pour déterminer la pigmentation de la peau.

1.3 Dominance et récessif

Si nous prenons un escargot au corps noir pur donc **BB** et un escargot havane **bb** et que nous les croisons, nous obtenons en première génération (**F1**). Et dans l'hypothèse de quatre bébés : nous obtenons : **Bb, Bb, Bb, Bb**. Ils sont donc tous noirs.

En croisant deux de ces petits : **Bb + Bb**, nous obtenons en deuxième génération (**F2**) : **BB, Bb, Bb, bb**

Chapitre II : sur la génétique de la variation du couleur.

25 % de BB, 50 % de Bb et 25 % de bb donc 75 % et noirs et 25 % de havanes.

1.3.1 Locus D (dilution)

Les granules de pigments peuvent être répartis dans la peau de deux façons, selon l'allèle présent au locus **D**:

D (non dilué) : dominant. Les granules sont répartis uniformément, la couleur n'est pas éclaircie.

d (dilué) : récessif. Les granules forment des agglomérats hétérogènes, la peau apparaît plus claire.

Exemples : noir, chocolat, lilas (violet pâle), cannelle, roux, crème.

D= couleur complète, **d**= couleur diluée et **dl**=est létal en homozygosis.

Une série d'allèles multiples commande l'intensité de la pigmentation.

L'ordre de dominance est : **D > d > dl**

Exemples :



Grey dermal pigment



Brown dermal pigment



Yellowish demal pigment



Reddish dermal pigment



A Albino

Apparemment non relationnés avec C, B ou U (gènes de coloration de la coquille)

1.3.2 Locus I (inhibition)

I empêche la synthèse de la phaeomélanine, pigment jaune sous l'effet de I, une pigmentation uniformément unie acquiert une base blanche, tout en conservant la couleur d'origine. Permet l'apparition des couleurs smoke. Deux allèles sont possibles à ce locus :

I(inhibition) : dominant ; i (pas d'inhibition) : récessif.

1.3.3 Locus O(orange)

Chapitre II : sur la génétique de la variation du couleur.

« **O** » est le gène responsable de la présence de pigment orange, à la place de l'eumélanine. L'allèle dominant **O** du locus **O** transforme les eumélanine par des pigments roux et les phaeomélanines par des pigments oranges, et ce indépendamment des allèles du locus **B**. l'allèle **o** laisse apparaître la couleur définie par les allèles du locus **B**. Si les allèles **O** et **o** sont présents simultanément, la peau aura des plages de nuance rousse et d'autre de la nuance donnée par les allèles du locus **B**, ces plages étant réparties aléatoirement.

1.3.4 Locus **W** (white)

Il existe deux allèle à ce locus :

W : blanc absence totale de pigments dans la peau : les autres gènes de couleur ne peuvent s'exprimer.

w : non blanc aucun effet, tous les gènes de couleur peuvent apparaître.

W est dominant sur **w** et masque toute autre couleur présente dans le patrimoine génétique.

1.3.5 Le gène **E**

Il règle le rapport des quantités de pigments noir et jaune.

Présentation des allèles :

E : rapport classique (on pourrait dire que c'est l'allèle de base)

e : plus de jaune et moins de noir.

Es ou **Ed** : plus de noir, moins de jaune (rare)

ef : plus de jaune et moins de noir.

Dominance : **E** est dominant, **e** récessif.

1.3.6 Le gène **G**

Il gère l'intensité des couleurs jaune et noire.

Présentation des allèles :

G : c'est l'allèle de base

g : il dilue le noir en gris, et ôte presque complètement le pigment jaune.

Dominance : **G** est dominant sur **g**

D. et le motif sépia

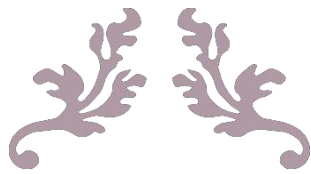
Chapitre II : sur la génétique de la variation du couleur.



Ce motif est le résultat d'une atténuation de la pigmentation sur une partie du corps. Il est dû à l'action du gène du locus C. l'allèle dominant C n'atténue pas la pigmentation. L'allèle cb présent en double donne une robe sépia, dont la pigmentation est faiblement atténuée .la présence simultanée de l'allèle cs et de l'allèle cb donne une atténuation moyenne. Il existe un gène majeur, qui agit sur les couleurs diluées. Ce gène, "Dm," transforme le bleu, le lilas, et le faon, en caramel, et le crème en abricot.

Pour les applications hydrauliques, les bitumes peuvent être utilisés purs ou sous forme de membranes bitumineuses préfabriquées, d'asphalte coulée ou d'enrobés.

Chapitre II : sur la génétique de la variation du couleur.



Deuxième Partie : Matériel et méthodes



Chapitre I : Matériels ET Méthodes.

1.1 Sites d'élevage :

Le premier site d'élevage était Ghilizane (Lat. 2.90444°E ; Long. 35.4489°N), dans une forêt à Ghilizane située près de la route nationale 1 entre la ville et Alger, Plus précisément dans le nord-est de la ville



Figure 24: Situation géographique des sites de Ghilizane⁵²

Le deuxième site d'élevage sidi Lakhdar Mostaganem (Lat. 0.250556°E ; Long. 36.0628°N), est situé à proximité d'une forêt chouach



Figure 25: Situation géographique des sites de sidi Lakhdar⁵³

1.2 Analyse des paramètres climatiques des sites Ghilizane et sidi Lakhdar :

Le climat dominant à Ghilizane est un climat de steppe. Les pluies sont faibles à Ghilizane et

⁵² Google Earth, 2017

⁵³ Google Earth, 2017

Chapitre II : Résultats Et Discussion.

Ces toutes les années. D'après Koppen et Geiger, le climat y est classé BSk. Ghilizane affiche 15.3 °C de température en moyenne sur toute l'année. La moyenne des précipitations annuelles atteints 276 mm.

Les précipitations moyennes les plus faibles sont enregistrées en Juillet avec 4 mm seulement. Avec une moyenne de 36 mm, c'est le mois de Mai qui enregistre le plus haut taux de précipitations. Le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 24.1 °C. Avec une température moyenne de 7.7 °C, le mois de Janvier est le plus froid de l'année. La différence de précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide Ets de 32 mm Entre la température la plus basse et là plus élevée de l'année, la différence est de 16.4 °C.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	7.7	8.7	10.7	13.1	16.4	20.1	23.9	24.1	21	18.5	11.9	9.1
Température minimale moyenne (°C)	3.4	4	5.8	7.7	10.7	14.1	17.2	17.5	15.4	11.4	7.4	4.9
Température maximale (°C)	12	13.5	15.7	18.5	22.1	26.2	30.8	30.8	28.7	21.7	16.5	13.3
Température moyenne (°F)	45.9	47.7	51.3	55.6	61.5	68.2	75.0	75.4	69.8	61.7	53.4	48.4
Température minimale moyenne (°F)	38.1	39.2	42.4	45.9	51.3	57.4	63.0	63.5	59.7	52.5	45.3	40.8
Température maximale (°F)	53.6	56.3	60.3	65.3	71.8	79.2	87.1	87.4	80.1	71.1	61.7	55.9
Précipitations (mm)	31	20	23	24	36	21	4	6	19	28	34	30

Figure 26: Table climatique Ain Ghilizane⁵⁴

⁵⁴ CLIMATE-DATA.ORG 2016

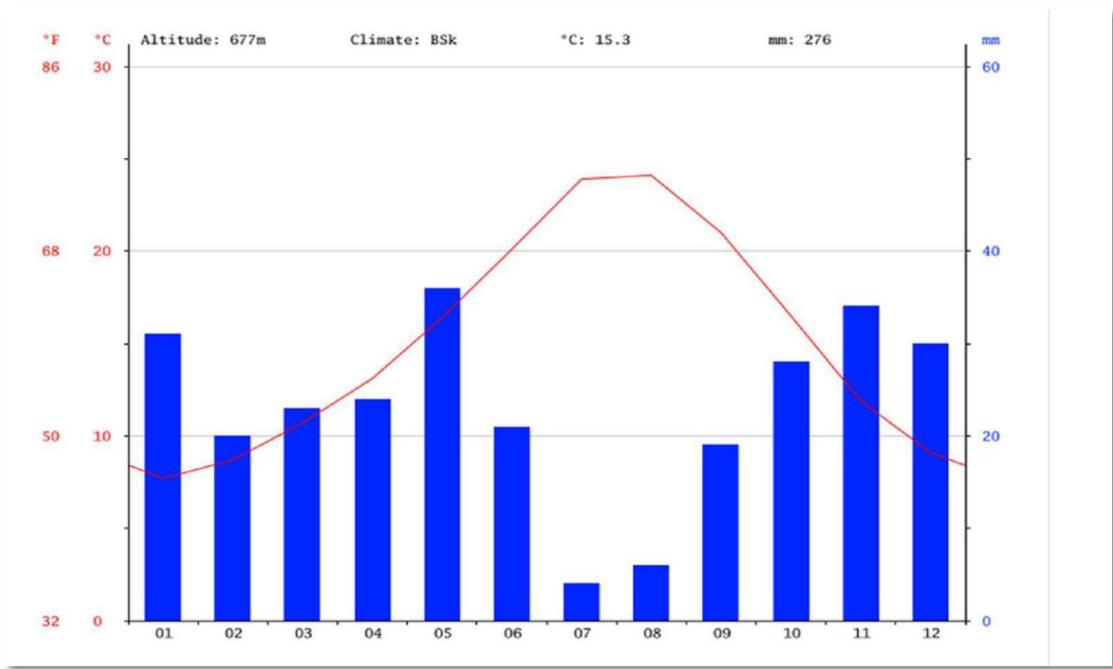


Figure 27: Diagramme climatique Ghilizane⁵⁵

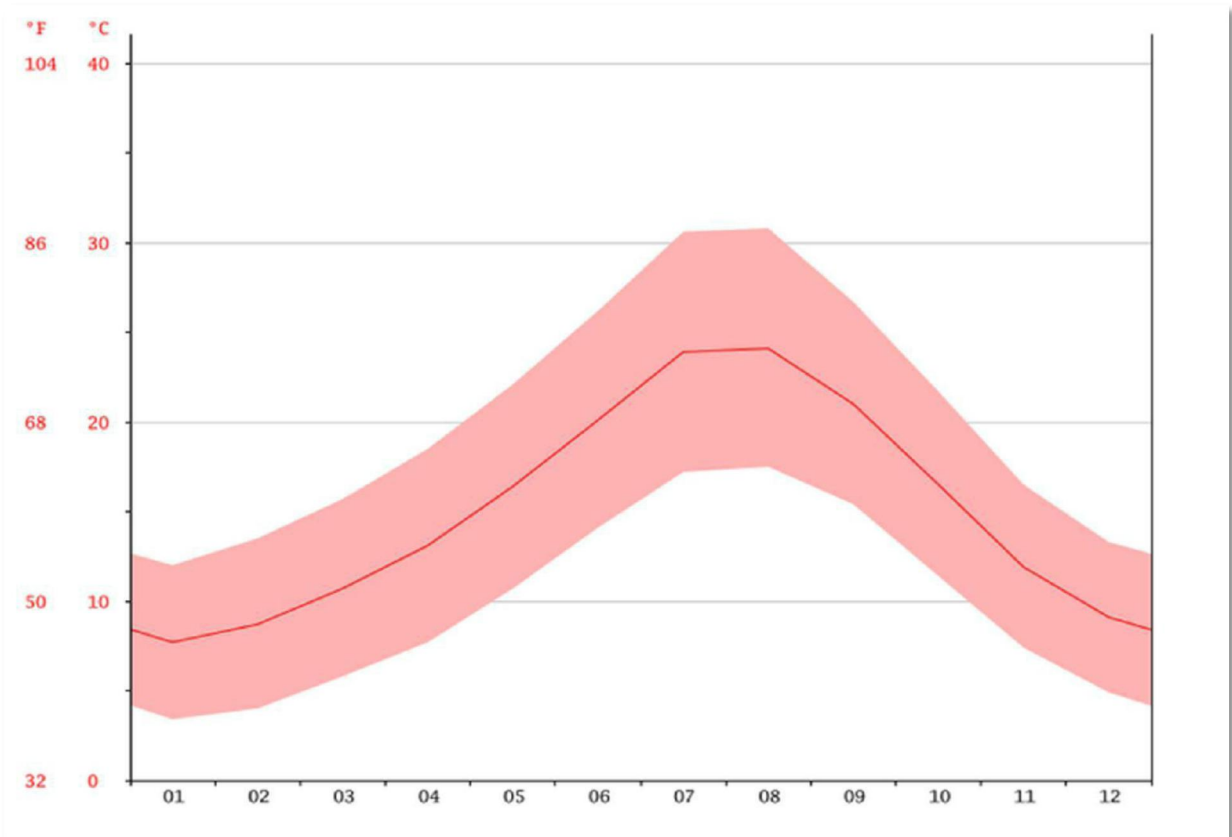


Figure 28: Courbe de température à Ghilizane⁵⁶

⁵⁵ CLIMATE-DATA.ORG 2016

⁵⁶ CLIMATE-DATA.ORG 2016

Chapitre II : Résultats Et Discussion.

Un climat tempéré chaud est présent à Sidi Lakhdar. L'été, à Sidi Ali, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. La carte climatique de Köppen-Geiger y classe le climat comme étant de type Csa. Sur l'année, la température moyenne à Sidi Lakhdar est de 17.1 °C. Il tombe en moyenne 413 mm de pluie par an.

Les précipitations moyennes les plus faibles sont enregistrées en Juillet avec 1 mm seulement. Une moyenne de 75 mm fait du mois de Novembre le mois ayant le plus haut taux de précipitations. Avec une température moyenne de 24.4 °C, le mois d'Aout est le plus chaud de l'année. 10.9 °C font du mois de Janvier le plus froid de l'année. La variation des précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 74 mm Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 13.5 °C.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	10.9	11.7	13	15	17.9	21.1	23.8	24.4	22.4	18.8	14.7	11.5
Température minimale moyenne (°C)	7.5	8.3	9.6	12.1	14.4	17.5	20	20.9	18.9	15.2	11.2	8.3
Température maximale (°C)	14.4	15.1	16.5	18	21.5	24.7	27.7	28	26	22.4	18.2	14.8
Température moyenne (°F)	51.6	53.1	55.4	59.0	64.2	70.0	74.8	75.9	72.3	65.8	58.5	52.7
Température minimale moyenne (°F)	45.5	46.9	49.3	53.8	57.9	63.5	68.0	69.6	66.0	59.4	52.2	46.9
Température maximale (°F)	57.9	59.2	61.7	64.4	70.7	76.5	81.9	82.4	78.8	72.3	64.8	58.6
Précipitations (mm)	57	37	40	28	32	8	1	3	18	42	75	72

Figure 29: Table climatique Ain Sidi lakhdar⁵⁷

⁵⁷ CLIMATE-DATA.ORG 2016

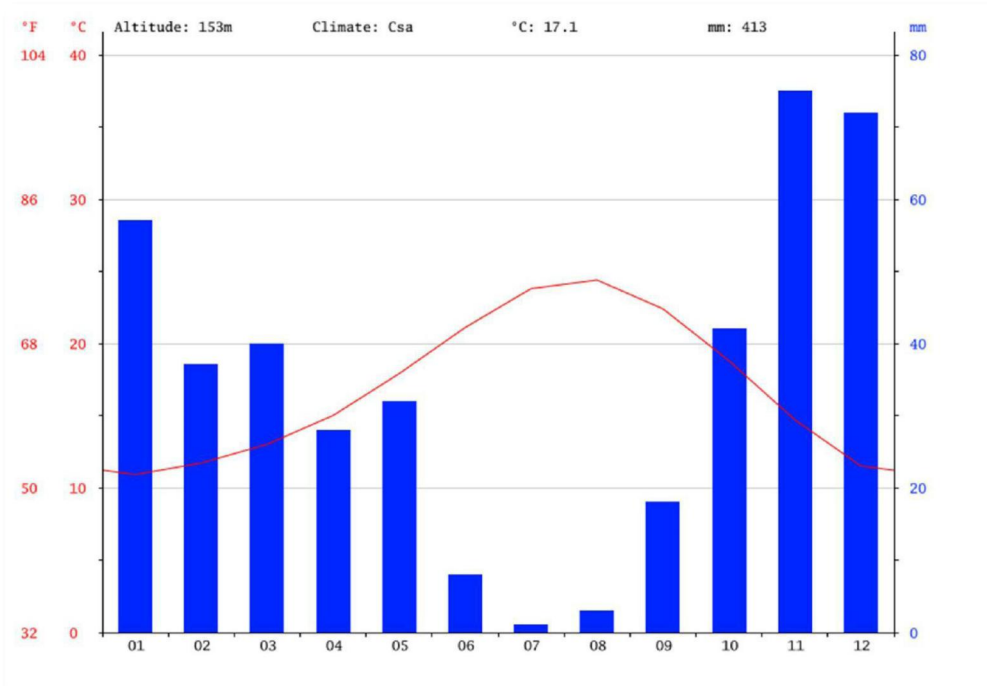


Figure 30: Diagramme climatique Sidi lakhdar⁵⁸

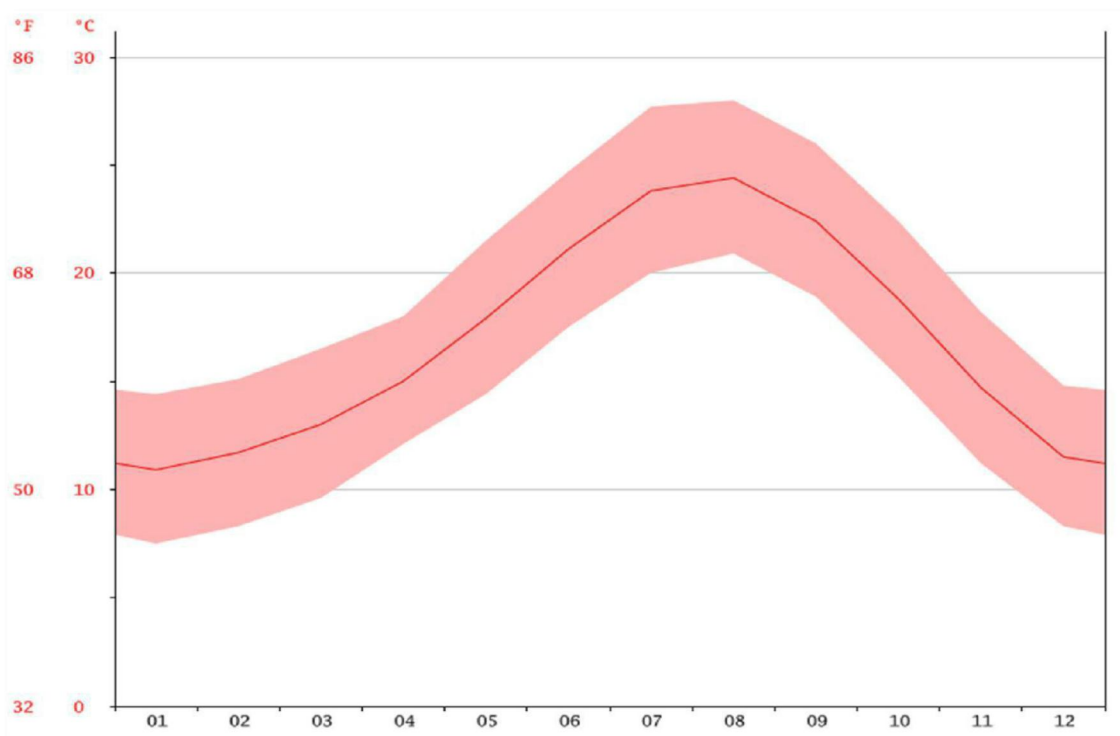


Figure 31: Courbe de température à Sidi lakhdar⁵⁹

Nous ne constatons que les deux régions de Ghilizane ET sidi Lakhdar diffèrent entièrement en

⁵⁸ CLIMATE-DATA.ORG 2016

⁵⁹ CLIMATE-DATA.ORG 2016

fonction de la nature du bioclimatique, ce qui nous permet de comparer les échantillons de populations d'escargots ramassés dans les deux sites.

1.3 2.3. Matériel biologique :

Helix aspersa aspersa (Gastropoda : Stylommatophora ; Helicidae), connu sous le nom vernaculaire d'escargot Petis-Gris. Cela permet d'étudier l'impact des changements environnementaux dans la structure morphologique signifie phénotype de l'animal.

Au mois février 2020, et pour chaque site de prélèvements, 100 individus *Helix aspersa aspersa*, les échantillons (assemblages d'escargots hétéroclites de par la taille, le poids, L'âge, etc.).



Figure 32: Helix aspersa aspersa l'échantillon de recherche

1.4 2.4. Paramètres biométriques :

Les mensurations morphométriques sur des escargots vivants, faites à l'aide d'un pied à coulisse $\pm 0,01\text{cm}$ et d'une balance de précision $\pm 0,01\text{g}$. ont concerné les variables suivantes :

- Diamètre de la coquille,
- Hauteur de la coquille,
- Poids total de l'individu,
- Poids de la masse viscérale (ou tortillon),
- Et poids de la coquille vide



Figure 33: Mensurations de Petits-Gris



PetitGris

Figure 31 : Pesée d'un spécimen de

1.5 Protocole d'expérimentale :

L'expérience est basée sur l'étude d'un climat dans l'élevage d'escargots dans une période d'un mois à partir de 15/03 à 15/04. La nécessité de contrôler la température et l'humidité dans cette période dans les deux emplacements .

1.5.1 Site d'élevage escargots :

Il est placé environ 150 escargots à chaque site ;

Nous offrons environ 500g de Salt dans tous les deux jours ;

Ne pas exposer l'eau aux escargots ;

Fournir une protection contre les prédateurs grâce à la surveillance quotidienne.



Figure 34: Site d'élevage dans Ghilizane

1.5.2 Mode opératoire :

Calculer Les mesures morphométriques ;

- Diamètre de la coquille,
- Hauteur de la coquille,
- Poids total de l'individu,

Chapitre II : Résultats Et Discussion.

Pour calculer la masse poids de la coquille vide, nous avons mis l'escargot au point d'ébullition de l'eau de 34 ° C. Ensuite, éradicationer l'escargot de la coquille. Et calculer le poids de la coquille vide.



Figure 35:Extrait l'escargot de la coquille à l'eau bouillante

Chapitre II : Résultats Et Discussion

Cette étude morphométrique de l'escargot *Helix aspersa aspersa* a été réalisée pour, comparer la croissance de cette espèce au niveau de deux sites, et aussi connaître l'impact de chaque environnement du site.

1.1 Comparaison à la couleur de coquille d'escargot :

Dans le premier site Ain Oussera note que la couleur de la coquille tend à devenir blanc, et la disparition de la couleur brune progressivement. Sur le site Sidi Lakhdar la couleur de la coquille entretevenu est une couleur brune.



Figure 36: la couleur de coquille d'escargot (ghilizane)



Figure 37: la couleur de coquille d'escargot (Sidi Lakhdar)

1.2 Biométrie du Petit-Gris :

L'échantillon dans le site Ghilizane (n=100) présente un poids total de 769,81g avec un poids vif moyen de 7,70 g tandis que celui de Sidi Ali (n=100) un poids total de 1086,73 g pour un poids vif moyen de 10,87 g

En revanche, les Poids Vifs des escargots [PV] (exprimés en g) Relizane,

Les Diamètres [\emptyset], les Hauteurs [H] (exprimés en cm) et les Tailles des coquilles [T = \emptyset x H]

Chapitre II : Résultats Et Discussion.

(exprimées en cm²) sont indiqués dans le (tableau annexe 04.)

Les Poids Vifs des escargots [PV] (en g) à Sidi Ali, les Diamètres [Ø], les Hauteurs [H] (en cm) ainsi les Tailles des coquilles [T = Ø x H] (en cm²) sont mentionnés dans le (tableau Annexe 05)

Les Poids des Coquilles d'escargots (en g) [PC=PV/3] (la coquille représente le 1/3 du poids d'un escargot) à Ghilizane et les Poids des Tortillons [PT=(PVx2) /3] ou masses viscérales d'escargots sont indiqués dans le (tableau annexe 06).

Les Poids des Coquilles d'escargots (en g) [PC=PV/3] (la coquille représente le 1/3 du poids d'un escargot) à Sidi Lakhdar et les Poids des Tortillons [PT=(PVx2) /3] ou masses viscérales d'escargots sont mentionnés dans le (tableau annexe 07).

1.3 Analyse préliminaire comparative des résultats:

La somme totale (Σ totale) des poids vifs des escargots ramassés à Ghilizane Ain Oussera (de 1 à 100) est de 444.19 g, ce qui correspond à ≈ 0.44 Kg.

Le poids vif moyen (\bar{x}) des escargots ramassés à Ghilizane (444.19/100) est d'environ 4.44 g.

La moyenne des diamètres des coquilles des escargots ramassés à Ghilizane est égale à 03.25 cm, tandis que la moyenne (\bar{x}) des hauteurs des coquilles est égale à 1.57 cm.

La moyenne (\bar{x}) des tailles des coquilles des escargots ramassés à Ghilizane est égale à 05.24 cm².

La somme totale (Σ totale) des poids des coquilles des escargots ramassés à Ghilizane est égale à 148.06 g ($\approx 0,15$ Kg).

Le poids moyen (\bar{x}) des coquilles des escargots ramassés à Ghilizane est de 01,48 g.

La somme totale (Σ totale) des poids des tortillons des escargots ramassés à Ghilizane est égale à 296.12 g ($\approx 0,30$ Kg).

Le poids moyen (\bar{x}) des tortillons des escargots ramassés à Ghilizane est de 02,96 g.

La somme totale (Σ totale) des poids vifs des escargots ramassés à Sidi Lakhdar (de 1 à 100) est Égale à 457,17 g, ce qui correspond à $\approx 0,457$ Kg.

Le poids vif moyen (\bar{x}) des escargots ramassés à Sidi Ali (457.17 /100) est d'environ 4.57 g.

La moyenne (\bar{x}) des diamètres des coquilles des escargots ramassés à Sidi Lakhdar est égale à 03,46 cm, tandis que la moyenne des hauteurs des coquilles est égale à 01,61 cm.

La moyenne (\bar{x}) des tailles des coquilles des escargots ramassés à Sidi Ali est égale à 05,68 cm².

La somme totale (Σ totale) des poids des coquilles des escargots ramassés à Sidi Lakhdar est égale à 152,39 g ($\approx 0,15$ Kg).

Le poids moyen (\bar{x}) des coquilles des escargots ramassés à Sidi Lakhdar est de 01,52 g.

La somme totale (Σ totale) des poids des tortillons des escargots ramassés à Sidi Lakhdar est

égale à 304,78 g ($\approx 0,30$ Kg).

Le poids moyen (\bar{x}) des tortillons des escargots ramassés à Sidi Lakhdar est de 03,04 g.

L'analyse préliminaire comparative des résultats obtenus entre les échantillons à Ghilizane et à Sidi Lakhdar fait ressortir des différences nettes entre les deux sites. En effet, tous les paramètres obtenus pour le site Sidi Ali sont supérieurs à ceux du site Ghilizane.

La différence entre les sommes totales des poids vifs des escargots est égale à 12,98 g.

La différence entre les poids moyens vifs des escargots est égale à 0,13 g.

La différence entre les moyennes des diamètres des coquilles des escargots est égale à 0,21 cm, tandis que l'écart entre les moyennes des hauteurs des coquilles est égal à 0,04 cm.

La différence entre les moyennes des tailles des coquilles est égale à 0,44 cm².

La différence entre les sommes totales des poids des coquilles est égale à 4,33 g.

La différence entre les poids moyens des coquilles est de 0,13 g.

La différence entre les sommes totales des poids des tortillons (ou masses viscérales) est égale à 8.

La différence entre les poids moyens des tortillons est égale à 0,08 g.

1.4 Étude morphométrique :

La figure suivante illustre les mensurations morphométriques moyennes pour les sites de Ghilizane et sidi Lakhdar.

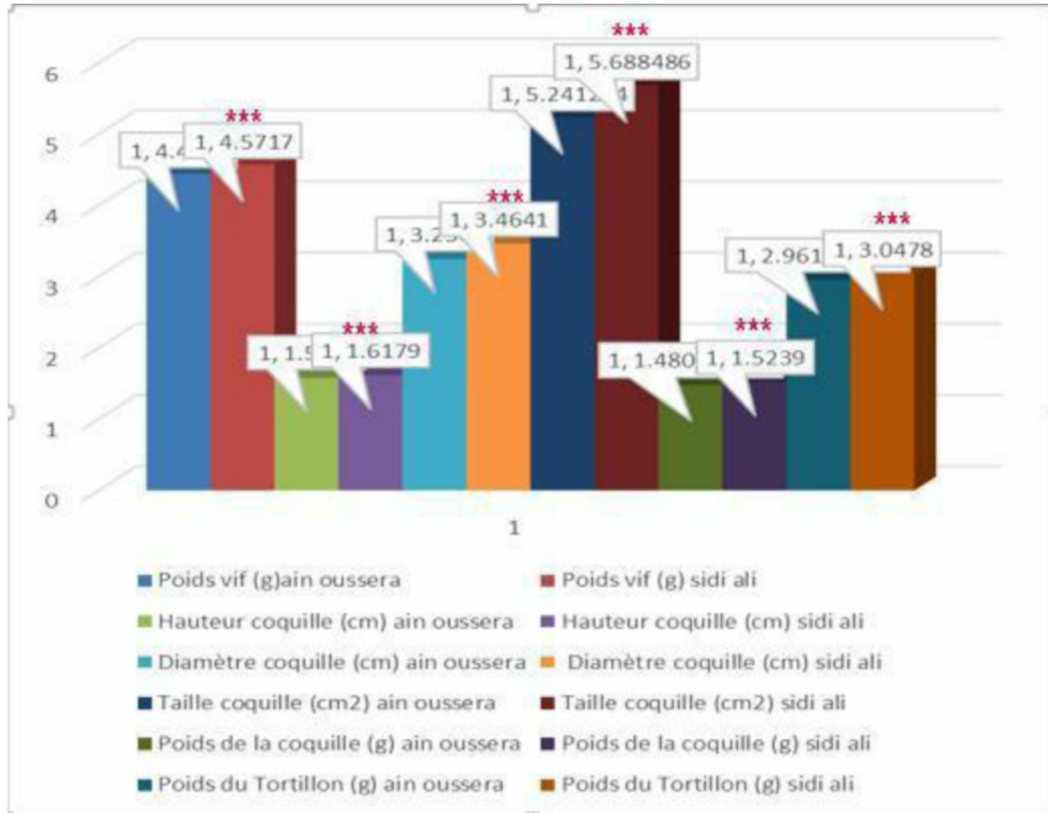


Figure 38:Données morpho métriques des spécimens d’escargots (n=100 pour chaque site)

Nous remarquons que les paramètres mesurés pour les échantillons du site Sidi Lakhdar sont nettement supérieurs à ceux de Ghilizane. De plus, nous constatons que les moyennes des diamètres, des hauteurs des coquilles, des tailles, des poids vifs, des masses viscérales et celles des poids des coquilles vides sont également supérieures chez les spécimens *H. aspersa aspersa* ramassés au niveau de la station de Sidi Lakhdar.

1.5 Comparaison des paramètres pondéraux entre les deux sites :

Le tableau 04 illustre les résultats de l’étude comparative des différents paramètres pondéraux des escargots des deux sites d’étude Ghilizane et Sidi Lakhdar. Les valeurs observées de t sont positives pour le Poids vif (g) et Poids de la coquille (g) et Poids du Tortillon (g), Hauteur coquille (cm), Diamètre coquille (cm) et Taille coquille (cm²).

Tableau 3: paramètres morpho-pondéraux (moyenne ± erreur-type) mesurés

Trait	Région		Valeur t	Sig (P)
	Ain Oussera (n=100)	Sidi Ali (n=100)		
Poids vif (g)	4,43±0,13	4,57±0,14	0,754	0,452
Poids de la coquille (g)	1,47±0,04	1,52±0,04	0,756	0,450
Poids du Tortillon (g)	2,95±0,08	3,04±0,09	0,750	0,454
Hauteur coquille (cm)	1,58±0,03	1,62±0,03	0,953	0,342
Diamètre coquille (cm)	3,25±0,05	3,46±0,03	3,354	P<0.001
Taille coquille (cm2)	5,23±0,15	5,70±0,15	2,07	0,04

Les données sur les paramètres de mensuration des escargots sont Présentées au tableau 03.

Le poids vif ne varient pas significativement Lorsque la valeur est égale à (0,452) il est le plus grand 0.05 et 0.01 et 0.001.

Par conséquent, nous constatons qu'il n'y a pas de différence entre les deux régions en termes de poids vif.

Poids de la coquille Il y a aussi ne varient pas significativement Lorsque la valeur est égale à (0.450)

La même chose avec Poids du Tortillon ne varient pas significativement Lorsque la valeur est égale à (0.454).

Hauteur coquille Il y a aussi ne varient pas significativement Lorsque la valeur est égale à (0.342).

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau. Il existe une différence très hautement significative ($p < 0,001$) entre les zones pour les caractères considérés, bien que les escargots de la région de sidi Lakhdar aient un diamètre de coquilles supérieures à celles de la zone de Ghilizane

Taille coquille Il existe une différence significative (0.04) Parce qu'il est moins 0.05.

1.6 Résultats de comparaison de climat entre deux sites :

Diagramme climatique pour chaque site dans les 30 jours et décrit à l'annexe Le climat (Sidi Lakhdar) est relativement doux et l'humidité atteint dans la mesure maximale de ses 67% et de niveau minimum 19%. En ce qui concerne la température au cours de cette période, la température moyenne à 14 C°, Le degré maximal de langue 27 C° et une langue de niveau minimum 12 C°.

Climat (Ghilizane) rigoureux est relativement froid, est relativement doux et l'humidité atteint dans la mesure maximale de ses 77% degrés et une langue de niveau minimum 38%.

En ce qui concerne la température au cours de cette période, la température moyenne à 11.4 C°,

Le degré maximal de langue 26 C° et de niveau minimum 10 C°.

1.7 Discussion :

L'abondance d'*Helix aspersa aspersa* est bien nette entre les deux sites Ain Oussera et Sidi Ali en faveur de ce dernier où la densité de population, nettement supérieure, caractérise une sur la présence la croissance de ce gastéropode.

Sur le plan biométrique, les résultats obtenus marquent une nette différence entre les mensurations morphométriques des échantillons d'escargots provenant des deux sites avec une croissance plus élevée chez les spécimens *H. aspersa aspersa* récolte Sidi Lakhdar.

De plus, le test t de student, appliqué aux valeurs des paramètres liés à la croissance d'*Helix aspersa aspersa*, montre que ces différences sont hautement significatives ($P < 0,001$) (Lucotte; 1974, Menasse 1986; Gerken et Mills 1993; Djouvinov et Mihailov, 2005).

Au vu des résultats auxquels nous avons abouti et aux différentes analyses biostatistiques réalisées, nous pouvons dire que la moyenne du site Sidi Lakhdar est élevée en avance de quelques Par rapport aux moyennes de site Ghilizane.

La différence est due entre les moyennes peut s'expliquer par les écarts entre la croissance des coquilles qui penche en faveur du site de Sidi Lakhdar dont les coquilles sont plus volumineuses. Le régime alimentaire et environnement (climat) explique ce développement des coquilles des escargots ramassés à Sidi Ali.

En ce qui concerne les résultats de la reproduction dans les deux endroits ont pas été atteints pour une raison inconnue reste. De même que nous n'avons pas vu la pollution.

Nous pouvons confirmer, à travers l'ensemble de nos résultats, que le gastéropode *Hélix aspersa aspersa* connaît une profusion, une croissance plus importants dans le site de Sidi Ali qu'au niveau de celui de Ghilizane où sa croissance et son abondance sont fortement compromises en raison de chaque site (Kul et Seker, 2004).

L'environnement climatique a aidé *Hélix aspersa aspersa* dans la croissance de la structure morphologique qui a été observée à travers le phénotype, qui est l'une des études de gènes les plus importants pour voir l'évolution de l'organisme Keita A, Etude morphologique et anatomique De Tunis, 1997.

Pour les corrélations vous avez tous les paramètres en corrélation entre eux.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude, ce travail a permis d'étudier L'impact du changement climatique sur la structure morphologique des escargots dans deux régions ghilizane entre Sidi lakhdar.

Afin d'évaluer nos résultats, nous avons obtenus les conclusions suivantes :

L'étude biométrique d'*Helix aspersa aspersa* fait ressortir une différence nette entre les résultats des mensurations des échantillons provenant des deux sites (ghilizane et de Sidi lakhdar) avec un avantage de croissance en faveur du site de Sidi lakhdar. Spécimens du site Sidi lakhdar. Il serait gageur de notre part d'affirmer que les perturbations survenues directement liées à facteurs intervenir tels que la variabilité les facteurs climatiques qui sont prépondérants. Il est fréquent d'observer des escargots de tailles et de formes semblables, mais différent par les caractéristiques de leurs coquilles. Leurs couleurs de même que les bandes qui les ornent peuvent présenter d'importantes variations.

On considère que le phénotype est en partie l'expression visible du génotype, définissant le patrimoine génétique de l'organisme composé de différents gènes héréditaires. Toutefois, le phénotype peut aussi être fortement influencé par l'environnement, l'alimentation peut aussi avoir d'importantes répercussions sur le phénotype.

Pour cela, le climat joue un rôle majeur en influençant la structure extérieure de l'animal, et il est considéré comme un facteur clé dans l'évolution de l'organisme.

La caractérisation phénotypique effectuée sur les escargots, outre le fait qu'elle procure une information nécessaire à une meilleure connaissance des impacts climatique dans les deux site . Ces résultats peuvent être intéressants pour les études dans les filières population. Des études complémentaires seraient nécessaires pour évaluer les performances d'autres génotypes de escargot (aliment, hygiène...).

REFERENCES

1. AUPINEL, P, Bonnet, J.C ,1996. Influence de la photopériode sur l'activité saisonnière de l'escargot Petit-gris (*Helix aspersa* Müller). Effet spécifique sur la croissance et la reproduction INRA. Prod. Anim, 9(1), Page 79-83.
2. BAILEY, S.E.R, 1981. Circannual and circadian rhythms in the snail *Helix aspersa* Müller and the photoperiod control of annual activity and reproduction. Journal of Comparative Physiology. 142, p 89-94.
3. CHEVALIER, IL, 1971. _ cycle biologique des grands Arion de France. Att. soc ital. nat, milano, 112(3) ; p316-312.
_1972. _Arionidae (mollusca, pulmonata) des alpes et du Jura français. Haliotis 2(1) ; p7-23
_1774 (non publié). _ les grands Arions de France (mollusca, pulmonata) taxonomie. Biogéographie écologie polymorphisme. Croissance et cycle biologique. Thèse d'Université. Université de Paris VI, p234, 126.
4. CHEVALLIER, H ,1992. L'élevage des escargots. Production et préparation du Petitgris. Edit, du point vétérinaire, maisons-Alfort, p144.
5. CHEVALLIER, H, 1980. L'escargot du genre *Helix* commercialisés en France, Haliotis. 10(1) : p11-23.
6. CHEVALLIER, H, 1982. Facteur de croissance chez les Gastéropodes Pulmonés Terrestres paléarctiques en élevage, Haliotis. p12, 29-46.
7. CHEVALIER, H, 1997. La variabilité de l'escargot Petit-gris *Helix aspersa* Müller, Bull, Mus,Nat.Hist. Nat 3°sér. 448, Zoologie 3 11 :p. 425-442.
8. CLAUDE AUBERT, 1995. Momento de l'éleveur d'escargots.
9. COWIE RM, 1984. The life-cycle and productivity of the land snail *Theba pisana*(Mollusca: Helicidae). J Anim Ecol53, p311-325.
10. CROWELL, H, H, 1973. _ Laboratory study of calcium requirements of the brown garden snail, *Helix aspersa* Müller. Proc. Malac. Soc. Lond , 40: p491-503.
11. CROOK SJ, 1980. Studies on the ecological genetics of *Helix aspersa*. Ph D Thesis, Univ of Dundee.p385.
12. DAGUZAN, J, 1981. Contribution à l'élevage de l'escargot petit-gris *Helix aspersa*

Müller. Reproduction et éclosion des jeunes en bâtiment et en conditions thermographiquement contrôlées. Ann Zootech 30, p24

1974(nonpublié). Les grands Arion de France (Mollusca, Pulmonata). Taxonomie. Biogéographie. Ecologie. Polymorphisme. Croissance et cycle biologique. Thèse d'Université, Université de Paris VI, 234p. , 126fig
410-416.

BAILEY, 1981 Circannual and circadian rhythms in the snail *Helix aspersa* Müller and the photoperiodic control of annual activity and reproduction. Journal of Comparative Physiology, 142: 89-94.

BENOIT FONTAINE 2010, « Les noms français des mollusques continentaux de France : processus d'établissement d'une liste de référence », La Terre et la Vie - Revue d'Ecologie, vol. 65, no 4, décembre 2010.

BOUCHET P (1989) A marginellid gastropod parasitizes sleeping fishes [archive]. Bulletin of marine science, 45(1), 76-84

BUGALLO SANCHEZ, 2006 Terrestrial snails as quantitative indicators of environmental pollution. Environmental Monitoring and Assessment, 25, pp. 65-84

Buron-Mousseau F., 2014. Accouplement de Petits-Gris. Dans Zoologie. Consulté en ligne le : 01 juin 2014 à l'url :

CAIN ,A.J.,1971. Undescribed polymorphisms in two British snails. J. Conch., London, 26(6): 1-8

CHARRIER, 1980 Influence of soil on the growth of the land snail *Helix aspersa*. An experimental study of the absorption route for the stimulating factors. Journal of Molluscan Studies, 55, pp. 1-8

CHEVALLIER H., 1977. La variabilité de l'escargot Petit-Gris (*Helix aspersa* Müller). Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, 3 ème série, n° 448, Zoologie, 311 p.

CHEVALLIER, 1974 Chevalier L., Le Coz-Bouhnik M. & Charrier M., 2003. Influence of inorganic compounds of food selection by the brown garden snail *Cornu aspersum* Müller (Gastropoda: Pulmonata). Malacologia, 45(1): 125-132. Références bibliographiques 99 [28]

CŒURDASSIER, M., SAINT-DENIS, M., GOMOT-DE VAUFLEURY, A., RIBERA, D., BADOT, P. M. (2001) The garden snail (*Helix aspersa aspersa*) as a bioindicator of

Organophosphorus exposure: effects of dimethoate on survival, growth and acetylcholinesterase activity. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20, pp. 1951-1957.

DALLINGER, R., BERGER, B., TRIEBSKORN, R., KÖHLER, H. (2001): Soil biology and ecotoxicology. In: *The Biology of terrestrial molluscs*. Chap. 9. Editor: G.M. Barker. Publisher : C.A.B. International. Wallingford, Royaume-Uni, pp. 331-355

Deschmidt, 2008. Les deux paires de tentacules d'un escargot. Dans Wikipédia. Consulté en ligne le : 03 juin 2014 à l'url : [es_vicinus_dart_lateral.jpg](#)

FLARI ET EDWARDS, 2003 Dose-dependent growth inhibition and bioaccumulation of hexavalent chromium in the land snail *Helix aspersa aspersa*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 19 (10), pp. 2571-2578

GICART I. 1994: *Agricontact 259*. 1994 Ir fermier». Gembloux Faculté universitaire 2471/2 R.W –1998.

A. MARY: Le label de qualité « Escargot des sciences agronomiques (convention N°

GOMOT-DE VAUFLEURY, A. (2001) Regulation of growth and reproduction. in *The Biology of terrestrial molluscs*, chap. 9. G.M. Barker. C.A.B. International. Wallingford, Royaume-Uni, p. 331-355.

GOMOT-DE VAUFLEURY, A. AND PIHAN, F. (2000) Growing snails used as sentinels to evaluate terrestrial environment contamination by trace elements. *Chemosphere*, 40, pp. 275-284

Grobe H., 2006. Escargot en hibernation avec son épiphragme. Dans Wikipédia. Consulté en ligne le : 01 juin 2014 à l'url :

http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89piphragme#mediaviewer/Fichier:Helix_pomatia_operculum_hg.jpg

HERZBERG & HERZBERG ,1960 Is the epithelial cadmium uptake from soil important in bioaccumulation and toxic effects for snails. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53, pp. 425-431

http://fr.wikipedia.org/wiki/Dard_d%27amour#mediaviewer/Fichier:Monachoid

http://fr.wikipedia.org/wiki/Escargot#mediaviewer/Fichier:Brazilian_Snail.jpg

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/12076/biologie-animale-fonctions-derelation>

Annexes

Tableau 4: Poids vifs et tailles des coquilles des escargots (Ain Oussera).

N° (cm)	PV (g)	[H] (cm)	[Ø] (cm)	T = [Ø x H] (cm ²)
01	6.01	1.68	3.20	5.37
02	5.27	1.50	3.49	5.23
03	6.43	1.78	3.79	6.74
04	4.36	1.27	2.98	3.78
05	6.54	1.91	4.25	8.11
06	5.37	1.66	3.11	5.16
07	6.60	2.00	3.64	7.28
08	6.72	1.98	3.45	6.83
09	4.14	1.88	2.87	5.39
10	3.36	1.67	2.16	3.60
11	2.98	1.54	2.34	3.60
12	3.01	1.56	2.38	3.71
13	3.43	1.61	2.47	3.97
14	4.62	1.91	3.21	6.13
15	6.72	2.22	3.84	8.52
16	5.20	1.81	3.30	5.97
17	4.38	1.79	3.24	5.79
18	2.80	1.51	2.49	3.75
19	3.99	1.68	3.33	5.59
20	4.11	1.49	3.20	4.76
21	3.66	1.69	2.99	5.05
22	5.02	1.67	3.32	5.54
23	6.40	1.77	3.42	6.05
24	2.87	1.38	2.01	2.77
25	1.98	1.04	1.94	2.01
26	5.45	1.78	3.34	5.94
27	4.76	1.66	3.38	5.61
28	6.21	1.79	3.44	6.15
29	3.75	1.48	2.84	4.20
30	3.82	1.67	3.12	5.21
31	4.35	1.69	3.37	5.69
32	6.62	1.95	3.56	6.94
33	2.53	1.17	2.20	2.57
34	3.12	1.43	2.94	4.20
35	4.85	1.56	3.47	5.41
36	5.12	1.60	3.59	5.74
37	4.32	1.67	3.32	5.54
38	4.05	1.55	3.28	5.08
39	5.68	1.71	3.63	6.20
40	3.74	1.66	3.24	5.37
41	3.18	1.52	3.19	4.84

42	6.20	1.81	3.94	7.13
43	5.52	1.74	3.62	6.29
44	6.01	1.76	3.67	6.45
45	4.86	1.53	3.58	5.47
46	3.77	1.49	3.18	4.73
47	2.00	1.28	1.94	2.48
48	6.32	1.79	3.76	6.73
49	4.27	1.58	3.36	5.30
50	5.64	1.81	3.53	6.38
51	3.13	1.37	3.09	4.23
52	3.68	1.39	3.16	4.39
53	4.37	1.46	3.23	4.71
54	6.92	2.07	4.14	8.56
55	5.75	1.78	3.49	6.21
56	2.81	1.09	2.64	2.87
57	3.47	1.27	3.20	4.06
58	4.18	1.41	3.22	4.54
59	2.46	1.01	2.45	2.47
60	3.79	1.43	3.14	4.49
61	1.97	0.98	2.26	2.21
62	4.82	1.57	3.50	5.49
63	4.76	1.54	3.46	5.32
64	3.89	1.45	3.41	4.94
65	4.00	1.37	3.39	4.64
66	4.19	1.47	3.48	5.11
67	3.86	1.42	3.37	4.78
68	6.01	1.86	3.58	6.66
69	6.14	1.89	3.52	6.65
70	5.36	1.72	3.47	5.96
71	4.56	1.56	3.64	5.67
72	1.78	0.87	2.21	1.92
73	2.86	1.13	2.72	3.07
74	3.19	1.36	3.38	4.59
75	5.27	1.79	3.62	6.47
76	6.38	2.06	4.21	8.67
77	4.55	1.48	3.54	5.23
78	4.73	1.56	3.68	5.74
79	3.20	1.39	3.40	4.72
80	2.46	1.04	2.51	2.61
81	5.35	1.82	3.70	6.73
82	4.12	1.46	3.38	4.93
83	3.44	1.39	3.47	4.82
84	5.38	1.76	3.65	6.42
85	5.17	1.66	3.58	5.94
86	2.63	1.18	2.87	3.38
87	3.22	1.31	3.46	4.53
88	3.46	1.42	3.39	4.81
89	4.14	1.50	3.42	5.13
90	6.43	2.11	4.17	8.79
91	2.08	1.18	2.00	2.36
92	1.73	1.12	1.89	2.11
93	6.82	2.19	4.26	9.32

94	5.3	1.78	3.68	6.55
95	4.63	1.64	3.47	5.69
96	4.82	1.70	3.61	6.13
97	5.01	1.69	3.57	6.03
98	4.23	1.55	3.46	5.36
99	5.22	1.68	3.60	6.04

Tableau 5: Poids vifs et tailles des coquilles des escargots (Sidi Ali).

N° (cm)	PV (g)	[H] (cm)	[Ø] (cm)	T = [Ø x H] (cm ²)
01	6.12	1.96	3.86	7.56
02	5.32	1.79	3.67	6.56
03	7.12	2.31	4.01	9.26
04	4.65	1.58	3.48	5.49
05	3.41	1.45	3.39	4.91
06	6.74	2.16	3.94	8.51
07	5.13	1.71	3.58	6.12
08	6.56	2.14	3.82	8.17
09	2.98	1.38	3.01	4.15
10	3.45	1.47	3.51	5.15
11	6.62	2.08	3.95	8.21
12	4.33	1.45	3.39	4.91
13	5.78	1.81	3.78	6.84
14	6.75	2.09	3.98	8.31
15	7.02	2.18	4.03	8.78
16	6.64	1.99	4.01	7.97
17	3.53	1.51	3.43	5.17
18	4.61	1.58	3.52	5.56
19	5.37	1.76	3.64	6.40
20	6.23	1.89	3.75	7.08
21	4.12	1.36	3.20	4.35
22	3.41	1.42	2.97	4.21
23	2.33	1.27	2.56	3.25
24	7.02	2.60	3.81	9.90
25	6.45	1.68	3.76	6.31
26	5.21	1.47	3.48	5.11
27	2.27	1.34	2.77	3.71
28	4.36	1.59	3.38	5.37
29	3.33	1.48	3.29	4.86
30	4.52	1.52	3.42	5.19
31	5.47	1.63	3.67	5.98
32	6.62	1.73	3.86	6.67
33	3.12	1.36	2.89	3.93
34	3.78	1.62	3.57	5.78
35	4.03	1.49	3.48	5.18
36	3.96	1.43	3.39	4.84
37	5.14	1.57	3.51	5.51
38	3.25	1.37	3.24	4.43
39	6.23	1.49	3.65	5.43
40	6.46	2.01	3.94	7.91
41	4.61	1.63	3.51	5.72
42	2.78	1.39	2.97	4.12

43	3.95	1.50	3.53	5.29
44	3.44	1.45	3.37	4.88
45	5.38	1.67	3.70	6.17
46	4.64	1.68	3.56	5.98
47	6.24	2.00	3.76	7.52
48	3.46	1.47	3.38	4.96
49	2.97	1.40	2.97	4.15
50	4.84	1.58	3.60	5.68
51	2.54	1.28	2.99	3.82
52	3.65	1.49	3.41	5.08
53	4.14	1.51	3.45	5.20
54	6.21	1.89	3.79	7.16
55	4.47	1.54	3.52	5.42
56	3.22	1.37	2.94	4.02
57	2.04	1.16	2.78	3.22
58	1.87	1.05	2.42	2.54
59	4.77	1.61	3.58	5.76
60	3.32	1.42	3.34	4.74
61	4.64	1.59	3.49	5.54
62	5.36	1.63	3.61	5.88
63	3.44	1.45	3.37	4.88
64	3.81	1.51	3.42	5.16
65	6.30	2.06	3.90	8.03
66	5.24	1.74	3.67	6.38
67	7.01	2.31	3.99	9.21
68	3.96	1.51	3.45	5.20
69	4.28	1.56	3.50	5.46
70	3.15	1.34	3.28	4.39
71	2.28	1.21	2.88	3.48
72	4.32	1.52	3.45	5.24
73	1.98	1.13	2.76	3.11
74	6.37	1.97	3.82	7.52
75	5.21	1.68	3.59	6.03
76	5.62	1.77	3.68	6.51
77	4.36	1.49	3.39	5.05
78	6.45	2.03	3.91	7.93
79	2.96	1.39	2.96	4.11
80	3.76	1.53	3.41	5.21
81	3.85	1.51	3.46	5.22
82	4.69	1.63	3.54	5.77
83	4.12	1.55	3.48	5.39
84	5.63	1.72	3.62	6.22
85	6.84	2.11	3.94	8.31
86	5.10	1.62	3.56	5.76
87	3.64	1.48	3.44	5.09
88	4.03	1.53	3.39	5.18
89	2.73	1.37	3.26	4.46
90	5.99	1.92	3.78	7.25
91	6.34	1.97	3.81	7.50
92	4.95	1.56	3.40	5.30
93	3.87	1.43	3.34	4.77
94	2.96	1.34	3.28	4.39

95	3.43	1.40	3.29	4.60
96	4.66	1.63	3.55	5.78
97	4.01	1.46	3.37	4.92
98	3.33	1.27	2.89	3.67
99	2.69	1.22	2.65	3.23
100	5.83	1.84	3.67	6.75

Significations des acronymes :

PV : Poids Vif d'escargot (exprimé en grammes).

PC : Poids de la Coquille d'escargot (exprimé en grammes). $PC = PV/3$ (la coquille représente le 1/3 du poids d'un escargot).

PT : Poids du Tortillon ou masse viscérale d'escargot. $PT = (PV \times 2)/3$ (exprimé en grammes)

Tableau 6: Poids des coquilles et des tortillons des escargots (Ain Oussera).

N°	PV (g)	PC (g)	PT (g)
01	6.01	2.00	4.00
02	5.27	1.75	3.51
03	6.43	2.14	4.28
04	4.36	1.45	2.90
05	6.54	2.18	4.36
06	5.37	1.79	3.58
07	6.60	2.20	4.40
08	6.72	2.24	4.48
09	4.14	1.38	2.76
10	3.36	1.12	2.24
11	2.98	0.99	1.98
12	3.01	1.00	2.00
13	3.43	1.14	2.28
14	4.62	1.54	3.08
15	6.72	2.24	4.48
16	5.20	1.73	3.46
17	4.38	1.46	2.92
18	2.80	0.93	1.86
19	3.99	1.33	2.66
20	4.11	1.37	2.74
21	3.66	1.22	2.44
22	5.02	1.67	3.34
23	6.40	2.13	4.26
24	2.87	0.95	1.91
25	1.98	0.66	1.32
26	5.45	1.81	3.63
27	4.76	1.58	3.17
28	6.21	2.07	4.14
29	3.75	1.25	2.50
30	3.82	1.27	2.54
31	4.35	1.45	2.90
32	6.62	2.20	4.41
33	2.53	0.84	1.68

34	3.12	1.04	2.08
35	4.85	1.61	3.23
36	5.12	1.70	3.41
37	4.32	1.44	2.88
38	4.05	1.35	2.70
39	5.68	1.89	3.78
40	3.74	1.24	2.49
41	3.18	1.06	2.12
42	6.20	2.06	4.13
43	5.52	1.84	3.68
44	6.01	2.00	4.00
45	4.86	1.62	3.24
46	3.77	1.25	2.51
47	2.00	0.66	1.33
48	6.32	2.10	4.21
49	4.27	1.42	2.84
50	5.64	1.88	3.76
51	3.13	1.04	2.08
52	3.68	1.22	2.45
53	4.37	1.45	2.91
54	6.92	2.30	4.61
55	5.75	1.91	3.83
56	2.81	0.93	1.87
57	3.47	1.15	2.31
58	4.18	1.39	2.78
59	2.46	0.82	1.64
60	3.79	1.26	2.52
61	1.97	0.65	1.31
62	4.82	1.60	3.21
63	4.76	1.58	3.17
64	3.89	1.29	2.59
65	4.00	1.33	2.66
66	4.19	1.39	2.79
67	3.86	1.28	2.57
68	6.01	2.00	4.00
69	6.14	2.04	4.09
70	5.36	1.78	3.57
71	4.56	1.52	3.04
72	1.78	0.59	1.18
73	2.86	0.95	1.90
74	3.19	1.06	2.12
75	5.27	1.75	3.51
76	6.38	2.12	4.25
77	4.55	1.51	3.03
78	4.73	1.57	3.15
79	3.20	1.06	2.13
80	2.46	0.82	1.64
81	5.35	1.78	3.56
82	4.12	1.37	2.74
83	3.44	1.14	2.29
84	5.38	1.79	3.58
85	5.17	1.72	3.44

86	2.63	0.87	1.75
87	3.22	1.07	2.14
88	3.46	1.15	2.30
89	4.14	1.38	2.76
90	6.43	2.14	4.28
91	2.08	0.69	1.38
92	1.73	0.57	1.15
93	6.82	2.27	4.54
94	5.30	1.76	3.53
95	4.63	1.54	3.08
96	4.82	1.60	3.21
97	5.01	1.67	3.34
98	4.23	1.41	2.82
99	5.22	1.74	3.48
100	4.36	1.45	2.90

Tableau 7: Poids des coquilles et des tortillons des escargots (Sidi Ali).

N°	PV (g)	PC (g)	PT (g)
01	6.12	2.04	4.08
02	5.32	1.77	3.54
03	7.12	2.37	4.74
04	4.65	1.55	3.10
05	3.41	1.13	2.27
06	6.74	2.24	4.49
07	5.13	1.71	3.42
08	6.56	2.18	4.37
09	2.98	0.99	1.98
10	3.45	1.15	2.30
11	6.62	2.20	4.41
12	4.33	1.44	2.88
13	5.78	1.92	3.85
14	6.75	2.25	4.50
15	7.02	2.34	4.68
16	6.64	2.21	4.42
17	3.53	1.17	2.35
18	4.61	1.53	3.07
19	5.37	1.79	3.58
20	6.23	2.07	4.15
21	4.12	1.37	2.74
22	3.41	1.13	2.27
23	2.33	0.77	1.55
24	7.02	2.34	4.68
25	6.45	2.15	4.30
26	5.21	1.73	3.47
27	2.27	0.75	1.51
28	4.36	1.45	2.90
29	3.33	1.11	2.22
30	4.52	1.50	3.01
31	5.47	1.82	3.64
32	6.62	2.20	4.41

33	3.12	1.04	2.08
34	3.78	1.26	2.52
35	4.03	1.34	2.68
36	3.96	1.32	2.64
37	5.14	1.71	3.42
38	3.25	1.08	2.16
39	6.23	2.07	4.15
40	6.46	2.15	4.30
41	4.61	1.53	3.07
42	2.78	0.92	1.85
43	3.95	1.31	2.63
44	3.44	1.14	2.29
45	5.38	1.79	3.58
46	4.64	1.54	3.09
47	6.24	2.08	4.16
48	3.46	1.15	2.30
49	2.97	0.99	1.98
50	4.84	1.61	3.22
51	2.54	0.84	1.69
52	3.65	1.21	2.43
53	4.14	1.38	2.76
54	6.21	2.07	4.14
55	4.47	1.49	2.98
56	3.22	1.07	2.14
57	2.04	0.68	1.36
58	1.87	0.62	1.24
59	4.77	1.59	3.18
60	3.32	1.10	2.20
61	4.64	1.54	3.09
62	5.36	1.78	3.57
63	3.44	1.14	2.29
64	3.81	1.27	2.54
65	6.30	2.10	4.20
66	5.24	1.74	3.49
67	7.01	2.33	4.60
68	3.96	1.32	2.64
69	4.28	1.42	2.85
70	3.15	1.05	2.10
71	2.28	0.76	1.52
72	4.32	1.44	2.88
73	1.98	0.66	1.32
74	6.37	2.12	4.24
75	5.21	1.73	3.47
76	5.62	1.87	3.74
77	4.36	1.45	2.90
78	6.45	2.15	4.30
79	2.96	0.98	1.97
80	3.76	1.25	2.50
81	3.85	1.28	2.56
82	4.69	1.56	3.12
83	4.12	1.37	2.74
84	5.63	1.87	3.75

85	6.84	2.28	4.56
86	5.10	1.70	3.40
87	3.64	1.21	2.42
88	4.03	1.34	2.68
89	2.73	0.91	1.82
90	5.99	1.99	3.99
91	6.34	2.11	4.22
92	4.95	1.65	3.30
93	3.87	1.29	2.58
94	2.96	0.98	1.97
95	3.43	1.14	2.28
96	4.66	1.55	3.10
97	4.01	1.33	2.67
98	3.33	1.11	2.22
99	2.69	0.89	1.79
100	5.83	1.94	3.88

Tableau 8:Corrélations de Pearson entre les paramètres mesurés chez les escargots de la région de Ain Oussera (n=100).

	PV	PC	PT	Haut C	Diam C	Taille C
PV	1	1,000***	1,000***	0,875***	0,833***	0,927***
PC		1	1,000***	0,876***	0,833***	0,928***
PT			1	0,875***	0,833***	0,928***
Haut C				1	0,712***	0,927***
Diam C					1	0,910***
Taille C						1

PV= poids vif ; PC= poids de la coquille ;

Tableau 9:corrélation de pearson entre les paramètres mesurés chez les escargots de la région de sidi Ali (n=100)

	PV	PC	PT	Haut C	Diam C	Taille C
PV	1	1,000***	1,000***	0,917***	0,918***	0,942***
PC		1	1,000***	0,917***	0,918***	0,942***
PT			1	0,916***	0,918***	0,942***
Haut C				1	0,868***	0,991***
Diam C					1	0,923***
Taille C						1

PV= poids vif ; PC= poids de la coquille ;

Tableau 10:Corrélations de Pearson entre les paramètres mesurés chez les escargots récoltés dans les deux régions (n=200).

	PV	PC	PT	Haut C	Diam C	Taille C
PV	1	1,000***	1,000***	0,897***	0,831***	0,930***
PC		1	1,000***	0,898***	0,831***	0,930***
PT			1	0,897***	0,831***	0,930***
Haut C				1	0,747***	0,956***

Diam C					1	0,897***
Taille C						1

PV= poids vif ; PC= poids de la coquille ;