



République Algérienne Démocratique et Populaire. Ministère de  
l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université d'Abou Bekr Belkaid Tlemcen

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

**Département : Biologie**

## **MEMOIRE**

Présenté par :

**HAMIDI Lamia Selsabil**

**RAYEH Amel**

En vue de l'obtention du

**Diplôme de Master Académique**

Spécialité : **Génétique.**

**Caractérisation morphométrique de l'escargot dans l'ouest  
algérien**

Soutenu le 24/09/2023, devant le jury composé de :

<b>Qualité</b>	<b>Nom</b>	<b>Grade</b>	<b>Université</b>
Président	Benhammadi Mohammed	MBA	Abou Bekr-Belkaid Tlemcen
Encadreur	GAOUAR S.B.S	Professeur	Abou Bekr Belkaid Tlemcen
Examineur	AZZI .N	M.A.A	Abou Bekr Belkaid Tlemcen

**Année universitaire 2022/2023**

## **Remerciement**

*Nos remerciements s'adressent tout d'abord à notre Dieu tout puissant pour toutes les grâces qu'Il nous a donné tout au long de notre parcours Sans ta miséricorde notre Seigneur, nous n'aurions jamais eu la force de poursuivre ce travail de recherche.*

*Mes remerciements particuliers s'adressent à notre professeur **GAOUAR Souheil Semir Bachir** professeur à l'université Abou Bekr Belkaid le responsable de notre spécialité « Génétique » pour sa disponibilité, sa patience et surtout ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter nos réflexions.*

*Nous tenons à remercier **Dr benhammadí Mohammed** pour l'honneur qu'il me fait de présider le jury. C'est avec un Grand plaisir que je vous remercie de vos nombreux conseils.*

*Nous adressons nos sincères remerciements plus particulièrement à madame **díh íbtissam** notre Co-encadreur pour son aide et sa soutien inconditionnel et son encouragement, elle a partagé ses connaissances et expériences dans ce milieu tout en nous accordons sa confiance.*

*Nous tenons à remercier **Dr LAbbaci madaní** pour son accueil, Conseils utiles, son aide et son patience durant toute la période du notre travail.*

*Nous tenons à remercier notre examinateur **DrAzzí Noureddíne** pour pris la peine d'examiner notre thèse. Nous aimerions également remercier le centre de **I2E** pour ses cours et ses conseils qui nous ont aidés à démarrer notre projet.*



## *Dédicace*

*En fin, on remercie nos parents pour leur soutien et leur patience avec nous pendant toutes nos années d'études*

*A nos chers parents, Quoi que nous ayons dit ou fait, nous ne saurions jamais à vous remercier comme il se doit. C'est grâce à vos encouragements, vos bienveillances et votre présence à nos côtés, que nous avons réussi cet honorable respectueux parcours. Nous souhaitons que vous soyez fière de nous, et que nous pourrions réaliser les espoirs que vous avez pour nous.*

*A nos chers frères, merci pour votre soutien moral, votre confiance et vos conseils précieux, qui nous ont aidés dans les moments difficiles.*

*Nous avons souhaitons le bonheur et la réussite dans vos vies ainsi qu'à toute notre famille et amis.*

*Nous tenons à remercier tous les éleveurs d'escargots qui nous ont aidés à obtenir les échantillons nécessaires à la réalisation de ce mémoire.*

**Liste des figures :**

<b>Figure 1</b> différentes espèces natales d'escargot de type îles et continue .....	<b>2</b>
<b>Figure 2</b> Subadulte (gauche) et adulte (droite) de <i>Cornu aspersum</i> .....	<b>5</b>
<b>Figure 3</b> distribution d'escargot dans le monde .....	<b>6</b>
<b>Figure 4</b> anatomie de l'escargot .....	<b>7</b>
<b>Figure 5</b> Descriptions d'une coquille d'escargot, espèce <i>Helix aspersa</i> .....	<b>8</b>
<b>Figure 6</b> les composants de la tête d'escargots.....	<b>9</b>
<b>Figure 7</b> le pied de l'escargot.....	<b>9</b>
<b>Figure 8</b> les tentacules d'un escargot <i>helix aspersa</i> .....	<b>10</b>
<b>Figure 9</b> La masse viscérale de l'escargot .....	<b>11</b>
<b>Figure 10</b> Analyse des composants de la bave d'escargot.....	<b>13</b>
<b>Figure 11</b> Accouplement d'escargot <i>Helix Aperta</i> .....	<b>18</b>
<b>Figure 12</b> Œufs escargots d' <i>Helix aspersa</i> .....	<b>19</b>
<b>Figure 13</b> Hibernation de <i>helix aperta</i> .....	<b>21</b>
<b>Figure 14</b> Exemples de photos de <i>Cepaea nemoralis</i> présentées par des citoyens scientifiques.....	<b>24</b>
<b>Figure 15</b> Carte géographique des zones dans lesquelles les échantillons ont été prélevés .....	<b>38</b>
<b>Figure 16</b> Graphique climatique – Tlemcen .....	<b>39</b>
<b>Figure 17</b> Graphique climatique – Oran.....	<b>39</b>
<b>Figure 18</b> Graphique climatique – Ain Témouchent .....	<b>40</b>
<b>Figure 19</b> Graphique climatique – Mascara.....	<b>40</b>

<b>Figure 20 wilaya de Tlemcen.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 21 Les mesures du corps d'escargot.....</b>	<b>43</b>
<b>Figure 22 Boîtes à moustaches des quatre variables étudiées.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 23 Graphique de la robustesse par rapport aux distances classiques pour l'ensemble des variables étudiés.....</b>	<b>49</b>
<b>Figure 24 Décomposition de l'inertie totale.....</b>	<b>50</b>
<b>Figure 25 Graphe des individus (ACP).....</b>	<b>51</b>
<b>Figure 26 Graphe des variables quantitatives (ACP).....</b>	<b>52</b>
<b>Figure 27 Arbre hiérarchique des individus sur le plan factoriel.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 28 Graphe des variables qualitatives (ACM).....</b>	<b>55</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> Position systématique selon (müller, 1774) .....	<b>3</b>
<b>Tableau 2</b> les paramètres étudiier .....	<b>42</b>
<b>Tableau 3</b> les moyennes, écart type, minimum, maximum et médiane des 4 caractères quantitatifs étudiés de population. ....	<b>46</b>
<b>Tableau 4</b> Pourcentage de la variance de chaque dimension. ....	<b>50</b>
<b>Tableau 5</b> Lien des variables étudiés avec la partition. ....	<b>54</b>
<b>Tableau 6</b> anova des caractères étudiés par les espèces.....	<b>55</b>
<b>Tableau 7</b> Test post hoc des différentes espèces et de toutes les mesures corporelles de la coquille. ....	<b>56</b>
<b>Tableau 8</b> ANOVA des caractères étudiés par les régions .....	<b>56</b>
<b>Tableau 9</b> l'ANOVA des régions par rapport à l'ensemble des caractères morphométrique quantitatifs mesurés de la coquille.....	<b>57</b>
<b>Tableau 10</b> Indice de diversité de Shannon et Weaver et de Pielo H de chaque caractère étudié.....	<b>58</b>

## Liste des abréviations

<b>%</b>	:	Pourcentage
<b>ADN</b>	:	Acide désoxyribonucléique
<b>ARN</b>	:	Acide ribonucléique
<b>C°</b>	:	Degré Celsius
<b>FAO</b>	:	Food and Agriculture Organism of the United Nation
<b>PCR</b>	:	Polymerase Chain Reaction
<b>RAPD</b>	:	Random Amplified Polymorphic DNA
<b>SNP</b>	:	Single-Nucleotide Polymorphism
<b>ACP</b>	:	Analyse en composantes principaux
<b>ACM</b>	:	Analyse des correspondances multiples
<b>ANOVA</b>	:	Analyse of Variance

## Sommaire :

<b>Remerciement</b> .....	<b>1</b>
<b>Dédicace</b> .....	<b>2</b>
<b>Liste des figures :</b> .....	<b>3</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>5</b>
<b>Liste des abreviations</b> .....	<b>6</b>
<b>Chapitre 01 : Généralités sur l’escargot</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Objectif :</b>	<b>2</b>
<b>1.2 La famille des escargots</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Quelques exemples d’animaux de la même famille</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Les principales espèces comestibles d’escargots</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Commercialisation de l’escargots</b> .....	<b>4</b>
<b>1.6 <i>Helix aspersa</i> ou <i>Cornu aspersum</i> (escargot petit-gris)</b> .....	<b>4</b>
<b>1.7 Distribution dans le monde</b> .....	<b>5</b>
<b>1.8 Répartition</b> .....	<b>6</b>
<b>Chapitre 02 : Anatomie de l’escargots</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Anatomie de l’escargots</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.1 La coquille :</b> .....	<b>7</b>

<b>2.1.2 La tête :</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1.3 Pied</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.4 Tentacules :</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1.5 La masse viscérale</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1.6 La bave d'escargots</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1.7 Déplacement</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2 Systeme d'élevage de l'escargot</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3 Facteur environnementale</b> .....	<b>14</b>
<b>2.3.1 La température</b> .....	<b>14</b>
<b>2.3.2 Humidité</b> .....	<b>14</b>
<b>2.3.3 Lumière</b> .....	<b>14</b>
<b>2.4 Nature du sol</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5 Rythme d'activite des escargots</b> .....	<b>15</b>
<b>2.5.1 Activité journalière</b> .....	<b>15</b>
<b>2.5.2 Activité saisonnière</b> .....	<b>15</b>
<b>2.6 Contraintes zootechniques</b> .....	<b>15</b>
<b>2.6.1 Maladies</b> .....	<b>15</b>
<b>2.6.2 Prédateur</b> .....	<b>16</b>
<b>2.6.3 Mode de vie</b> .....	<b>16</b>
<b>2.6.4 Régime alimentaire</b> .....	<b>17</b>
<b>2.7 La reproduction</b> .....	<b>17</b>
<b>2.8 L'accouplement</b> .....	<b>17</b>
<b>2.9 La ponte</b> .....	<b>18</b>

<b>2.10 Incubation .....</b>	<b>19</b>
<b>2.11 Hibernation .....</b>	<b>19</b>
<b>2.12 Consommation .....</b>	<b>21</b>
<b>2.13 Exportation .....</b>	<b>21</b>
<b>Chapitre 03 : Les ressources genetiques d'escargot.....</b>	<b>23</b>
<b>3. Les ressources genetiques d'escargot .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Génétique de coloration du corps .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.1 Le gène de la pigmentation .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.2 La génétique de la rotation de la coquille d'escargot.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.3 Amplitude et determinants de la dispersion .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 Migration.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3 Génétique et speciation des escargots.....</b>	<b>27</b>
<b>3.4 Principales methodes moleculaires pour la caracterisation .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4.1 Les microsattellites (polymorphisme de nombre d'unités de répétition) .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4.2 RAPD.....</b>	<b>29</b>
<b>3.5 Quelques methodes de caracterisation des animaux agricoles.....</b>	<b>30</b>
<b>Chapitre 04 : .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Conservation des espèces en voie d'extinction.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 L'interet thérapeutique des escargots .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3 Caractéristique de l'élevage et etat socio-economique de l'éleveur.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3.1 Caractéristiques du sol : .....</b>	<b>33</b>
<b>4.3.2 Préparation du site .....</b>	<b>34</b>

<b>4.4 Modes d'élevage des escargots .....</b>	<b>35</b>
<b>4.5 Les effets ecotoxiques d'escargots.....</b>	<b>36</b>
<b>4.6 L'escargot pour l'évaluation de la biodisponibilité toxicologique.....</b>	<b>36</b>
<b>matériel et méthode .....</b>	<b>37</b>
<b>1. Zones d'études .....</b>	<b>38</b>
<b>2.13 Présentation des zones .....</b>	<b>38</b>
<b>3. Etudes climatiques des zones d'étude.....</b>	<b>39</b>
<b>4. Morphométrie .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Les logiciels utilisés.....</b>	<b>43</b>
<b>5. Analyse statistique .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1 Statistiques descriptives .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1.1 Analyse multi-variée .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1.2 Analyse en composantes principales (acp) .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.3 Classification ascendante hiérarchique (cah) .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.4 Analyse de la variance anova .....</b>	<b>44</b>
<b>Resultats et discussion.....</b>	<b>45</b>
<b>1. Résultats des mesures morphométriques du corps de l'escargot .....</b>	<b>46</b>
<b>1.1 Analyse descriptive.....</b>	<b>46</b>
<b>1.2 Distance de Mahalanobis .....</b>	<b>47</b>
<b>2. Analyse en composante principale (acp) .....</b>	<b>49</b>
<b>2.1 Distribution de l'inertie .....</b>	<b>49</b>
<b>3. Classification ascendante hiérarchique.....</b>	<b>53</b>
<b>4. Analyse des correspondances multiples (ACM).....</b>	<b>54</b>

<b>5. ANOVA de la population étudiée par le caractère espèce.....</b>	<b>55</b>
<b>6. ANOVA de la population étudiée par le caractère région.....</b>	<b>56</b>
<b>7. L'indice de diversité de Shannon et Weaver .....</b>	<b>58</b>
<b>8. Conclusion.....</b>	<b>58</b>
<b>Business Model Canvas .....</b>	<b>65</b>
<b>Les références bibliographiques: .....</b>	<b>67</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>71</b>

## Synthèse bibliographiques

---

## Chapitre 01 : Généralités sur l'escargot

---

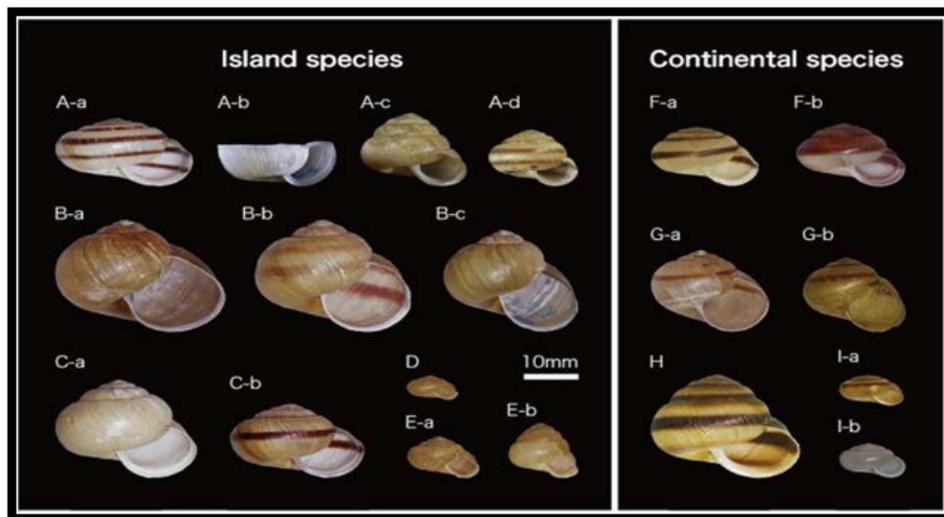
### 1. Introduction

La diversité biologique ou biodiversité est décrite comme «la variabilité des organismes vivants de toutes origines : terrestre, aquatique ou marine ». Cela comprend la diversité au sein des espèces (diversité génétique), entre les espèces (diversité des organismes) et des écosystèmes (diversité écologique) (FAO, 2015).

La biodiversité est la diversité de la vie au niveau génétique, des espèces et des écosystèmes. Elle est indispensable pour la sécurité alimentaire, le développement durable et la fourniture de nombreux services éco systémiques vitaux. Cependant, la dégradation de la biodiversité et sa capacité à fournir des services éco systémiques constituent une menace sérieuse pour la sécurité alimentaire et le bien-être humain (FAO, 2021).

Dès les temps préhistoriques, les humains ont consommé de la chair d'escargot. Cette chair est riche en protéines (12-16%), en fer (45-50 mg/kg) mais pauvre en lipides. Elle contient par ailleurs presque tous les acides aminés indispensables au corps humain. Une étude récente a également montré que les substances glandulaires présentes dans la chair d'escargot comestible provoquaient l'agglutination de certaines bactéries, phénomène pouvant permettre de combattre toute une variété de maladies, dont la coqueluche (cobbinah et al , 2008). Les escargots comestibles occupent aussi une place importante dans la médecine populaire. Au Ghana, on attribue une vertu spécifique au liquide bleuâtre restant dans la coquille une fois la chair extraite, celle de favoriser le développement du nourrisson. La forte teneur en fer de la chair fait partie des remèdes efficaces dans le traitement de l'anémie. Autrefois, on la recommandait pour combattre les ulcères et les asthmes (cobbinah et al , 2008).

Le comportement ne commence que lorsque l'humidité est élevée (80 – 85% pour l'escargot et 90 à 95 % pour la limace) (el-wakeil et sallam, 2014).



**Figure 1** différentes espèces natales d'escargot de type îles et continue (yuta morii et *al.*, 2016).

### Objectif :

L'objectif de ce travail est de faire la caractérisation morphométrique des variétés de l'escargot terrestre on Algérie, ceci par :

1. Le développement des processus d'élevage d'escargot (Héliciculture) en Algérie en raison de l'avantage financier de la chair et de l'œufs d'escargot.
2. L'exploitation de la bave d'escargots pour la production des produits cosmétiques.

### 1.2 La famille des escargots

Les gastéropodes (*Gastropoda*, du grec ancien gaster : « estomac » / « ventre », et pous : « pied ») sont une classe de mollusques caractérisés par la torsion de leur masse viscérale. Les escargots existent un peu partout dans le monde, la plupart sont terrestres. Ce sont les animaux les plus nombreux après les insectes. En climat tempéré (comme en europe) on trouve l'escargot de bourgogne (*Helix pomatia*), l'escargot des haies, l'escargot des jardins... En climat méditerranéen, on trouve notamment la cagouille rosée. L'escargot géant d'afrique est quant à elle une espèce tropicale (cédric et alain, 2014).

### 1.3 Quelques exemples d'animaux de la même famille

- **La limnée** : c'est un escargot d'eau douce qui broute des algues. Dans un aquarium, il mange celles qui se déposent sur les parois. Il est souvent appelé escargot nettoyeur.
- **L'achatine** : vit en Afrique. Il peut mesurer entre 20 et 25 cm.
- **La limace** : nom usuel (nom vernaculaire) donné à un gastéropode sans coquille externe apparente. Certains sont phytophages (herbivores) et d'autres sont Carnivores.

- **Le bigorneau** : C'est le plus consommé des gastéropodes marins à coquille spiralée. Dans le sens le plus général (par extension et par confusion), on appelle familièrement « bigorneaux » divers petits gastéropodes marins, en particulier ceux de l'estran, s'ils disposent d'une coquille spiralée et bombée (cédric et alain, 2014).

**Tableau 1 Position systématique selon (müller, 1774)**

Domaine :	Eucaryotes
Sous-règne :	Eumetazoa
Classe :	Gastéropodes
Ordre :	Pulmonata
Super-famille :	helicoidea
Famille :	Helicidae
Sous-famille :	Helicinae
Nom d'espèce :	<i>C. aspersum</i>
Nom binomial :	<i>helix aspersa</i>

La famille des *Helicidae* à laquelle appartiennent les escargots du genre *Hélix aspersa* (Petit-gris), *pomatia* (Bourgogne), *lucorum* (Turc).

La famille des *Achatinidae* dont l'espèce la plus connue est *Achatina fulica*. Ce sont des animaux de grande taille à coquille allongée et conique que l'on rencontre sur les continents asiatique et africain ainsi qu'en Océanie (bonnet et al , 1990).

#### 1.4 Les principales espèces comestibles d'escargots

Selon (APIA, 2004), chaque espèce correspond une dénomination légale de vente :

- « Escargots de Bourgogne » pour l'espèce *Helix pomatia*.
- « Escargots Petit-Gris » pour l'espèce *Helix aspersa aspersa*.
- « Escargots Gros-Gris » pour l'espèce *Helix aspersa maxima*.
- « Escargots » pour les autres espèces du genre *Helix*.
- « Achatines » pour l'espèce *Achatina fulica* (qui n'est pas un escargot).

D'autres espèces, plus petites, sont consommées en France et dans les pays méditerranéens, mais sans donner lieu à des transactions commerciales importantes. Il s'agit de :

- Mourguettes (*Eobania vermiculata*)

- Escargots des jardins ou Demoiselles (*Cepaea nemoralis* et *C. hortensis*)
- Escargot des dunes (*Euparypha pisana*)
- Escargot Turc (*Helix lucorum*)
- Escargot Terrassier (*Helix melanostoma*)
- Escargot Naticoïde ou tapado ou Attupatelli (*Helix Aperta*) dit en Tunisie escargot operculé.

### 1.5 Commercialisation de l'escargots

Dans le marché international des escargots la demande dépasse largement l'offre.

La consommation mondiale de 2014 a été estimée à 450,000 tonnes. Parmi cette somme :

Seuls 67,500 tonnes (15%) provenaient de l'élevage. Les autres 382,500 tonnes (parmi les biens de commercialisation) proviennent du ramassage d'escargots en pleine nature dans plusieurs pays à l'économie pauvre où cette activité connaît un franc succès. <https://snailbreeding.fr/le-commerce-des-escargots/>.

La circulation mondiale d'escargots avait atteint les 12 milliards en 2014. En 2010 on avait manqué de 10,000 tonnes d'escargots en France. D'après les informations ci-dessus, même dans les 10 prochaines années on ne pourra pas répondre à ce besoin <https://snailbreeding.fr/le-commerce-des-escargots/>.

La consommation issue de l'achat d'escargots atteint aujourd'hui les 10 millions de dollars.

L'Asie de l'est, avec le Japon en tête, les Etats-Unis, les pays Arabes et la Russie s'adressent de plus en plus à ce produit, soit parce qu'il fait partie de la cuisine italienne et méditerranéenne, soit parce qu'ils suivent les tendances de consommation. Parmi les 420.000 tonnes de produit vivant, les secteurs du commerce sont subdivisés ainsi : Environ 124.000 (29,52%) tonnes de produit frais qui a été vendu, environ 197.000 (47,02%) tonnes de produit congelé et environ 98.800 (23,46%) tonnes de produit en conserve. <https://snailbreeding.fr/le-commerce-des-escargots/>.

### 1.6 *Helix aspersa* ou *Cornu aspersum* (Escargot petit-gris)

Les petits-gris sont des escargots à la coquille globuleuse, atteignant 25-40 mm à maturité, selon les régions et les conditions environnementales (**chevallier, 1977**) ; (**kerney et cameron, 1999**) ; (**welter schultes, 2012**) , Le corps est de couleur grise plus ou moins foncée, et la coquille généralement brun-roux à rayures sombres interrompues (de nombreuses variations ont été décrites) (**chevallier, 1977**). Les coquilles des individus adultes ont 4.5 à 5 tours de spire et

présentent un péristome (le rebord de l'ouverture de la coquille) réfléchi, on parle de « bordaison ».



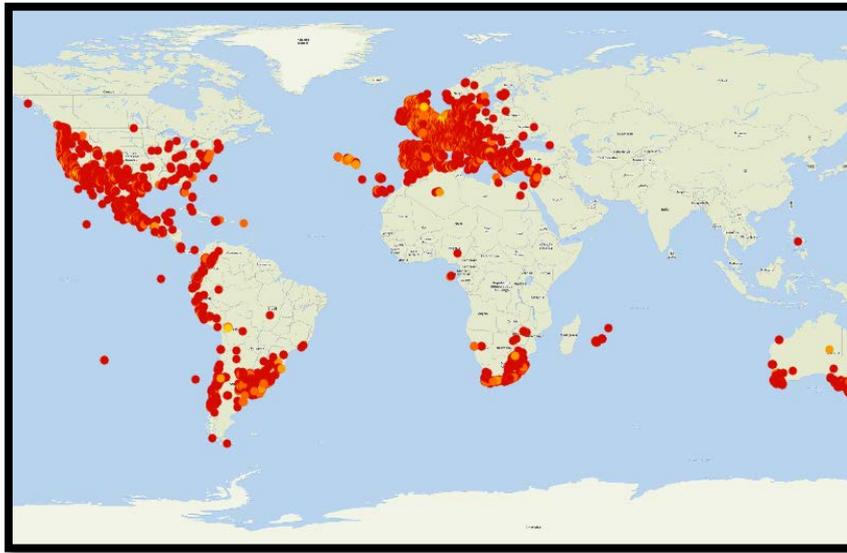
**Figure 2 Subadulte (gauche) et adulte (droite) de *Cornu aspersum*. (dahirel, 2014)**

L'escargot Petit-Gris étant une espèce facilement acclimatable, de telles sous-espèces, si elles existaient, risquent d'être de nos jours difficilement mises en évidence et délimitées géographiquement, étant donné leurs possibilités de métissage sur place avec des animaux d'introduction ou leur acclimatation hors de leur aire d'origine ( **chevallier, 1977**).

### **1.7 Distribution dans le monde**

- Afrique : Algérie et Afrique du Sud
- Asie : Türkiye, rives de la Mer noire
- Pacifique : Australie (Queensland, Tasmanie), Nouvelle-Zélande
- Europe : Grande-Bretagne (principalement les régions du sud et côtières), Belgique, France, Allemagne, Grèce, Irlande, Italie, Portugal, Espagne
- Îles : Îles Canaries, Haïti.
- Amérique du Nord : Mexique, États-Unis (Arizona, Californie, Hawaii, Idaho, Louisiane, Nouveau-Mexique, Nevada, Oregon, Texas, Utah, Washington)
- Amérique du Sud : Argentine, Chili. <https://inspection.canada.ca/protection-des-vegetaux/especes-envahissantes/nematodes-escargots-et-autres/escargot-petit-gris/fiche-de-renseignements/fra/1326334238293/1326341285764> .

## 1.8 Répartition



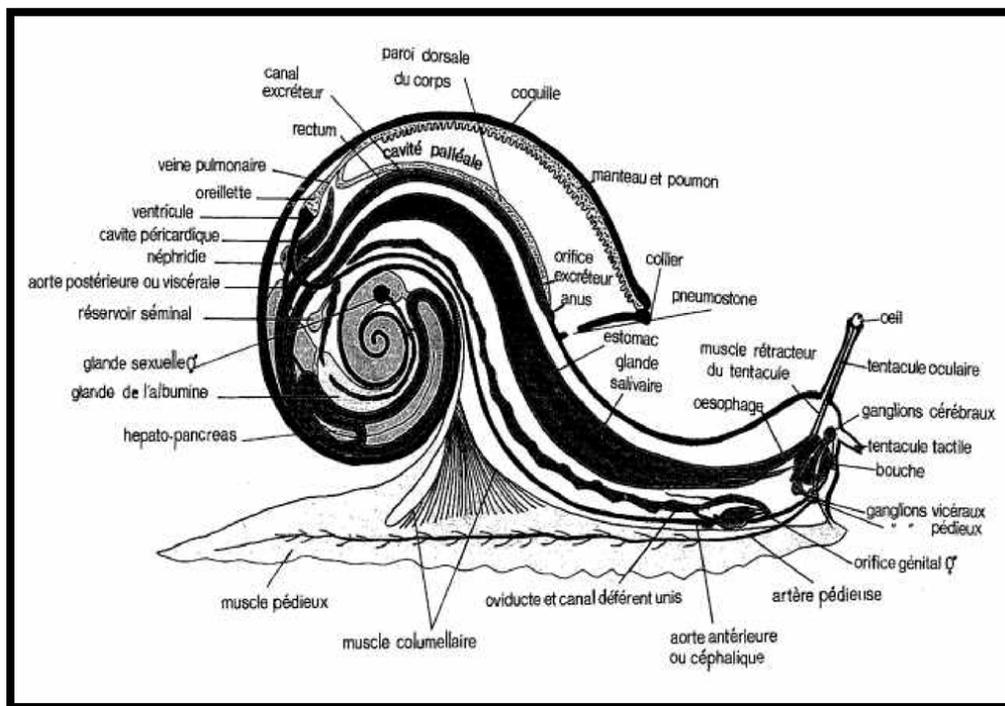
**Figure 3 distribution d'escargot dans le monde ( <https://inpn.mnhn.fr> )**

L'Escargot Petit-Gris, *Hélix aspersa*, est un Pulmoné terrestre paléarctique vivant dans la région méditerranéenne et dans la région atlantique européenne. Sa répartition géographique est la suivante. Pour la région méditerranéenne : Afrique du Nord (à l'exception des zones présahariennes), sud et est de L'Espagne, îles Baléares, Sardaigne, Corse, Sicile, Roussillon, Languedoc, Provence, Italie (sauf la zone alpine et subalpine), le nord-ouest de la Yougoslavie, la Grèce et l'Archipel, l'Anatolie occidentale, Chypre, la côte méditerranéenne du Proche-Orient, de l'Egypte et de la Lybie. Pour la région européenne atlantique : l'Espagne et le Portugal atlantiques, la vallée de la Garonne et les pays su pyrénéens, les régions océaniques de la France, de la Belgique et des Pays-Bas, la Grande Bretagne (sauf le nord de l'Ecosse), l'Irlande. Dans le Centre et l'Est de la France et dans l'Europe moyenne l'Escargot Petit-Gris a été introduit dans des zones urbaines ou suburbaines. L'espèce, suffisamment ubiquiste, est, en effet, facilement acclimatable dans des régions à climat de type méditerranéen, tempéré océanique, tempéré semi-continental et même tropical (chevallier,1979) .

## 2.1 Anatomie de l'escargots

L'escargot possède une coquille pouvant contenir tout le corps de l'animal. Lorsque c'est en extension, seul le pied apparaît, la masse viscérale étant retenue dans la coque par le muscle **(bonnet *et al*, 1990)**.

La tête possède une paire de grands tentacules "oculaires" et une paire de tentacules courts "tactiles et gustatifs" sous laquelle s'ouvre l'orifice buccal. L'orifice génital est situé à la base de la tête, juste en arrière de l'implantation du grand tentacule droit **(stiévenart et hardouin, 1990)**.



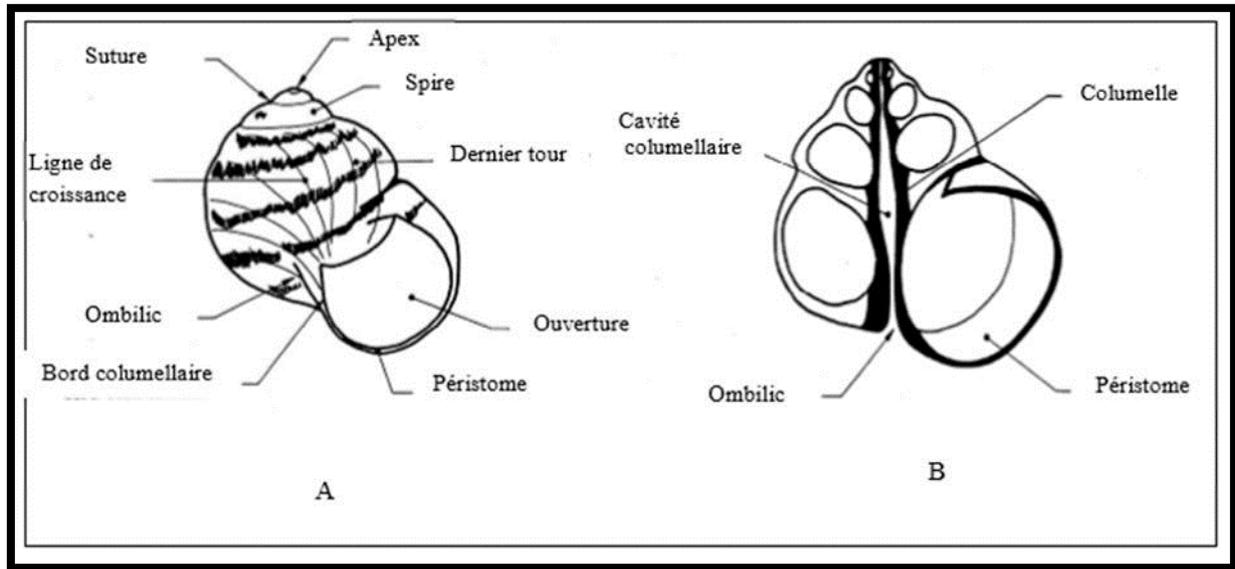
**Figure 4 anatomie de l'escargot (cazin, 2014).**

### 2.1.1 La coquille :

La coquille est constituée de cristaux de calcite et d'aragonite synthétisés à partir de carbonate de calcium présent dans l'environnement (90 %) et de protéines sécrétées par le manteau (10 %) **(cédric et alain, 2014)**.

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 (APIA, 2004).

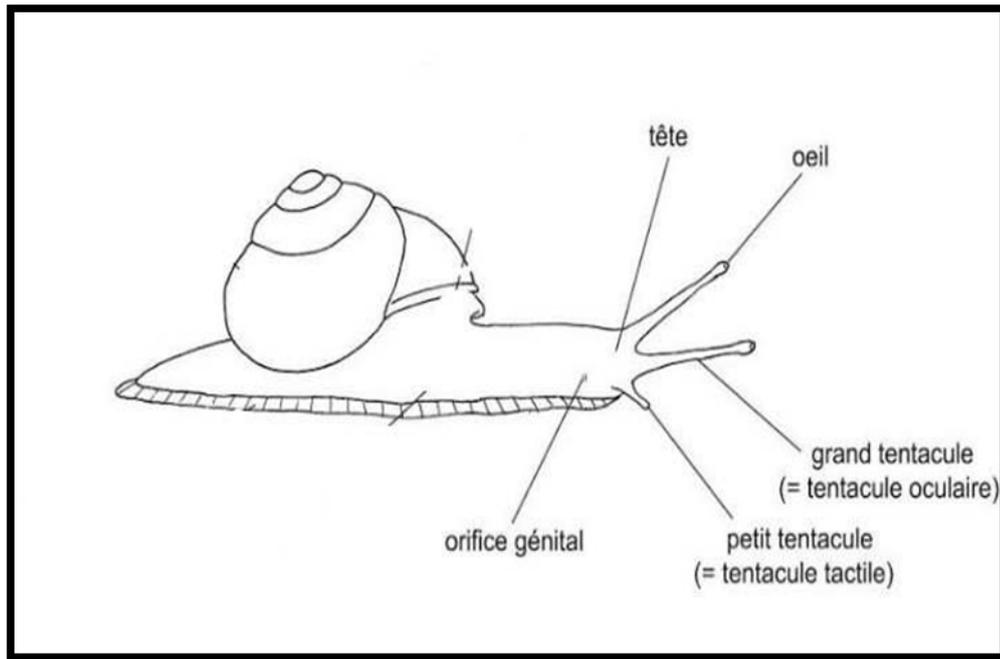


**Figure 5 Descriptions d'une coquille d'escargot, espèce *Helix aspersa* (kerney et cameron, 2006) ; (bouaziz-yahiaten, 2017).**

### 2.1.2 La tête :

La tête dans la partie antérieure du pied est surmontée, par deux grands tentacules oculaires, la vision de l'escargot est cependant très réduite, il ne perçoit pas les objectifs au-delà d'un demi-centimètre en dessous, se trouvent deux paires de tentacules dits tactiles car ils permettent à l'escargot de toucher le sol et les aliments. La bouche, située à l'extrémité basse de la tête, est munie d'une mâchoire cornée et d'une langue appelée radula, garnie de milliards de dents microscopiques. (bryan, 2014).

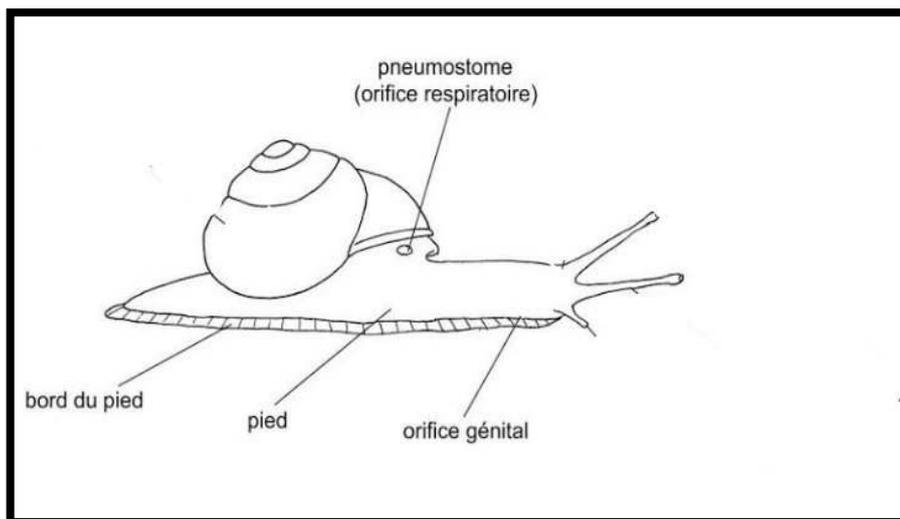
L'escargot déchire les aliments végétaux entre sa mâchoire et sa radula, la quelle joue ainsi le rôle de mâchoire inférieure, puis les dents de la radula braient les aliments dans un mouvement de va et vient contre la mâchoire cornée (bryan, 2014).



**Figure 6 les composants de la tête d'escargots (<https://cdn0.projetecolo.com/fr/posts/9/1/9/anatomie/>).**

### 2.1.3 Pied :

C'est l'organe utilisé par les animaux pour se déplacer, et Il y a une ride sur le haut du corps. Il est constitué de muscles dont les mouvements "fluctuants" peuvent être observés à travers la fenêtre à travers laquelle l'animal se déplace. Pendant le mouvement, le mucus lubrifie les pieds, laissant des marques caractéristiques (**kerney et cameron, 2006**).



**Figure 7 le pied de l'escargot (<https://cdn0.projetecolo.com/fr/posts/9/1/9/anatomie/>)**

#### 2.1.4 Tentacules :

Les gastéropodes sont des mollusques qui possèdent généralement deux à quatre tentacules sensoriels, creux et rétractiles. Les tentacules antérieurs, également appelées tentacules oculaires, sont petites et renflées en bouton à leur extrémité. Elles jouent un rôle tactile en permettant au gastéropode de détecter son environnement. Les tentacules postérieurs, quant à elles, sont les plus grandes et sont également renflées à leur sommet. Ces tentacules portent à leur extrémité un œil, appelé ocelle, qui est logé du côté externe du tentacule. L'ocelle permet au gastéropode de percevoir la lumière et les formes dans son environnement. De plus, les tentacules postérieurs comportent également un organe olfactif qui aide le gastéropode à détecter les odeurs et les substances chimiques dans son environnement (**boue et chaton, 1971**).



**Figure 8** les tentacules d'un escargot *helix aspersa* (bouslene et arsouli , 2019).

### 2.1.5 La masse viscérale

La masse viscérale contient les organes de respiration, de circulation, de digestion et de reproduction. Elle est totalement enfermée dans la coquille pour protéger ces organes vitaux de tout dommage (murphy, 2001) .

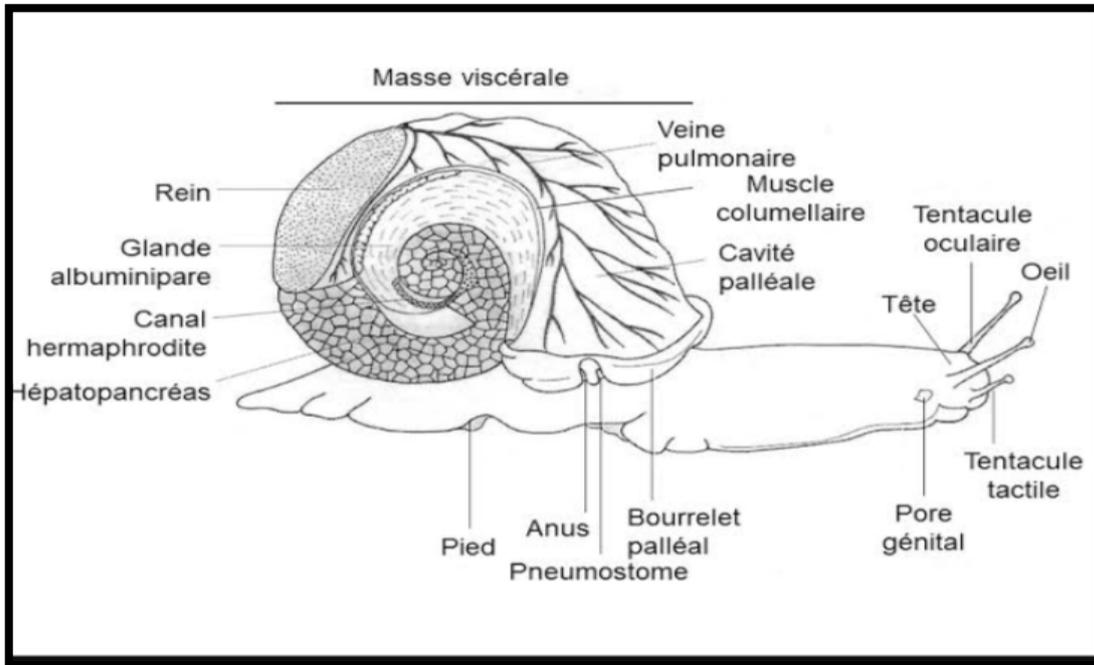


Figure 9 La masse viscérale de l'escargot (<https://www.mojeoznamko.sk/escargot-systeme-nerveux-k.html>)

### 2.1.6 la bave d'escargots

Le pied des gastéropodes est en effet recouvert d'une fine couche de mucus qui remplit plusieurs fonctions importantes pour ces organismes. Le mucus est sécrété par des glandes spéciales situées dans le pied et se présente sous la forme d'une décharge pédique, également appelée "bave" ou "gel". La composition précise du mucus peut varier légèrement d'une espèce à l'autre, mais elle est généralement composée d'environ 91 à 98% d'eau en poids, avec une petite quantité de glycoprotéines de haut poids moléculaire (Denny, 1984).

Dans le cas de *Helix aspersa*, une espèce de gastéropode communément appelée escargot de jardin, il existe deux types de mucus distincts : le mucus traîné et le mucus adhésif. Ces deux types de mucus sont produits par différentes glandes et ont des compositions protéiques différentes.

Le mucus traîné est produit par les glandes situées dans la région ventrale de la plante du pied de l'escargot. Ce mucus est principalement responsable de la locomotion de l'animal. Il contient une faible quantité de protéines, ce qui signifie que sa composition protéique est relativement limitée.

D'autre part, le mucus adhésif est produit par les glandes présentes dans la partie dorsale et l'épithélium du pied latéral de l'escargot. Ce mucus est utilisé par l'escargot pour se fixer au substrat, formant ainsi une sorte de couche protectrice appelée épiphragme. Dans le mucus adhésif, des bandes de protéines spécifiques ont été identifiées. Ces bandes sont généralement de trois tailles différentes : 82, 97 et 175 kda (kilo-daltons). Les protéines présentes dans le mucus adhésif sont probablement responsables de l'adhérence et de la solidité de l'épiphragme, permettant à l'escargot de rester fixé au substrat.

Il est important de noter que ces informations spécifiques sur la composition protéique du mucus chez *Helix aspersa* sont basées sur des études scientifiques et peuvent varier légèrement en fonction des individus et des conditions environnementales (**pawlicki et al , 2004**).

Il a été observé que la nature de la stimulation subie par l'escargot *Helix aspersa* influence le type de sécrétion qu'il libère. Dans des conditions normales ou en réponse à une stimulation lumineuse, l'escargot produit une sécrétion visqueuse et collante. Cependant, lorsque l'escargot est soumis à une stimulation continue ou violente, il libère une sécrétion mousseuse et claire (**campion, 1961**).

Il est postulé que l'une des raisons pour lesquelles les cellules glandulaires de l'escargot libèrent cette sécrétion est liée aux changements de pression constants qui se produisent dans son système circulatoire. Ces changements de pression sont dus aux mouvements propres de l'escargot, qui compriment les corps cellulaires glandulaires. En réponse à cette compression, les cellules glandulaires libèrent la sécrétion.

Il convient de noter que ces observations spécifiques sur la réponse de l'escargot *Helix aspersa* à différentes stimulations et les mécanismes exacts de libération de la sécrétion sont basés sur des études antérieures. Cependant, il est important de souligner que la compréhension complète de ces processus peut nécessiter des recherches plus approfondies, car la biologie des gastéropodes et de leurs sécrétions est un domaine complexe et diversifié (**campion,1961**).

Paramètre	Technique	Méthode	Résultat	Unité
Acide glycolique	HPLC-UV	IOP-PCH-75	<0.12	mg/g
Allantoïne	HPLC-UV	IOP-PCH-24	<0.010	mg/g
Beta-carotène	HPLC-UV	IOP-PCH-42	<0.005	mg/g
Collagène	Spectrophotométrie	NF V04-415	<0.10	mg/g
Vitamine A (Rétinol)	HPLC-UV	IOP-PCH-14	<1.5	µg/g
Vitamine B1 (Thiamine)	HPLC-FI/ID	IOP-PCH-16	<0.002	mg/g
Vitamine D2 (Riboflavine)	HPLC-UV	IOP-PCI-34	<0.020	mg/g
Vitamine B3 (Nicotinamide)	HPLC-UV	IOP-PCH-34	<0.003	mg/g
Vitamine B5 (Acide pantothénique)	HPLC-UV	IOP-PCH-34	<0.004	mg/g
Vitamine B6 (Pyridoxine)	HPLC-UV	IOP-PCI-34	<0.002	mg/g
Vitamine B8 (Biotine)	HPLC-UV	IOP-PCH-34	<20.0	µg/g
Vitamine B9 (Acide folique)	HPLC-UV	IOP-PCH-37	<3.00	µg/g
Vitamine C (Acide ascorbique)	HPLC-UV	IOP-PCI-35	<0.003	mg/g
Vitamine D3 (Cholécalciférol)	HPLC-UV	IOP-PCH-22	<0.08	µg/g
Vitamine E (Tocophérol)	HPLC-FI/ID	IOP-PCH-18	<0.005	mg/g

**Figure 10** Analyse des composants de la bave d'escargot (vanden haute et al , 2019).

### 2.1.7 Déplacement

Les pattes d'*helix aspersa* sont les organes qui soutiennent le corps et permettent à l'escargot d'avancer en rampant. Sa partie inférieure contient des glandes qui sécrètent constamment du mucus, formant une traînée brillante distincte derrière elle. Cependant, différents types de mucus sont sécrétés par leurs glandes muqueuses. Il est à noter que ce produit synthétique contient une variété de composés qui lui permettent de se déplacer facilement, qu'il soit glissant sur des obstacles ou debout verticalement sur un mur, mais entre autres il est utilisé en pharmacologie, cosmétique et certains Compléments alimentaires et traitement des maladies de la prostate (toja , 2011).

### 2.2 Système d'élevage de l'escargot

Le type et dimensions du/des escargotières dépendent évidemment du Système d'élevage que l'on choisit et de la quantité d'escargots que L'on veut produire. En ce qui concerne l'habitat, l'élevage peut être de type extensif, Semi-intensif ou intensif. Ces trois modes vont croissant en termes de complexité, gestion et apports financiers. Il convient de les envisager à tour de rôle :

- ❖ **Le système extensif** : à l'extérieur, enclos de pâturage pour escargots.
- ❖ **Système mixte ou semi-intensif** : La ponte et l'éclosion ont lieu dans un environnement contrôlé ; les jeunes escargots sont transportés après 6-8 semaines dans des enclos extérieurs pour qu'ils croissent ou engraisser, ou les deux.

❖ **Intensif en système clos** : tunnels en plastique, serres ou bâtiments climatisés. (**cobinah et al , 2008**) .

## **2.3 Facteur environnementale**

### **2.3.1 La température**

Les escargots ont le sang-froid, ils préfèrent aussi température modérée et humidité élevée. En Afrique de l'Ouest, températures dans les zones où vivent la plupart des espèces symbiotiques, les mestibles sont relativement stables. Fluctuation des termes Cependant, l'humidité de l'air est assez élevée, ce qui peut avoir un effet Accord important sur les espèces d'escargots terrestres géants, nous Parlons du livret. Au fur et à mesure qu'ils évoluaient dans leur milieu naturelle, escargots dormants pendant la saison sèche (**cobbinah et al , 2008**).

### **2.3.2 Humidité**

L'humidité de l'air ne doit pas être proche de la saturation car il favorise la croissance des bactéries et des champignons nuisibles. Dans un environnement extérieur, des facteurs clairement hors de contrôle facteurs climatiques. Cependant, l'ampleur du changement de température dans les zones où subsistent des forêts, l'effacement et l'humidité sont réduits. Presque intact, dans une zone à végétation dense. Nous aimons Ce type de site qui dégage des prairies ou des terres cultivées. Bien sûr, l'environnement pour élever des escargots est correcte entièrement clos, toutes ses caractéristiques sont maîtrisées. Mais cela a un prix. La rentabilité des investissements dépendra des ressources financières des agriculteurs, coût de production local au kilogramme et de comment la viande est produite et vendue (**cobbinah et al , 2008**).

### **2.3.3 Lumière**

L'éclairage affecte le comportement des escargots avec la saison de l'année, c'est donc un facteur important qui doit également être contrôlé. Des années d'observation et de recherche par des professeurs et des zoologistes renommés ont déterminé les conditions d'éclairage ainsi que les niveaux de température et d'humidité pour le processus d'élevage (**murphy, 2001**).

## **2.4 Nature du sol**

Le sol est une donnée essentielle de l'habitat des escargots. Sa teneur en eau et sa texture sont des critères très importants. La coquille d'escargot est principalement constituée de calcium dérivé du sol. C'est surtout dans le sol que les escargots trouvent l'eau dont ils ont besoin. Ils creusent le sol pour y déposer leurs œufs et pour se reposer pendant la saison sèche (**cobbinah et al , 2008**).

La nature du sol est également un facteur important ; beaucoup d'espèces ont une préférence marquée pour les sols riches en calcium (**kerney et camron, 2006**).

Il est essentiel que le sol soit léger et qu'il y a une forte teneur en calcium et en eau (**cobbinah et al , 2008**).

Les sols acides son mauvais pour les escargots car leur acidité pourrait interférer avec la croissance de la coquille. Les animaux vivant sur des sols acides ont Une coquille plus fine et plus fragile mais la taille n'est généralement pas affectée (**kerney et camron, 2006**).

Les sols riches en matières organiques sont bénéfiques à la croissance et au développement des escargots (**cobbinah et al , 2008**). L'absence de coquille chez les limaces est compensée par leur aptitude à s'enfoncer profondément dans le sol jusqu'à 1 m et plus (**kerney et camron, 2006**).

## **2.5 Rythme d'activité des escargots**

### **2.5.1 Activité journalière**

Cette activité peut être inhibée par les conditions d'humidité et conditions thermiques défavorables (**douafer, 2015**). Dans des conditions optimales (température et hygromètre), l'escargot sort de sa coquille et devient actif du début de soirée jusqu'au Lever du soleil (**djadouri et ben dahra, 2014**). Il a profité de la fraîcheur de la nuit pour chercher de l'alimentation (**labra, 2014**). Durant cette phase, les périodes d'inactivité associées à des périodes inférieures à 18 heures l'escargot est au repos avec peu d'activité locomotrice, sexuelle ou nutritionnelle (**smida et toualbia, 2016**).

### **2.5.2 Activité saisonnière**

Chaque espèce exige pour sa croissance et sa reproduction, un ensemble de conditions écologiques environnementales, soumises aux variations saisonnières. Les escargots harmonisent leurs rythmes biologiques sur le rythme des saisons, ils se règlent sur élément de l'environnement, en l'occurrence la longueur du jour (**Cobbinah et al , 2008**). D'après (**pirame ,2003**), les escargots se sont des poïkilothermes s'adaptent au climat tempéré à la variation thermique saisonnière, selon trois rythmes reprise de l'activité et enfin l'estivation.

## **2.6 Contraintes zootechniques**

### **2.6.1 Maladies**

On sait peu de choses sur les maladies qui affectent *A. achatina* en Afrique de l'ouest. Mais l'héliciculture gagnant en popularité, il est probable que de futures recherches seront menées

dans ce domaine. La principale maladie que l'on connaisse jusqu'ici est une maladie fongique qui se propage par contact physique lorsque les escargots lèchent la bave d'autres escargots. Les deux principales maladies affectant les espèces européennes touchent probablement aussi les espèces africaines car les organismes qui en sont à l'origine sont présents dans l'environnement naturel d'*A.achatina*. La première de ces maladies a pour origine une bactérie, *Pseudomonas* ; elle provoque des infections intestinales pouvant se propager rapidement au sein de populations d'escargots denses. La seconde maladie est causée par le fungus *Fusarium*, qui parasite les œufs d'*Helix aspersa*. Les œufs affectés prennent une couleur marron rougeâtre et leur développement s'arrête. Cette maladie s'appelle Communément la 'maladie des œufs roses.

Une bonne hygiène de base peut prévenir la propagation des maladies. Il faut nettoyer les enclos régulièrement en retirant les excréments et les reliquats de nourriture ainsi que toutes autres matières en décomposition qui pourraient devenir un substrat pour des organismes pathogènes. Il est également conseillé de stériliser à la vapeur ou par chauffage le sol des casiers à chaque préparation d'un nouveau lot de naissains (cobbinah *et al* , 2008).

### 2.6.2 Prédateur

Les prédateurs les plus courants dans les élevages sont les mulots, les rats et les musaraignes, les grenouilles et crapauds, grives, corbeaux et oiseaux domestiques comme les canards et les dindes, les lézards et serpents, coléoptères Drillidae et Carabidae, millepattes et centipèdes. Les grenouilles cherchent uniquement à attraper les jeunes escargots alors que les reptiles mangent des escargots de tout âge et même les oeufs. (adri vink *et al* , 2008).

Dans les zones où les oiseaux prédateurs sont nombreux, il est nécessaire de placer des filets sur les parcs. Il peut aussi être nécessaire de construire des murets autour des parcs pour se protéger d'autres prédateurs. Les murets doivent alors faire 15 à 30 cm de haut et être bien enfoncés dans le sol. Il est également conseillé de poser des appâts ou des pièges autour de la zone d'élevage (adri vink *et al* , 2008).

### 2.6.3 Mode de vie

La vie des escargots et des limaces est interrompue de temps à autre par la nécessité d'échapper à la dissection. eux par conséquent, ils sont plus actifs la nuit ou par temps humide. Survivre aux moments les plus difficiles l'enveloppe extérieure assure la sécheresse et protège l'individu de l'évaporation. Ce Les limaces sans coquille peuvent s'enfouir profondément sous terre pour s'échapper chauffage (karas, 2009).

Les gastéropodes ont un port semi-nocturne, ne laissant que Seulement après le coucher du soleil ou avant le lever du soleil. Sous une pluie fine et Le printemps et l'été sont chauds. La plupart des espèces n'ont pas trop peur du froid, mais quand ça devient dur, ils s'enfoncent dans le sol et se cachent dans de vieux murs ou des troncs d'arbres pourris (**germain, 1931**).

#### **2.6.4 Régime alimentaire**

Les escargots sont végétariens et aiment toutes sortes de plantes. Ils évitent tous les plantes à feuilles velues ou qui produisent des produits chimiques toxiques, tels qu'un exemple est la noix médicinale (***Jathropa curcas***). La plupart des espèces se terminent par Plantes vasculaires, champignons, algues et lichens, parties aériennes des plantes vertes, et des fleurs, des fruits, des graines et des parties souterraines telles que Tubercules de pomme de terre ou racines de carotte (**kerney et camron, 2006**).

Les petits escargots aiment les jeunes feuilles et pousses, mangent environ deux fois que les escargots adultes. Les escargots consomment plus en vieillissant débris : feuilles en vrac, fruits pourris et humus (**cobbinah et al , 2008**).

#### **2.7 La reproduction**

La période de reproduction dépend du climat de la région géographique et est influencée par différents facteurs environnementaux, comme la température, l'humidité, mais surtout la photopériode. Ainsi, l'espèce peut se reproduire une à plusieurs fois par année avant et après la dormance (Hibernation ou estivation) (**attia, 2004**).

En Europe occidentale, la période de reproduction dure d'avril à juin et peut se répéter en septembre/octobre. Dans la région méditerranéenne, il y a deux périodes de reproduction : d'octobre à décembre et de février à avril. Les copulations et ovipositions multiples en une seule période de reproduction sont courantes (**adamo et chase, 1988**). Dans des conditions naturelles, les juvéniles de la première période de reproduction atteignent la maturité sexuelle généralement avant la fin de la croissance, l'année suivante avant l'hibernation. Les juvéniles de la période de reproduction tardive arrivent à maturité la deuxième année (**charrier, 1980**). Habituellement, il y a une période de dormance entre la maturité sexuelle et la première reproduction (**nicolai, 2010**).

#### **2.8 l'accouplement**

l'escargot mature manifeste d'abord une tandance sexuelle male Les escargots s'accouplent et échangent des spermatozoïdes. Ceux-ci sont stockés dans le réceptacle séminal jusqu'au

moment où les ovules arrivent à maturité. La fécondation se réalise au niveau de la jonction du canal hermaphrodite avec la glande à albumen, elle est suivie par la formation d'une coquille calcaire, puis par la ponte. La gestation correspond à la période qui s'étend de l'accouplement à la ponte. Cette période est en général plus longue lorsque les conditions de vie de l'escargot se dégradent après l'accouplement ( **stiévenart et hardouin , 1990** ) .



**Figure 11 Accouplement d'escargot *Helix Aperta* (photo originale, 2022) .**

## **2.9 La ponte**

Les escargots pondent quand les beaux jours arrivent (d'avril à septembre). Entre neuf et treize jours après l'accouplement l'escargot creuse un trou et pond une douzaine d'œufs blancs. L'orifice de ponte des œufs est proche de la tête. Un escargot peut pondre jusqu'à 80 œufs. Il referme ensuite le trou avec de la terre. Les œufs peuvent aussi être pondus sous un tas de feuilles. De nombreuses recherches ont étudié les aspects biologiques des escargots terrestres, par exemple ( **kassab et daoud ,1964** ) ont constaté que le cycle de vie d'*Helicella vestalis* était relativement simple. Il a pondu les œufs en ponte, chacun contenant de 25 à 30 œufs ou plus dans le sol mou et a été déposé dans de petites cavités ou des trous dans le sol. œufs déposés à tout moment au cours du printemps. Les œufs étaient ronds et blancs avec une coquille calcaire ou calcaire. Dans des conditions normales, la période d'incubation a duré de 12 à 15 jours en moyenne ( **el-wakeil et sallam, 2014** ).

Les *Archachatina* élaborent successivement des pontes d'une dizaine de gros œufs (d'au moins 1 cm de long), tandis que les pontes des escargots des genres *Achatina* et *Limicolaria* sont moins fréquentes, mais comportent une à plusieurs centaines de petits œufs ( **hodasi, 1984** ).



**Figure 12 Œufs escargots d'*Helix aspersa* (photo originale, 2020)**

### **2.10 Incubation**

La durée de l'incubation est variable en fonction de la taille des œufs. Les plus petits œufs ayant une petite surface de contact ont une courte durée d'incubation et les plus gros œufs ont une durée plus longue (**koudande et ehouinson, 1995**).

La durée d'incubation des œufs est en moyenne de 22 jours et environs 12 jours séparent le premier né du dernier né d'une même ponte (**daguzan, 1980**). Le taux d'éclosion est meilleur avec le terreau et les feuilles mortes de cacaoyer (90% en moyenne) et un arrosage adéquat (**koudande et ehouinson, 1995**).

Après quelques semaines, *les Archachatina* indigènes éclosent dans un sol humide, faisant éclore de minuscules escargots royaux de la taille de leurs œufs. Les escargots issus de petits œufs (*Achatina* et *Limicolaria*) sont particulièrement vulnérables, avec une mortalité néonatale élevée. Cela ne semble pas être le cas, les jeunes *Archachatina* étant issus d'œufs plus gros et déjà plus résistants à leur venue au monde. (**hardouin et al , 2014**).

### **2.11 Hibernation**

Le cycle de vie de l'escargot comprend une période. La combinaison d'un raccourcissement de la durée du jour et de la baisse des températures sont les déclencheurs naturels qui indiquent aux escargots qu'il est temps de fermer et de se préparer pour les mois froids à venir. L'escargot

*(Helix aspersa)* s'enfouira dans le sol à une profondeur de 3 - 6 cm ou se cacher dans les crevasses ou sous les rochers. Couvre l'ouverture de sa coquille d'une membrane et s'arrête en hibernation. Cette membrane de couverture de coquille est appelée l'opercule. L'opercule est une sécrétion qui durcit au contact de l'air et couvre l'ensemble ouverture de la coquille. Pendant cette période, la digestion cesse par l'absence de nourriture et les échanges gazeux deviennent minimales. Le métabolisme de l'escargot est ralenti à tel point qu'il est capable de rester en hibernation pendant une période allant jusqu'à six mois. **(murphy, 2001)** .

Pendant cette période, l'escargot puise dans ses réserves alimentaires et perd de plus en plus de poids à mesure que la période d'hibernation se poursuit. Certains escargots en raison de leur âge et de leur condition ne survivent pas à leur long sommeil et meurent en hibernant. **(murphy, 2001)** .

L'hibernation semble jouer un rôle important dans la capacité de l'escargot à se reproduire, à croître et à se reproduire **(bonnet et al , 1990)**. Des études à l'étranger ont indiqué qu'une période d'hibernation est obligatoire pour assurer la réussite de l'élevage de grands escargots de bonne qualité. Les escargots qui ont été sélectionnés comme reproducteurs pour la prochaine saison de reproduction sont placés dans des paniers de plastique perforé et entreposés dans une pièce fraîche qui maintient la température à 5 degrés Celsius avec un taux d'humidité de 85 % . **(murphy, 2001)** .

Un système d'éclairage doit être incorporé et un cycle de temps fixé à 6 heures de lumière du jour et 18 heures d'obscurité. Les paniers peuvent être empilés les uns sur les autres avec des lattes de bois placées entre chaque rangée pour permettre la ventilation. Le maintien d'une bonne ventilation est essentiel à la survie des escargots qui ont été mis en hibernation. Un bon flux d'air autour des paniers aide à maintenir le niveau d'humidité et aide à réduire les ravageurs et les maladies qui se produisent dans un environnement fermé **(murphy, 2001)**.



**Figure 13 Hibernation de *helix aperta* ( photo originale, 2020 )**

### **2.12 Consommation**

En Afrique de l'Ouest, la chair d'escargot était un aliment essentiel du régime traditionnel des habitants de la forêt dense (zone forestière autre que la savane). On estime par exemple qu'en Côte d'Ivoire, la population mange 7,9 millions de kg d'escargots par an. Au Ghana, la demande dépasse clairement les capacités ( **cobbinah *et al* , 2008** ).

De nombreux travaux ont montré que les chairs des escargots géants africains et *achatina achatina* (Linné), en particulier, sont très riches en protéines animales et en sels minéraux et, pourraient donc constituer une source alternative de nutriments pour l'alimentation humaine et animale ( **mead et kemmerer, 1953** ) ; ( **aboua, 1990** ) ; ( **aboua , 1995** ) ; ( **aboua et boka, 1996** ).

En Afrique occidentale, la chair d'escargot est aussi utilisée comme ingrédient en médecine traditionnelle et la coquille pour la décoration des maisons et des hôtels ( **agbelusi et ejidike, 1992** ) ; ( **otchoumou *et al* , 2005** ).

D'autres pays grands consommateurs sont l'Allemagne, la Belgique, les Pays Bas, le Canada, la Suisse, le Japon, la Suède, l'Autriche, le Danemark et l'Afrique du Sud ( **cobbinah *et al* , 2008** ) .

### **2.13 Exportation**

La France joue un rôle central dans le développement du commerce international des escargots. Certains des escargots importés en France sont transformés puis exportés vers d'autres pays européens ou en Amérique du Nord, aux USA en particulier qui consacrent annuellement des centaines de millions de dollars US à l'importation de viande d'escargot. Ses principaux

fournisseurs sont la Grèce, la Turquie, la Roumanie, l'Algérie, la Tunisie, mais aussi Taiwan, la Thaïlande et la Chine. La plupart des pays exportateurs fournissent les espèces européennes *Helix aspersa*, *H. pomatia* et *H. lucorum*, tandis que les pays asiatiques produisent *Achatina fulica*. La plupart des pays exportateurs fournissent les espèces européennes *Helix aspersa*, *H. pomatia* et *H. lucorum*, tandis que les pays asiatiques produisent *Achatina fulica*. Ils sont expédiés frais, surgelés ou en conserve ( **cobbinah et al , 2008** ) .

Si le marché de l'exportation offre des opportunités, le petit producteur ne doit cependant pas surestimer les difficultés, notamment les réglementations et les contraintes sanitaires et hygiéniques. Pour bénéficier des nouveaux débouchés à l'exportation, on peut imaginer que le petit producteur local aura tout intérêt à rejoindre une coopérative agricole, ou à travailler contractuellement avec des entreprises locales de transformation des escargots ou avec des entreprises d'export assez importantes (**cobbinah et al , 2008**).

En Algérie L'escargot communément appelé « el bebouch » par les habitants de la région ouest, a fait une percée sur les marchés européens. L'escargot, « le gros gris » aux fines herbes, est devenu un plat que se disputent les fins gourmets à Rome, Paris ou Madrid, grâce aux exportations de cette variété de gastéropodes devenue une activité très prisée à Oran, surtout dans la plaine de la Mleta, à environ 40 km d'Oran. Le « gros gris » et le « petit gris » sont les deux variétés d'escargots qui vivent en Algérie, note-t-on. Actuellement, la demande du marché européen est devenue forte. <https://www.algerie-dz.com/forums/village/22402-l'escargot-oranais-en-europe>.

### 3. Les ressources génétiques d'escargot

L'escargot des bois « *Cepaea nemoralis* » est une espèce très commune et célèbre dans le monde scientifique depuis les années 1940 dans les domaines de l'hérédité, de l'évolution et de l'écologie. Il cumule plusieurs caractères originaux qui expliquent cet engouement de la communauté scientifique envers ce banal gastéropode.

L'escargot des jardins (*Cepaea hortensis*) et l'escargot des bois (*C. nemoralis*). Toutes les deux partagent un caractère déroutant pour le naturaliste : le polymorphisme coloré, ceci signifie qu'il existe au sein de chacune des deux espèces une gamme de variations très étendue à la fois dans la couleur de fond de la coquille et dans ses ornements éventuelles sous forme de bandes colorées. <https://www.zoom-nature.fr/levolution-dun-escargot-sous-la-loupe-des-sciences-participatives/2023-02-27>.

Le facteur décisif dans la sélection des escargots forestiers comme espèce modèle reste le déterminisme génétique de ces traits liés à la couleur, un aspect longuement étudié et bien connu. La couleur de fond et le motif de bandes sont des traits héréditaires contrôlés génétiquement d'une manière relativement simple, ce qui rend cette espèce intéressante pour les scientifiques. <https://www.zoom-nature.fr/levolution-dun-escargot-sous-la-loupe-des-sciences-participatives/2023-02-27>.



**Figure 14 Exemples de photos de *Cepaea nemoralis* présentées par des citoyens scientifiques (niels a. g. kerstes et al , 2019).**

### **3.1 Génétique de coloration du corps**

La couleur de la peau de l'escargot est héritée d'environ 6 couleurs : noir, chocolat, cannelle et bleu, lavande et fauve. Mais en fait à ce niveau moléculairement, c'est le même pigment, la mélanine brune. Il existe plusieurs phénomènes où 6 couleurs ou "uniquement du noir" peuvent être vue, Les mélanosomes, ces "poches de pigment" sont plus ou moins uniformément réparties dans la peau. La dilution du gène D conduit à la formation de clusters, qui modifient la diffraction de la lumière et produisent des tons doux. Le gène B agit sur la taille et la forme des granules et la "concentration" de mélanine, ce qui affecte notre perception de la couleur.

**<https://www.gireaud.net/genetique.htm> .**

Il semble être lié au type d'habitat, pas à la couleur de la coquille, ni au nombre de bandes et pour certains auteurs, pour d'autres, le gène en question est lié à la couleur Les gènes concernent la couleur. Il est généralement admis que la pigmentation corporelle démontre également des influences environnementales, et une partie de la correspondance entre la couleur corporelle et

l'ombrage environnemental rapportée par Cain et Sheppard peut en être le résultat. <https://www.gireaud.net/genetique.htm> .

La sélection climatique favorise la couleur pâle du corps dans la région la chaleur et l'obscurité des régions à basse température peuvent être liées au climat. On peut en déduire que les individus de couleur foncée sont favorisés dans les endroits plus frais car ils absorbent plus efficacement le rayonnement solaire, tandis que les individus de couleur claire sont plus réfléchissants et plus dominants dans le sud (bien qu'il puisse n'y avoir aucune variante active les jours ensoleillés). Les individus de couleur sont également des caractéristiques de haute altitude Corrélation avec une température et une humidité plus basse. <https://www.gireaud.net/genetique.htm> .

La couleur du corps pâle est récessive à la couleur sombre. Celle-ci intervient dans plusieurs nuances qui sont multifactoriellement contrôlées. Gris moyen dominant sur pâle. La couleur rougeâtre est récessive à jaunâtre. <https://www.gireaud.net/genetique.htm> .

### **3.1.1 Le gène de la pigmentation**

Lorsque la couleur des pigments doit être apparente, la séquence d'ADN est lue (traduit en ARN) et traduite dans les pigments de couleur (protéines). À ce moment-là, plusieurs éléments peuvent se présenter de manières différentes. Le gène-code de la couleur des pigments peut être supprimé complètement ou partiellement. Le gène peut être inactif parce que les séquences de régulation sont absentes ou difonctionnelles. 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. Si les deux copies du gène ne sont pas fonctionnelles, la couleur ne s'exprime pas. Les escargots qui ne manquent pas de pigments varient encore selon la quantité de pigments qu'ils possèdent. (j mateo , 2017 ) .

### **3.1.2 La génétique de la rotation de la coquille d'escargot**

La distribution des escargots à coquilles dextres et sénestres dans la nature est principalement régie par un schéma de transmission génétique dominant-récessif. La forme sénestre, résultant d'un allèle récessif, est cachée dans un génotype hétérozygote par la forme dominante conformément aux lois de Mendel. Toutefois, malgré des croisements produisant parfois des résultats inattendus, cela n'explique pas la rareté des coquilles sénestres, qui sont extrêmement rares avec une seule pour des milliers de coquilles dextres. <https://www.gireaud.net/genetique.htm> .

Le généticien Henry Alfred Sturtevant a apporté une explication en 1923, en mettant en évidence un effet matrocline en plus de l'effet dominant-récessif. Cela signifie que l'orientation de la coquille d'un escargot n'est pas déterminée par son propre génotype, mais plutôt par celui de sa mère. En conséquence, la forme de la coquille n'est pas influencée par la constitution génétique de l'escargot lui-même, mais par celle de sa mère

[.https://www.gireaud.net/genetique.htm](https://www.gireaud.net/genetique.htm) .

De plus, on a observé que les escargots ne peuvent se reproduire qu'avec des individus de la même chiralité. Le mécanisme de transmission maternelle semble lié à la perception de l'orientation cellulaire par un organe sensoriel similaire à un fuseau, qui transmet ensuite cette information lors de la division cellulaire. <https://www.gireaud.net/genetique.htm> .

En résumé, la fréquence des escargots à coquilles dextres et sénestres dans la nature résulte d'une combinaison complexe de mécanismes génétiques, comprenant des effets matroclines et des interactions dominants-récessifs, ainsi que des facteurs environnementaux. L'orientation de la coquille est principalement influencée par le génotype de la mère, et les escargots se reproduisent exclusivement avec des individus de la même chiralité. <https://www.gireaud.net/genetique.htm> .

### 3.1.3 Amplitude et déterminants de la dispersion

Les escargots terrestres vivent généralement dans des populations distinctes, souvent isolées les unes des autres. En raison de leur nature sédentaire et du coût très élevé de la locomotion, les escargots et les limaces sont caractérisés par une faible capacité de dispersion. (dahirel, 2014).

Le mouvement est un paramètre fondamental de l'histoire de vie des animaux, il leur permet de rechercher des ressources alimentaires, territoriales et/ou sexuelles, d'éviter les prédateurs et les conditions défavorables, et de coloniser de nouveaux espaces. De nombreux naturalistes et scientifiques ont donc cherché à décrire, identifier et expliquer la remarquable diversité des mouvements observés dans la nature (turchin, 1998) ; (clobert *et al* , 2001) ; (bullock, 2012) ; (kenward et hails, 2002) ; (dingle et drake , 2007) ; (nathan *et al* , 2008).

Parmi ces types de mouvement, la dispersion est l'exemple même de l'objet d'étude assez facile à appréhender intuitivement, mais dont la définition rigoureuse est difficile à établir. La définition la plus récente, et la plus communément acceptée actuellement, est celle de Ronce (2007), qui qualifie de mouvement de dispersion « tout mouvement d'individus ou de

propagules ayant des conséquences potentielles sur les flux de gènes dans l'espace » ( **dahirel, 2014**).

Certaines espèces d'escargots terrestres sont introduites sur les toits verts par l'installation initiale d'un toit vert et l'aménagement paysager connexe. Les principaux déterminants de la richesse et de l'abondance des espèces d'escargots sont la taille de chaque toit et la qualité du régime d'entretien des toits verts ( **mckinney et al , 2019**).

Les comportements de dispersion, c'est-à-dire les mouvements conduisant à des flux de gènes dans l'espace, jouent un rôle majeur dans de nombreux processus écologiques et évolutifs.

Les Gastéropodes terrestres sont des hermaphrodites simultanés dont le mouvement est extrêmement coûteux, une combinaison de traits très intéressante pour étudier les liens entre dispersion et autres traits d'histoire de vie, *Cornu aspersum* passe par une phase subadulte mâle de durée variable avant de devenir adulte et hermaphrodite. Le comportement de dispersion s'exprime principalement pendant cette phase subadulte, et sa diminution chez les adultes est liée à l'accroissement de l'investissement dans la fonction femelle ( **dahirel, 2014**).

### **3.2 Migration**

La faible tendance à la migration des escargots n'entraîne pas toujours une mauvaise dispersion vers de nouveaux sites. Il semble que la migration passive pourrait jouer un rôle clé dans l'atteinte de nouveaux sites par les escargots. Ils peuvent être transportés par le vent ( **vagvolgyi 1975** ) ; ( **kirchner et al , 1997** ), par l'eau ( **baur, 1993** ) ; ( **mierzwa, 2009** ) ; ( **özgo et al , 2016** ), par les animaux ( **kawakami et al , 2008** ) ; ( **maciorowski et al , 2012** ) ; ( **kolenda et al , 2017** ) ; ( **simonová et al , 2016** ), voire des véhicules ( **aubry et al , 2006** ). Certains clausiliidés peuvent également survivre au passage dans le système digestif d'un oiseau ( **simonová et al , 2016** ) et parcourir des distances relativement longues avec l'hôte ( **marzec, 2022** ).

### **3.3 Génétique et spéciation des escargots**

Les facteurs susceptibles d'influencer la structure génétique de la population sont les forces évolutives telles que la migration, sélection, mutation et dérive génétique ainsi que les contraintes inhérentes au régime de reproduction c'est-à-dire absence de croisement au hasard, recouvrement des générations. Les caractères d'un individu sont en partie la conséquence des conditions extérieures qu'il subit à l'instant considéré, ou qu'il a subies dans le passé au cours de son développement. L'existence de ces caractères que l'on qualifie d'acquis est très manifeste chez les organismes supérieurs. Des traumatismes subis au moment de la naissance,

peuvent perturber gravement et définitivement le développement de l'adulte. Les caractères acquis ne sont pas transmis à la descendance. Les caractères acquis ne correspondent qu'à des variations dans l'expression des potentialités de l'organisme et seules celles-ci sont héréditaires. Nous avons plusieurs moyens d'effectuer une sélection d'élevage ; chacun pourra choisir ce qu'il pense le mieux adapté pour la programmation des accouplements :

- au hasard
- par homogamie (réunir les meilleurs)
- par exogamie (les meilleurs avec les moins bons pour améliorer la descendance)
- par endogamie : la consanguinité (large ou étroite).

**[http://www.cbsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/CPSG%20Principles%20%26%20Steps\\_French.pdf](http://www.cbsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/CPSG%20Principles%20%26%20Steps_French.pdf)**

Il n'y a pas de chromosomes sexuels chez ces animaux. En tout cas, pas de chromosomes qui différencieraient des cellules mâles ou femelles... Par contre il y aurait des gènes qui s'exprimeraient de manière différente suivant les cellules où le moment de la vie de l'animal... Ce principe n'existe pas que pour la différenciation des gonades. Bref, il s'agit plutôt d'un différentiel d'expression génique que d'une structure particulière dans les chromosomes.

**[http://www.cbsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/CPSG%20Principles%20%26%20Steps\\_French.pdf](http://www.cbsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/CPSG%20Principles%20%26%20Steps_French.pdf)**

### **3.4 Principales méthodes moléculaires pour la caractérisation**

Estimation des variations génétiques être fondée sur des renseignements au niveau de l'ADN par diverses techniques moléculaires telles que Randomly ADN polymorphe amplifié (RAPD) , SSR et microsatellite (**kumari, 2014**).

#### **3.4.1 Les microsatellites (Polymorphisme de nombre d'unités de répétition)**

Les microsatellites appartiennent à un ensemble d'éléments génomiques appelés répétitions en tandem. Les répétitions en tandem sont constituées de répétitions adjacentes plus ou moins nombreuses d'un monomère (motif) donné. Certains de ces éléments ont la propriété d'être variables en nombre de répétitions, une conséquence de phénomènes de mutation particuliers, Il n'existe pas de définition formelle des microsatellites à l'heure actuelle. La seule caractéristique commune à tous les microsatellites est celle, déjà énoncée, d'une séquence répétée en tandem de période 1 à 6 nucléotides. Pourtant, beaucoup d'autres paramètres permettent de qualifier et classer les microsatellites. Des caractéristiques comme le nombre de

répétitions, le motif en lui-même, la complexité de la séquence, sont encore sujets à débats malgré de réguliers efforts de consensus (**tautz, 1993**) ; (**chambers et macavoy, 2000**) ; (**ellegren, 2004**) ; (**buschiazzo et gemmell, 2006**). Pour bien comprendre la suite du document, et particulièrement les mécanismes d'apparition des microsatellites, il est nécessaire de connaître leurs propriétés structurelles. Nous allons donc les détailler dans cette section (**sébastien, 2008**).

La technique de PCR est utilisée pour révéler le polymorphisme des microsatellites. Une paire d'amorces spécifiques des bordures droite et gauche d'un microsatellite est utilisée pour amplifier le même microsatellite chez différents individus. En effet, chaque microsatellite est bordé par des séquences uniques qui lui sont propres. (**m baaziz, 2017**) .

L'analyse des produits amplifiés s'effectue sur gel de polyacrylamide haute résolution (susceptible de séparer des fragments d'ADN de taille faible). Un microsatellite (SSR) est donc défini par :

1/ le motif répété qui le compose et

2/ la paire d'amorces uniques qui l'encadrent et servent à l'identifier et à l'amplifier.

Si les SSR constituent de bons marqueurs moléculaires (reproductibles, codominants et aisés d'utilisation), leur caractérisation initiale est toutefois assez lourde. En effet, leur production doit passer d'abord par le clonage et le séquençage de ces éléments répétés (**m baaziz, 2017**)

### **3.4.2 RAPD**

Le RAPD est une technique basée sur la PCR pour identifier la variation génétique. Il implique l'utilisation d'une amorce arbitraire unique dans une réaction de PCR, entraînant l'amplification de beaucoup d'ADN discret. La technologie RAPD fournit un dépistage rapide et efficace du polymorphisme basé sur la séquence d'ADN à un très grand nombre de loci. Le principal avantage de RAPD comprend que, il ne nécessite pas de pré-séquençage de l'ADN.

La vaste gamme d'amorces potentielles qui peuvent être utilisées donne à la technique une grande puissance diagnostique. On peut trouver des bandes RAPD reproductibles en sélectionnant soigneusement les amorces, en optimisant l'état de la PCR pour l'espèce cible. (**Kumari, 2014**).

La technologie RAPD standard (**Williams et al ,1990**) utilise des oligonucléotides synthétiques courts (10 bases longues) de séquences aléatoires comme amorces pour amplifier des quantités de nanogrammes d'ADN génomique total sous faible (**Kumari, 2014**).

La séquence de l'oligonucléotide est aléatoire, tout comme les sites d'hybridation, de sorte que la séquence amplifiée est inconnue. le polymorphisme que l'on observe entre différents individus consiste en la présence ou l'absence de fragments d'ADN amplifiés, il présente un héritage dominant car il ne permet pas de distinguer les homozygotes des hétérozygotes, car l'information qu'il nous donne est la présence ou l'absence des bandes. D'autre part, elle a l'avantage qu'il s'agit d'une technique anonyme, c'est-à-dire qu'elle ne nécessite pas une connaissance approfondie du génome pour la réaliser. <https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/6226/amplification-aleatoire-de-l-adn-polymorphe> .

### **3.5 Quelques méthodes de caractérisation des animaux agricoles**

Les ressources génétiques animales pour l'alimentation et l'agriculture constituent une part importante de la base biologique de la sécurité alimentaire mondiale, assurant les moyens de subsistance de plus d'un milliard de personnes. Une base de ressources diversifiée est essentielle pour la survie et le bien-être humains et pour contribuer à l'éradication de la faim : les ressources génétiques animales sont essentielles pour l'adaptation aux conditions socioéconomiques et environnementales changeantes, y compris le changement climatique. Ils sont la matière première des sélectionneurs et l'un des intrants les plus demandés par les agriculteurs. Ils sont essentiels pour une production agricole durable. Si elles sont gérées correctement, ces ressources ne peuvent pas être épuisées car il n'y a pas d'incompatibilité inhérente entre l'utilisation et la conservation (FAO, 2007) .

En 1990, la FAO a entrepris la préparation d'un programme complet et détaillé sur l'utilisation durable des ressources zoo génétiques au niveau mondial. En 1993, elle a lancé la Stratégie mondiale pour la gestion des ressources génétiques des animaux d'élevage, en vue de guider les efforts déployés au niveaux national, régional et mondial, pour renforcer la contribution des animaux domestiques et de leurs produits à la sécurité alimentaire et au développement rural, et pour prévenir l'érosion des ressources zoo génétiques (FAO, 2007).

La caractérisation phénotypique du matériel génétique animal aborde l'identification des différentes races et la description de leurs caractéristiques externes et de production dans des cadres environnementaux et de gestions spécifiques. Le Plan d'action mondial pour les ressources zoo génétiques reconnaît 'la nécessité d'une compréhension approfondie des caractéristiques des races pour guider la prise de décision dans les programmes de développement et de sélection de l'élevage (FAO, 2007).

Les choix qui peuvent être faits par les éleveurs en termes d'espèces, de races et d'animaux sont en mesure d'impacter largement les différents services écosystémiques fournis par les agroécosystèmes. Un enjeu majeur autour du lien entre les ressources utilisées et les services rendus reste généralement, et particulièrement pour les pays non européens, le manque de reconnaissance de ces services. Une autre difficulté porte sur la quantification (notamment financière) de ce lien, soulignant la nécessité d'études multidisciplinaires qui faciliteront la prise en compte de ces services dans les choix zotechniques auxquels sont confrontés les éleveurs (grégoire et étienne , 2021).

#### 4.1 Conservation des espèces en voie d'extinction

Aujourd'hui, les humains partagent la Terre avec environ 8,7 millions d'espèces. Sur les 1,3 millions qui ont été identifiées et décrites, 116 000 ont été évaluées jusqu'à présent pour la Liste Rouge des espèces menacées de l'UICN. Parmi elles, 31 000 sont menacées d'extinction : soit considérées comme « en danger critique d'extinction » (CR), « en danger » (EN) ou « vulnérables » (VU) (**iucn, 2020**). Malgré les mesures engagées ces dernières décennies, les examens récents montrent peu de progrès sur le ralentissement des déclin, et de futures vagues d'extinction sont prévues. Non seulement ces déclin montrent un non-respect des engagements internationaux d'endiguer la perte de biodiversité (**watson et al, 2019**), mais ils compromettent également notre capacité d'atteindre les Objectifs de développement durable de 2030, dont beaucoup dépendent des ressources fournies par les espèces et les écosystèmes qu'elles soutiennent.

Les étapes de planification de la conservation des espèces du CPSG sont conçues pour servir de guide à ceux qui cherchent à répondre à la question : Que devons-nous considérer pour savoir comment planifier la conservation des espèces menacées d'extinction ? Au cours de ces étapes se trouvent les principes fondamentaux de la planification de l'action, de l'inclusivité, d'une rigueur scientifique, de la bonne conception et de la facilitation des processus, de la prise de décisions fondées sur le consensus, de la production rapide d'un produit et de l'adaptation. Une telle approche, que nous connaissons par expérience, se traduit par un plus grand consensus et est un catalyseur pour l'action collaborative de conservation (**cpsg, 2020**).

#### 4.2 L'intérêt thérapeutique des escargots

D'aussi loin que remontent les écrits, on retrouve l'escargot dans la pharmacopée. Prescrit dans l'Antiquité comme remède à de nombreux maux, il est un peu mis à l'écart au Moyen-âge pour cause de symbolique ambiguë. Mais le petit mollusque n'a pas dit son dernier mot et, avec les progrès de la science, ses propriétés thérapeutiques vont se préciser.

Ainsi, au XIXe siècle fleurissent les spécialités à base de limaçon, indiquées principalement dans les affections bronchiques telles que la toux. Les chercheurs du XXe siècle poursuivent dans ce sens avec la mise au point de l'hélicidine. Cependant les découvertes ne s'arrêtent pas là : en effet l'*Helix pomatia* contient une lectine marqueur de tissus métastatiques et certains escargots marins sécrètent des neurotoxines dont les dérivés semblent être de puissants analgésiques. L'escargot, gardant toujours une part de mystère, recèle peut-être d'autres propriétés utiles pour la médecine future. Et même si tel n'était pas le cas, les récentes

découvertes au sujet de ce petit animal prouvent au moins qu'il n'était pas inutile de s'y intéresser (guimard, 2003).

### 4.3 Caractéristique de l'élevage et état socio-économique de l'éleveur

#### 4.3.1 Caractéristiques du sol :

Le sol est une donnée essentielle de l'habitat des escargots. Sa composition, sa teneur en eau et sa texture sont des critères à étudier de près.

- La coquille d'escargot est principalement constituée de calcium dérivé du sol et de la nourriture.
- C'est surtout dans le sol que les escargots trouvent l'eau dont ils ont besoin.
- Ils creusent le sol pour y déposer leurs œufs et pour se reposer pendant la saison sèche.

Pour toutes ces raisons, il est essentiel que le sol soit léger et qu'il ait une forte teneur en calcium et en eau.

- Les sols lourds et argileux qui se gorgent d'eau à la saison des pluies et qui deviennent compacts à la saison sèche sont à éviter.
- Les sols très sablonneux ne sont pas souhaitables non plus car ils retiennent mal l'eau.
- Il faut éviter les sols acides car leur acidité pourrait interférer avec la croissance de la coquille de l'escargot. Les sols trop acides peuvent éventuellement être neutralisés en ajoutant de la chaux jusqu'à obtention d'un pH 7. (cobinah *et al* , 2008) .
- Les sols riches en matières organiques sont bénéfiques à la croissance et au développement des escargots. D'une manière générale, si un sol est bon pour la croissance du taro, des tomates et des légumes-feuilles, il convient aussi à l'élevage d'escargots. (cobinah *et al* , 2008) .
- Avant d'y amener les escargots, le sol doit être retourné pour être ameubli.
- Les escargots ont besoin d'évoluer dans un environnement humide mais non trempé.
- Bien que l'humidité soit indispensable pour les escargots, il faut drainer les sols détremés. De même, l'eau de pluie doit s'écouler rapidement. Les escargots respirent et peuvent se noyer dans un environnement trop imbibé d'eau. Un taux d'humidité du sol de 80% est une bonne chose. Pendant les heures d'obscurité, un taux d'humidité

de l'air de plus de 80 °C favorisera l'activité et la croissance des escargots.

Les escargots sont surtout actifs la nuit, notamment pour manger ; l'activité la plus intense a lieu 2 à 3 heures après la tombée de la nuit. La relative fraîcheur stimule l'activité et la rosée

nocturne permet à l'escargot de se déplacer plus facilement. Le jour, les escargots préfèrent se réfugier dans des abris. Au Nigeria, des feuilles de bananes à moitié sèches sont déposées dans les parcs pour offrir un abri aux escargots pendant la journée. Dans les sites plus secs, on peut employer des brumisateurs (comme ceux qui sont utilisés pour faire germer les plantes) afin de maintenir un bon taux d'humidité – si toutefois cela est faisable techniquement et économiquement. (cobinah *et al* , 2008) .

Les coquilles étant composées à 97-98% de carbonate de calcium, il faut que les escargots puissent trouver du calcium, soit dans le sol soit grâce à des apports extérieurs (pierre à chaux, coquilles d'oeufs, etc.(Cobinah *et al* , 2008) .

La présence de matières organiques dans le sol est tout aussi importante que celle des carbonates. Ce sont les sols riches en calcium et magnésium échangeables qui favorisent le plus la croissance. On peut également déposer du calcium dans une mangeoire de sorte que les escargots en consomment à volonté. (cobinah *et al* , 2008) .

Les escargots creusent le sol et l'ingèrent. Un bon sol favorise la croissance des escargots et leur fournit une partie de leur nourriture. (cobinah *et al* , 2008) .

En l'absence de bon sol, les coquilles restent fragiles, même si les escargots ont par ailleurs une alimentation équilibrée ; dans ce cas, leur croissance peut être bien moins rapide que celle d'escargots évoluant sur des sols plus favorables. Souvent, les escargots mangent des aliments, puis des déchets. Il arrive aussi qu'ils ne mangent que l'un ou l'autre. Dans les parcs, le sol peut être infesté de mucus et d'excréments et peut être l'objet de transformations chimiques. Aussi faut-il le renouveler tous les trois mois. (cobinah *et al* , 2008).

#### **4.3.2 Préparation du site**

Les escargots sont très forts pour s'échapper des enclos. Une des premières précautions à prendre lorsqu'on veut monter un élevage d'escargots productif, est donc de construire un parc ne leur laissant aucune chance de s'échapper. On choisira parmi les divers types de parcs à escargots (escargotières) celui qui conviendra le mieux à la taille de l'exploitation envisagée. Mais il faut avant tout sélectionner un lieu approprié. Pour ce faire, il faut songer aux facteurs suivants :

- (Micro) climat
- Vitesse et direction du vent
- Caractéristiques du sol
- Sécurité, protection des escargots contre les maladies, les prédateurs et les braconniers.

On choisira également le site pouvant au mieux empêcher, ou du moins limiter, la dormance (cobinah *et al* , 2008).

#### 4.4 Modes d'élevage des escargots

Plusieurs types d'escargotières peuvent être envisagés sous les tropiques. Les deux exemples décrits ci-après diffèrent par un mode d'alimentation des escargots plus ou moins contraignant pour l'exploitant en matière de travail quotidien routine. (cobinah *et al* , 2008).

Le premier mode d'élevage est proposé par la FAO et s'inspire des techniques hélicicoles italiennes. Il est réalisé dans des enclos ciel ouvert, dont le sol est garni d'une végétation abondante composée d'espèces végétales bien appréciées par les escargots géants africains.

Le second mode d'élevage a été proposé en Côte d'Ivoire. Il s'agit de fosses peu profondes, garnies de terre et de litière vivent en densité élevée des escargots géants africains qui sont nourris de déchets de cuisine, de sous-produits agricoles et de végétaux récoltés à l'extérieur. Ne profitant pas du microclimat offert par une quelconque végétation, les fosses doivent abritées sous ombrage naturel ou artificiel et les escargots douchés plusieurs fois par jour. (cobinah *et al* , 2008).

Quel que soit le mode d'élevage, la préparation du site de l'escargotière est identique. Après avoir choisi l'emplacement idéal des escargotières, on défriche le lieu en ayant soin de conserver les espèces végétales utiles à l'exploitation (ombrage, abri des vents dominants et des poussières, etc...).(cobinah *et al* , 2008).

On désinfecte la fois la surface occupée par l'escargotière et les périmètres annexes comme les allées séparant les futurs parcs. Cette désinfestation peut être réalisée par procédés différents : le brûlis ou la désinfestation chimique. Pour le brûlis, on couvre le sol défriché par des plantes fauchées auxquelles on met le feu une fois qu'elles sont suffisamment desséchées. Ce procédé peu coûteux a l'avantage de ne pas comporter de rémanence de produits toxiques pour les escargots. En Italie, on procède la désinfestation chimique des parcs de priturage des escargots. Les produits utilisés (insecticide phosphorique du type ester et métaldéhyde contre les limaces) sont toxiques pour l'homme et pour l'escargot. Il est donc nécessaire de respecter une période d'attente avant l'utilisation du parc par escargots. Outre le coût des produits, l'application de cette méthode doit être confiée qu'à du personnel qualifié.(cobinah *et al* , 2008).

#### 4.5 Les effets écotoxiques d'escargots

Les liens entre les effets écotoxiques sur les traits d'histoire de vie et la biodisponibilité environnementale ont été étudiés pour plusieurs contaminants, tels que le Cd et le Hg chez l'escargot (**gimbert et al, 2016**) et montrent l'intérêt du couplage de l'étude de la biodisponibilité environnementale et toxicologique pour l'évaluation des risques écotoxiques des contaminants, par la combinaison de l'étude de l'exposition et du danger (toxicité). Ces liens pourraient être renforcés en combinant des approches écogénotoxicologiques à l'étude des traits d'histoire de vie pour l'identification d'effets précoces au niveau génomique et pour apporter des connaissances pour des constructions d'AOP spécifiques pour les invertébrés des sols (**hodges et al, 2018**) ; (**sasaki et al, 2020**).

#### 4.6 L'escargot pour l'évaluation de la biodisponibilité toxicologique

Actuellement, les approches éco toxicologiques avec l'escargot manquent de liens avec les approches de caractérisation de la biodisponibilité environnementale notamment pour les effets moléculaires dans un contexte d'évaluation des risques où il est nécessaire de combiner l'évaluation de l'exposition et la toxicité.

Bien que des bio marqueurs de génotoxicité aient été validés, le recours à ces approches moléculaires intégratrices de potentiels effets négatifs sur le long terme à l'échelle de la santé des organismes et de la dynamique des populations demeurent actuellement limité à quelques études pour l'escargot. En effet, ces approches documentées dans la littérature scientifique ne sont pas encore totalement transférées aux gestionnaires des SSP et nécessitent pour certaines des études de faisabilité complémentaires, comme par exemple la RAPD-HRS pour l'évaluation de la génotoxicité environnementale (**atienzar et jha, 2006**) avec les escargots (**baurand et al , 2013**).

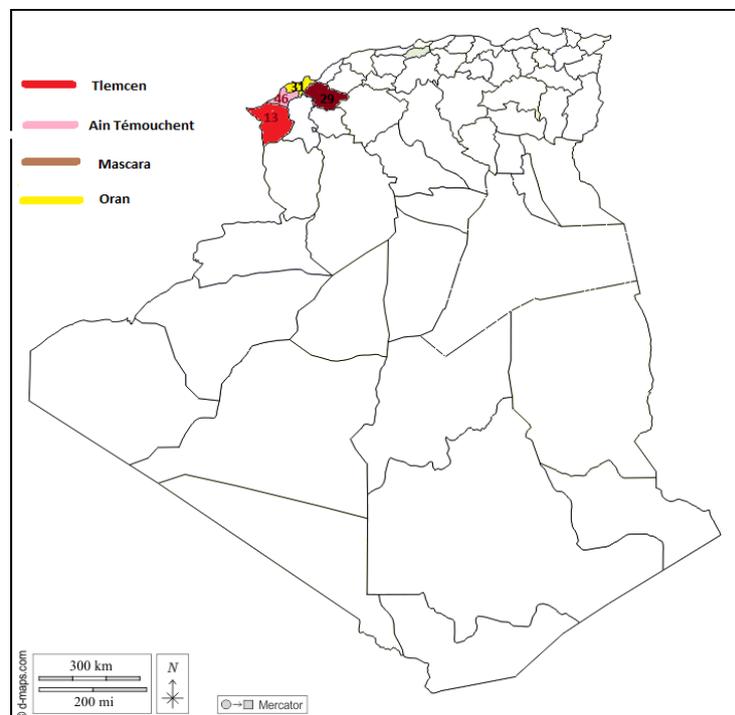
La technologie est développée pour l'évaluation de l'embryogénotoxicité mais pas pour la génotoxicité pour les escargots sub-adultes utilisés dans l'évaluation de la biodisponibilité des contaminants. De plus, plusieurs bio marqueurs utilisables en bio surveillance sanitaire tels que l'évaluation de la dynamique des télomères comme bio marqueur d'altération de l'état de santé et de vieillissement cellulaire ne peuvent pas être utilisés chez les escargots car on ignore leurs pertinences pour ces organismes en éco toxicologie (**louzon et al , 2019**).

## Matériel et méthode

## 1. Zones d'études

Les travaux ont été réalisés dans 4 provinces d'Algérie : Tlemcen – (Maghnia, Ramchi, Bab el Assa , Ouzidanne, Ghazaouet ) (13), Oran- Labasti (31), Ain Témouchent – Beni saf , El Mellah) (46) et Mascara – Ain Fakan (29).

### 2.13 Présentation des Zones



**Figure 15** Carte géographique des zones dans lesquelles les échantillons ont été prélevés .

### 3. Études climatiques des zones d'été

Le climat de Tlemcen est de type méditerranéen avec des influences continentales et semi-arides. Les hivers y sont assez froids, tandis que les étés sont très chauds. De plus, la ville connaît des périodes de vagues de froid et de chutes de neige pendant l'hiver. Tlemcen se situe dans le nord-ouest de l'Algérie, à une altitude de 800 mètres. <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie-164/>.

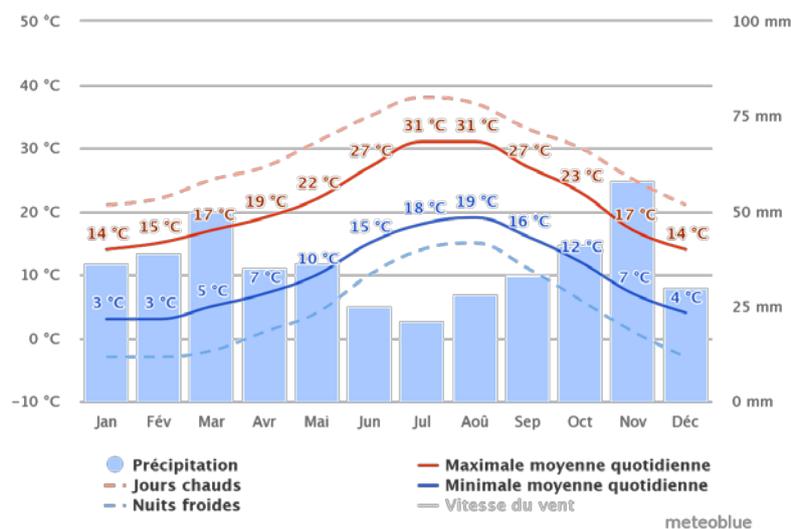


Figure 16 Graphique climatique – Tlemcen (meteoblue, 2023).

La wilaya d'Oran, située sur la côte nord-ouest de l'Algérie, présente un climat méditerranéen caractérisé par des étés chauds et des hivers tempérés. Les précipitations sont plus abondantes en hiver qu'en été à Oran. La température moyenne annuelle dans la région est de 18,4 °C. En moyenne, il y a 378 mm de pluie par an. <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie-164/>.

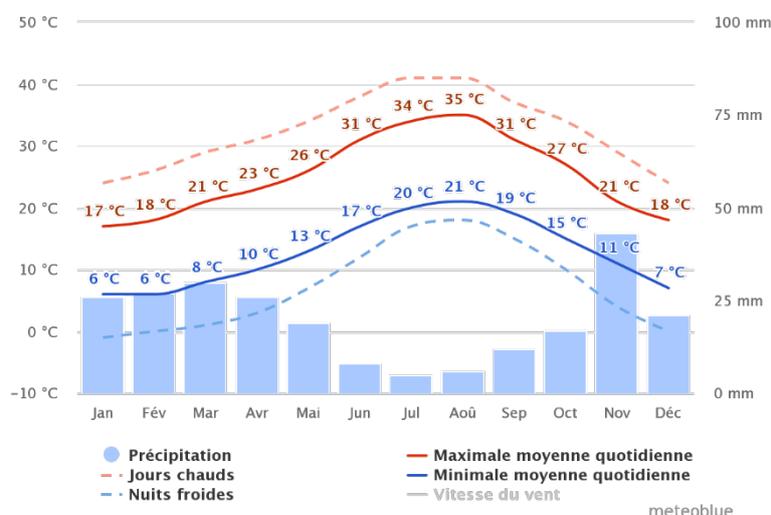
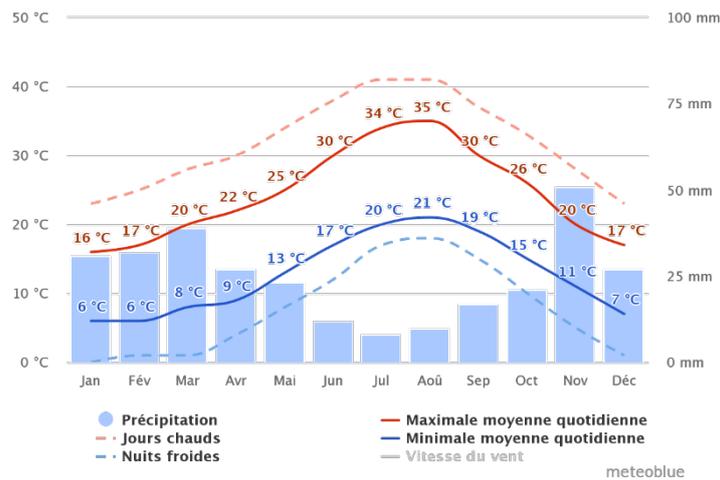


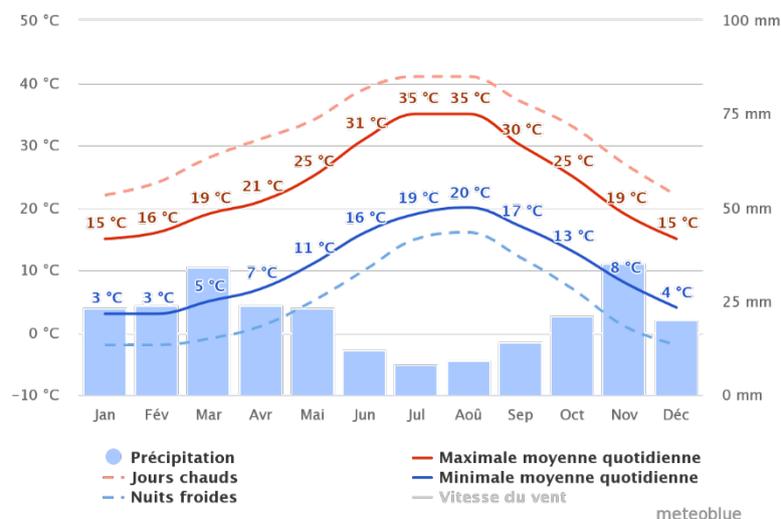
Figure 17 Graphique climatique – Oran ( métabole , 2023)

À Aïn Témouchent, les étés sont caractérisés par leur brièveté, leur chaleur intense, leur humidité, leur aridité et leur ciel dégagé en général. Les hivers, quant à eux, sont longs, frais, venteux et partiellement nuageux. Tout au long de l'année, la température varie généralement entre 6 °C et 31 °C, et elle est rarement inférieure à 2 °C ou supérieure à 35 °C. <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie-164/>.



**Figure 18 Graphique climatique – Aïn Témouchent (meteoblue, 2023).**

À Mascara, les étés sont caractérisés par leur courte durée, leur chaleur intense, leur sécheresse et leur ciel dégagé en général. Les hivers, quant à eux, sont longs, frais et partiellement nuageux. Tout au long de l'année, la température varie généralement entre 3 °C et 35 °C, et elle est rarement inférieure à -1 °C ou supérieure à 39 °C. <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie-164/>.



**Figure 19 Graphique climatique – Mascara (meteoblue, 2023).**

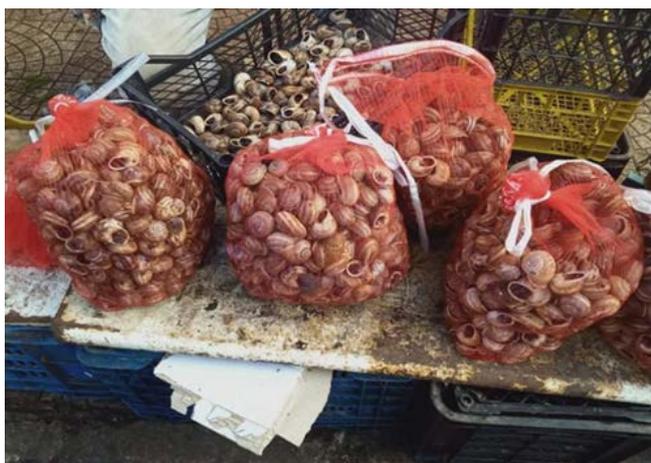
Nous avons commencé par effectuer une étude bibliographique approfondie afin de décrire et de définir les escargots terrestres, en recueillant toutes leurs caractéristiques. Ensuite, nous avons mené une enquête sur le terrain en nous entretenant avec un éleveur professionnel d'escargots terrestres. Cette méthode nous a permis d'obtenir des informations précises tout en observant l'environnement de travail de la personne interrogée. Cette approche nous a également permis de recueillir des informations supplémentaires.

Notre travail s'est basé sur une étude morphométrique et génétique de 211 espèces d'escargots, en utilisant le logiciel d'image J. Nous avons inclus toutes les variétés d'escargots rencontrées dans les communes visitées lors du processus de sélection.

### **Photos de la région de Tlemcen**



**Figure 20 wilaya de Tlemcen (Photo original, 2023).**



**Figure 18** marché de Maghnia et Labasti ( original , 2023).

**Paramètres de mesures**

**4. Morphométrique :** Pour l'ensemble de 211 escargots échantillonnés, notre étude est basée sur ces différents caractères :

**Tableau 2 les paramètres étudiés**

Paramètres quantitatives	Paramètres qualitatives
Poids ( weight).	Couleur de la coquille (Shell color) .
La longueur de la coquille (shell length)	Couleur de la chair (Flesh color)
.	
Hauteur de la coquille ( shell height) .	
Largeur de la coquille ( shell width) .	

#### 4.1 Les logiciels utilisés

Les mesures ont servi à l'élaboration d'une matrice réalisée à l'aide de logiciel Image J et qui a été utilisée pour réaliser différents tests statistiques descriptifs et analytiques grâce au logiciel RStudio, (4.3.0 (2023-04-21)) et logiciel Excel 2016 .

Le poids a été mesuré à l'aide d'une balance électronique.

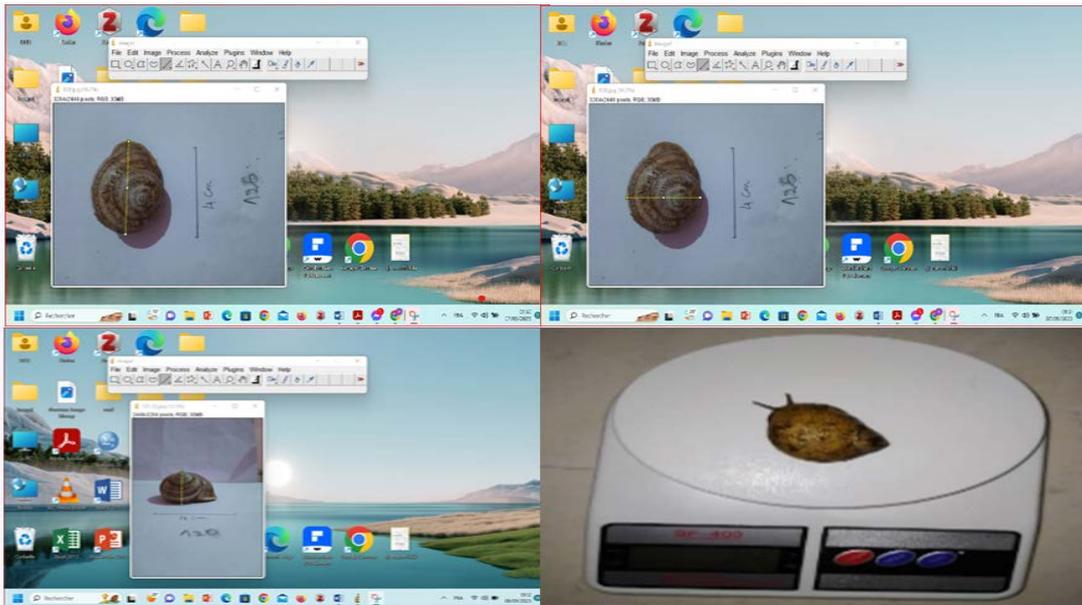


Figure 21 Les mesures du corps d'escargot

### 5. Analyse statistique

#### 5.1 Statistiques descriptifs

##### 5.1.1 Analyse Multi-variée

L'analyse multi variée permet de passer à un niveau d'analyse par la confrontation des différentes distributions pour analyser de façon précise les interactions entre les variables sélectionnées et d'essayer de mettre en évidence des combinaisons plus ou moins systématiques de variables et de dégager les composantes qui structurent les populations étudiées. Les méthodes d'étude de l'ensemble des caractères reposent sur les principes de l'analyse statistique multidimensionnelle (jivotovski , 1985).

### **5.1.2 Analyse en composantes principales (ACP)**

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une méthode d'analyse de données. Elle cherche à synthétiser l'information contenue dans un tableau croisant des individus et des variables quantitatives. Produire un résumé et d'information au sens de l'ACP c'est établir une similarité entre les individus, chercher des groupes d'individus homogènes, mettre en évidence une typologie d'individus.

Quant aux variables c'est mettre en évidence des bilans de liaisons entre elles, moyennant des variables synthétiques et mettre en évidence une typologie de variables. L'ACP cherche d'une façon générale à établir des liaisons entre ces deux typologies (**kouani et al , 2007**).

### **5.1.3 Classification ascendante hiérarchique (CAH)**

Comme les autres méthodes de l'Analyse des données, dont elle fait partie, la Classification a pour but d'obtenir une représentation schématique simple d'un tableau rectangulaire de données dont les colonnes, suivant l'usage, sont des descripteurs de l'ensemble des observations, placées en lignes. L'objectif le plus simple d'une classification est de répartir l'échantillon en groupes d'observations homogènes, chaque groupe étant bien différencié des autres. Le plus souvent, cependant, cet objectif est plus raffiné. On veut, en général, obtenir des sections à l'intérieur des groupes principaux, puis des subdivisions plus petites de ces sections, et ainsi de suite. En bref, on désire avoir une hiérarchie, c'est à dire une suite de partitions « emboîtées », de plus en plus fines, sur l'ensemble d'observations initial (**maurice Roux , 2006**).

### **5.1.4 Analyse de la variance ANOVA**

L'Analyse de la variance et l'analyse factorielle sont des techniques permettant de savoir si une ou plusieurs variables dépendantes (variables à expliquer) sont en relation avec un ou plusieurs variables dites indépendantes (variables explicatives). Sur l'ensemble des variables quantitatives nous devons déterminer s'il existe une différence significative entre les individus par leur emplacement (localités), par les types qui les constituent et par les races existantes dans la région c'est-à-dire l'influence du milieu, de la population et des races sur ces variables quantitatives (**ramousse r, 1996**).

## **Résultats et discussion**

## 1. Résultats des mesures morphométrique du corps de l'escargot

Le test de la normalité a été réalisé avant tout les tests statistiques en utilisant celui de Shapiro Wilk test dans Rstudio, le p-value est égal à 0,09 (supérieur à notre probabilité critique 0,05), alors notre jeu de données suit une distribution normale.

### 1.1 Analyse descriptive

**Tableau 3 les moyennes, écart type, minimum, maximum et médiane des 4 caractères quantitatifs étudiés de population.**

Caractères (cm)	Moyenne	Ecart types	Maximum	Minimum	Médiane
Poids (g)	10,99	5,07	28,00	2,00	11,00
Hauteur de coquille	1,92	0,33	4,02	1,22	1,89
Longueur de coquille	3,87	0,66	5,73	2,07	3,96
Largueur de coquille	3,21	0,53	4,78	2,06	3,24

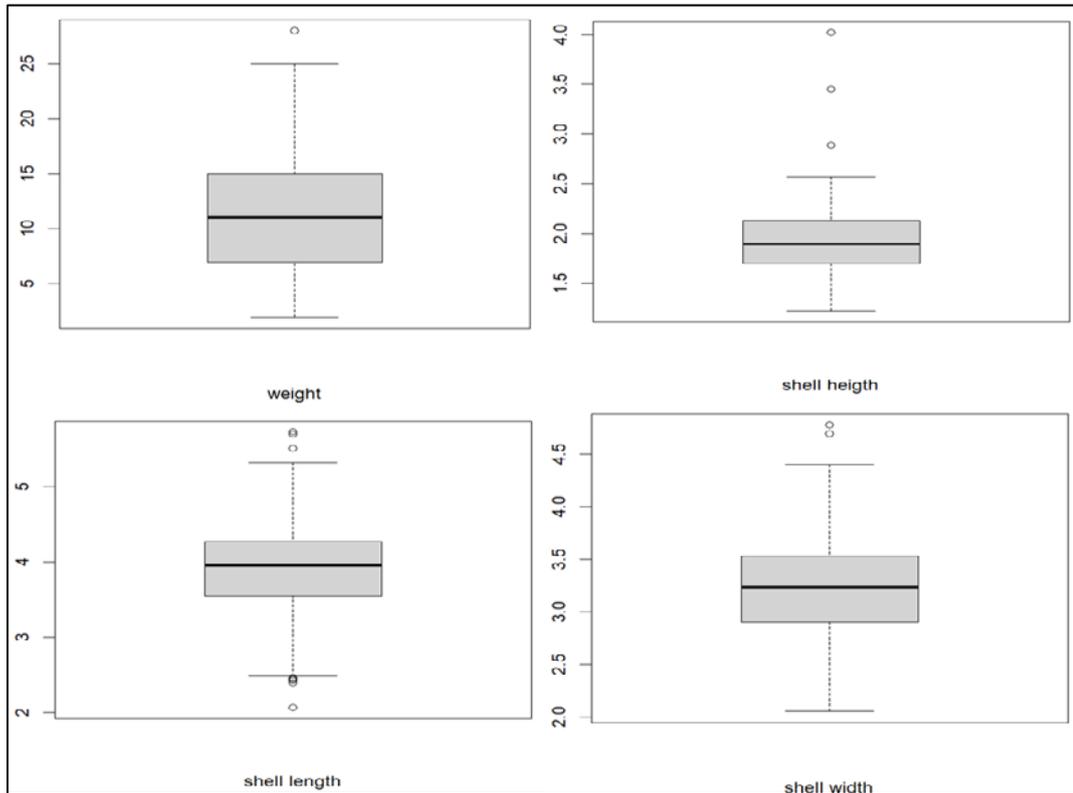
Le tableau 2 ressort ce qui suit :

Que la moyenne de paramètre poids chez la population étudiée soit de 10,99 (g), alors que la résultat du caractère poids de notre étude est supérieur par rapport l'études de (**metahri et al ,2020**)

Que la moyenne de la hauteur de la coquille chez la population étudiée soit de 1,92 cm, longueur, ), alors que la résultat du caractère largueur de notre étude est inferieur par rapport l'études de (**metahri et al ,2020**) .

Que la moyenne de la longueur de coquille chez la population étudiée soit de 3,87 cm. alors que la résultat du caractère longueur de notre étude est supérieur par rapport l'études de (**metahri et al , 2020**) .

Que la moyenne du largeur de coquille chez la population étudiée soit de 3,21 cm. ), alors que la résultat du caractère largeur de notre étude est supérieur par rapport l'études de (**metahri et al ,2020**) .



**Figure 22 Boîtes à moustaches des quatre variables étudiées.**

La Figure 21 montre les boîtes à moustaches des quantiles et des valeurs aberrantes pour les quatre variables étudiées, la médiane est proche du milieu de chaque boîte (variable) dans le graphique ce qui nous indique que les valeurs des données sont à peu près symétriques. Les valeurs aberrantes comme les points extrêmes sont mis en évidence dans la boîte à moustaches de chaque caractère étudié, on explique cela dans cette étude à l'aide de test Mahalanobis (Figure 22).

### 1.2 Distance de Mahalanobis

La figure 22 présente le graphique Distance-Distance pour chaque caractère étudié, qui compare les distances robustes aux distances de Mahalanobis classiques et permet de classer les observations et d'identifier les valeurs aberrantes réelles ainsi que les individus atypiques.

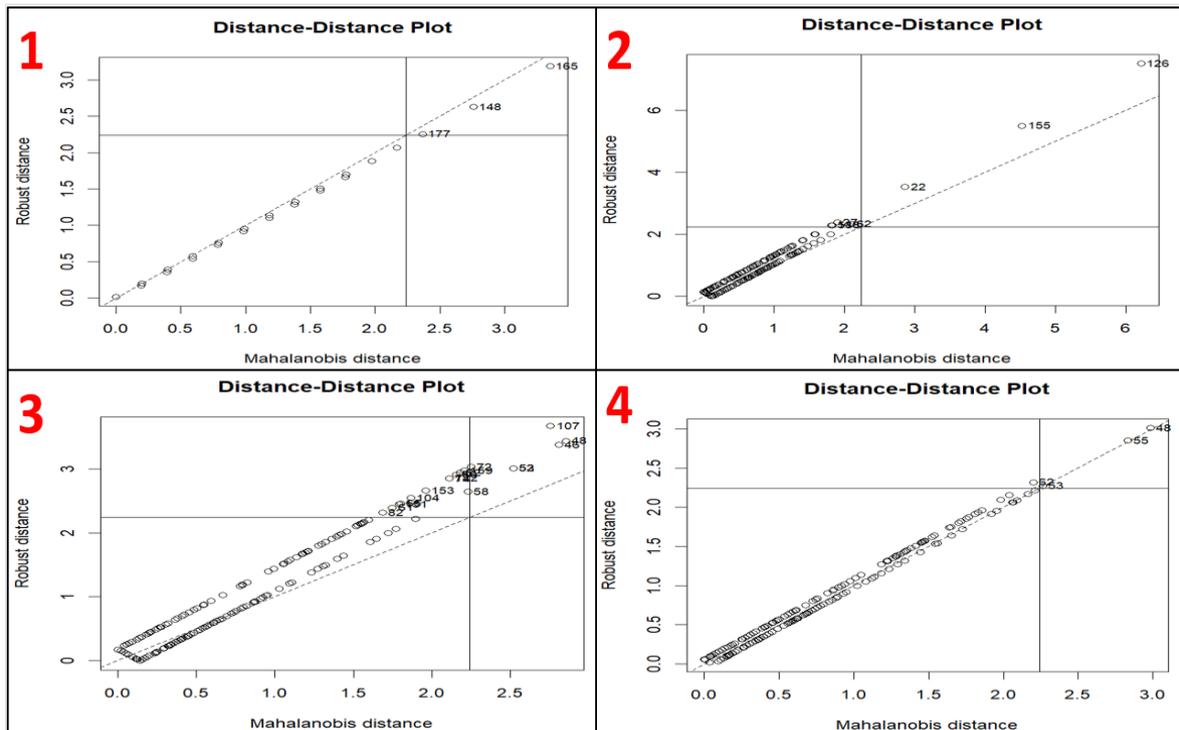
On observe l'existence des individus atypique tels que l'individu 148 et 165 avec des valeurs extrêmes (25 g et 28 g, respectivement) pour le caractère poids de la coquille (**cadre 1**) alors que la moyenne de ce même caractère est de 10,99 g.

Les valeurs observées du caractère hauteur de la coquille (**cadre 2**) de distance-distance plot révèle l'existence des individus atypiques tels que l'individu 22, 155 et 126 avec des valeurs extrêmes (2,9 cm, 3,45 cm et 4,02 cm respectivement), alors que l'étude des analyses descriptives a montré que la moyenne de ce caractère été de 1,92 cm.

Le distance-distance plot du caractère longueur de la coquille (**cadre 3**), a montré qu'il y a des individus atypiques tels que l'individu 52, 46, 48 et 107 avec des valeurs extrêmes (5,5 cm, 5,69 cm, 5,73 cm et 2,07 cm respectivement), alors que la moyenne du même caractère est de 3,87 cm.

On ressort du distance-distance plot du caractère largeur de la coquille (**cadre 4**), qu'il y a des individus atypiques tels que l'individu 55 et 48 qui présentent des valeurs extrêmes pour ce caractère (4,67 cm et 4,78 cm respectivement), ces valeurs sont supérieures de la moyenne présentée de 3,21 cm.

On remarque que tous les individus qui présentent des valeurs extrêmes supérieures à la moyenne pour toutes les variables étudiées et dans différentes régions appartiennent à l'espèce *Otala punctata*. Sur le plan génétique, on peut considérer que les individus atypiques de cette espèce peuvent être sélectionnés, pour la reproduction et la création d'un nouvel élevage qui cible une amélioration génétique.



**Figure 23** Graphique de la robustesse par rapport aux distances classiques pour l'ensemble des variables étudiés.

## Légende

- 1 : Distance-Distance plot de la variable poids.
- 1 : Distance-Distance plot de la variable hauteur de la coquille.
- 3 : Distance-Distance plot de la variable longueur de la coquille.
- 4 : Distance-Distance plot de la variable largeur de coquille.

## 2. Analyse en composante principale (ACP)

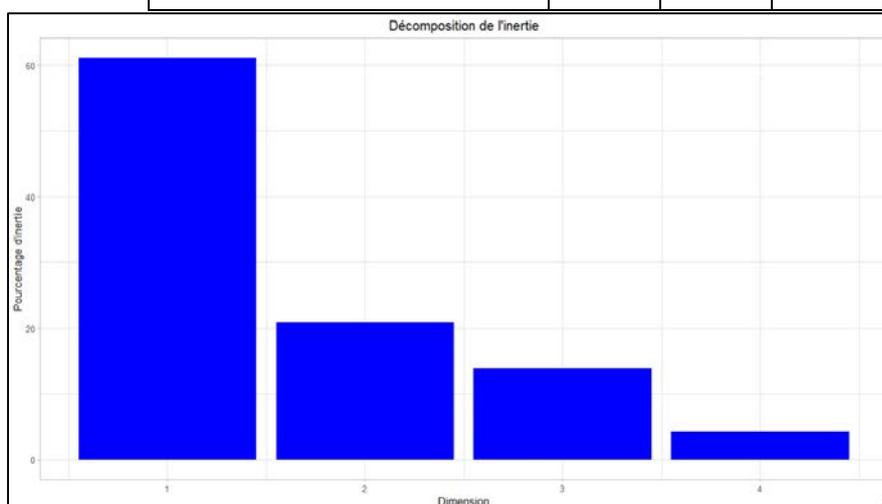
### 2.1 Distribution de l'inertie

L'analyse des graphes ne révèle aucun individu singulier. L'inertie des axes factoriels indique d'une part si les variables sont structurées et suggère d'autre part le nombre judicieux de composantes principales à étudier.

Les 2 premiers axes de l'analyse expriment 82,01% de l'inertie totale du jeu de données, cela signifie que 82,01% de la variabilité totale du nuage des individus (ou des variables) est

représentée dans ce plan. C'est un pourcentage extrêmement élevé, et le premier plan représente donc parfaitement bien la variabilité contenue dans l'ensemble du jeu de données actif. Cette valeur est nettement supérieure à la valeur référence de 57,49%, la variabilité expliquée par ce plan est donc hautement significative.

	<b>Dim.1</b>	<b>Dim.2</b>	<b>Dim.3</b>	<b>Dim.4</b>
<b>Pourcentage de la variance</b>	61,14	20,87	13,79	4,20



**Figure 24 Décomposition de l'inertie totale.**

Le premier facteur est prépondérant : il explique à lui seul 61,14% de la variabilité totale des données. Il convient de noter que dans un tel cas, la variabilité liée aux autres composantes peut être dénuée de sens, en dépit d'un pourcentage élevé.

Une estimation du nombre pertinent d'axes à interpréter suggère de restreindre l'analyse à la description des 1 premiers axes. Cette observation suggère que seul ces deux axes sont porteurs d'une véritable information. En conséquence, la description de l'analyse sera restreinte à ces seuls axes.

**Tableau 4 Pourcentage de la variance de chaque dimension.**

➤ Description de l'ACP

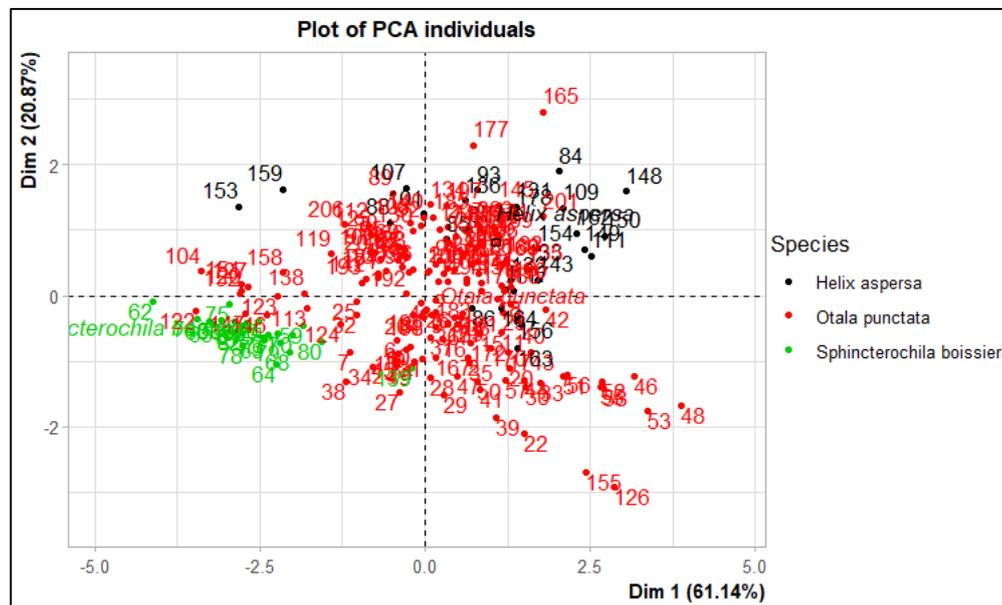
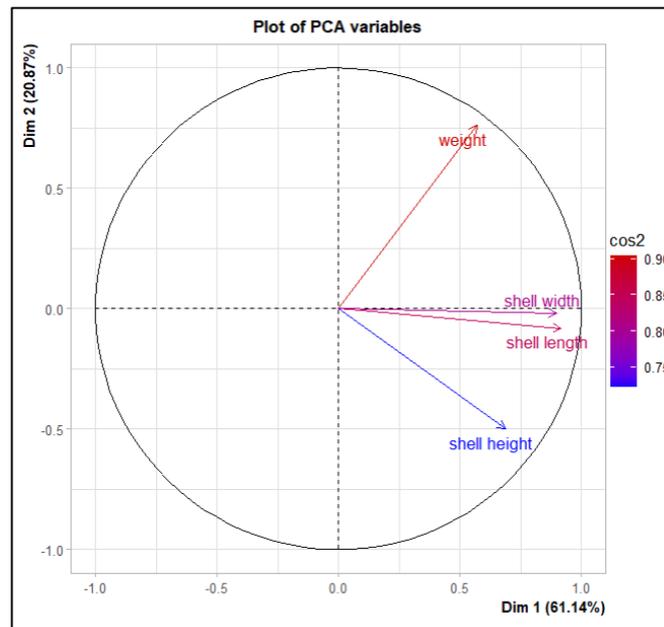


Figure 25 Graphe des individus (ACP).

Les individus libellés sont ceux ayant la plus grande contribution à la construction du plan. Ils sont colorés selon leur appartenance aux modalités espèces. On remarque que les individus tels que 84, 93 et 159 appartiennent à l'espèce *Helix aspersa*, aussi que les individus tels que 7, 22, 53 et 206 sont d'espèce *Otala punctata*, alors que le type d'espèce *Sphincterochila boissieri* regroupe des individus tels que 64 et 80

**Figure 26 Graphe quantitatives**

L'ACP des nous donnent des les caractères population se cercle, ce qui de significativité plan statistique.



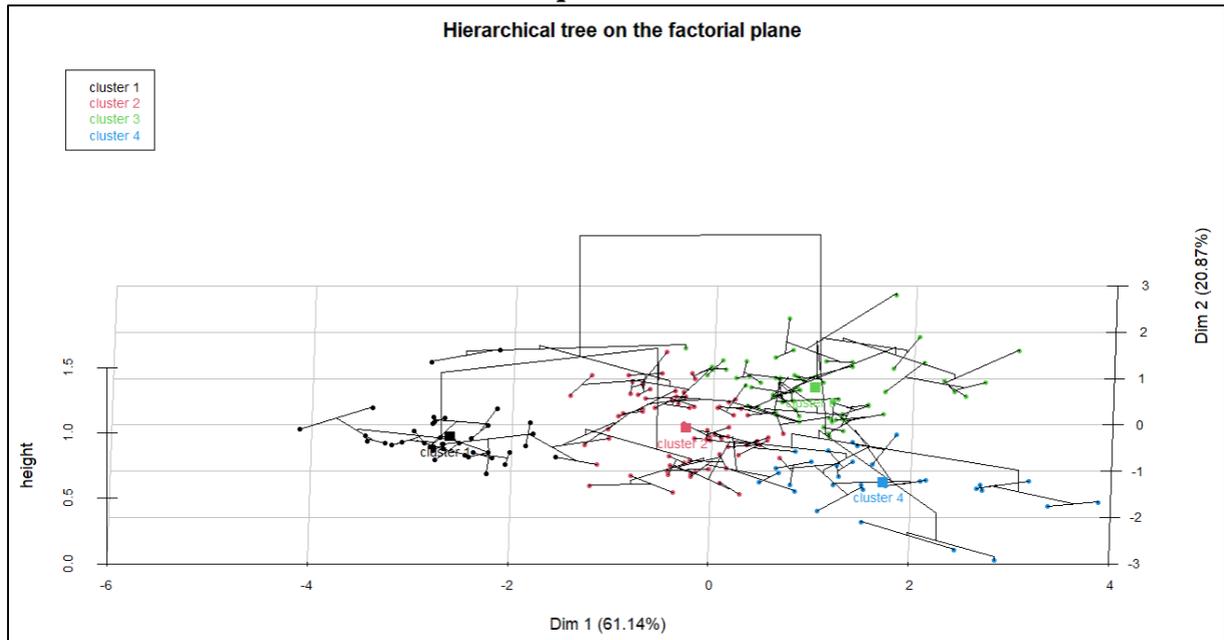
**des variables (ACP) .**

variables étudiées informations que étudier chez cette rapproche du traduit un niveau important sur le

On distingue la formation de trois groupes de caractères. Ceci traduit une corrélation positive entre ces paramètres au niveau de chaque groupe. Le premier groupe comprend le poids, le second groupe regroupe la largeur et la longueur de la coquille et le troisième groupe comprend la variable hauteur de la coquille.

On peut expliquer la corrélation de ces caractères soit par l'influence de gènes, c'est-à-dire que ces caractères sont contrôlés par un certain nombre de gènes en commun soit ces caractères réagissent de la même manière vis-à-vis des conditions environnementales. Pour exclure l'une ou l'autre probabilité il nous faut avoir la situation où la même population évolue dans deux biotopes différents est voir si les corrélations changent, sinon cela veut dire qu'effectivement ces caractères corrélés sont contrôlés par un certain nombre de gènes en commun.

### 3. Classification Ascendante Hiérarchique



**Figure 27 Arbre hiérarchique des individus sur le plan factoriel .**

Cette classification hiérarchique des individus en trois dimensions nous donne comme information que les individus sont coloriés en fonction de l'appartenance à leur classe. Cet arbre hiérarchique montre la proximité entre les individus. Donc on remarque que les classes 2 (apparaît en rouge), 3 (apparaît en vert) et 4 (apparaît en bleu) sont plus proches, on explique cela par la présence des caractères qui sont en commun entre ces deux classes malgré ils sont séparés, et que les classes 1 (apparaît en noire) est bien séparés des autres classes ( **figure 26** )

La classification réalisée sur les individus fait apparaître 4 classes :

- La classe 1 est composée d'individus tels que 62. Ce groupe est caractérisé par :
  - De faibles valeurs pour les variables longueur et largeur de la coquille, poids et hauteur de la coquille (de la plus extrême à la moins extrême).
- La classe 2 est composé d'individus partageant :
  - De faibles valeurs pour la variable largeur de la coquille.
- La classe 3 est composée d'individus tels que 165. Ce groupe est caractérisé par :
  - De fortes valeurs pour les variables poids, largeur de la coquille et longueur de la coquille (de la plus extrême à la moins extrême).

La classe 4 est composée d'individus tels que 48, 126 et 155. Ce groupe est caractérisé par :

- De fortes valeurs pour les variables longueur et hauteur de la coquille et largeur de la coquille (de la plus extrême à la moins extrême).

**Tableau 5 Lien des variables étudiés avec la partition.**

	<b>Eta2</b>	<b>P-value</b>
<b>Longueur de la coquille</b>	0,724	1,446e-57
<b>Largeur de la coquille</b>	0,704	1,86e-54
<b>Poids</b>	0,682	2,744e-51
<b>Hauteur de la coquille</b>	0,420	2,312e-24

On remarque que seules les variables qui ont une liaison significative avec les classes sont reportés dans le tableau. L'intensité de la liaison (eta2) est mesurée par le rapport de corrélation entre la variable quantitative et la variable de classe, On observe si ce rapport de corrélation est significativement différent de 0.

Donc ce tableau nous montre les variables qui permettent de séparer au mieux les classes, c'est-à-dire qui permettent de caractériser la partition. Dans ce cas d'étude la variable longueur de la coquille permet de distinguer au mieux les classes obtenues, avec un eta2 égale à 0,724.

#### **4. Analyse des correspondances multiples (ACM)**

Le graphe des variables qualitatives (**Figure 27**) a montré l'existence d'une corrélation positive entre la modalité espèce et la modalité couleur de la coquille, on explique ces résultats par l'observation que les individus d'espèce *Sphincterochila boissieri* ont une couleur blanche de la coquille, alors que la plupart des individus d'espèce *Otala punctata* ont une couleur marron beige de la coquille et que les individus de l'espèce *Helix aspersa* sont caractérisées par une couleur marron noire de la coquille. On observe que la modalité couleur de la chair est indépendante et n'est pas influencée par une autre variable.

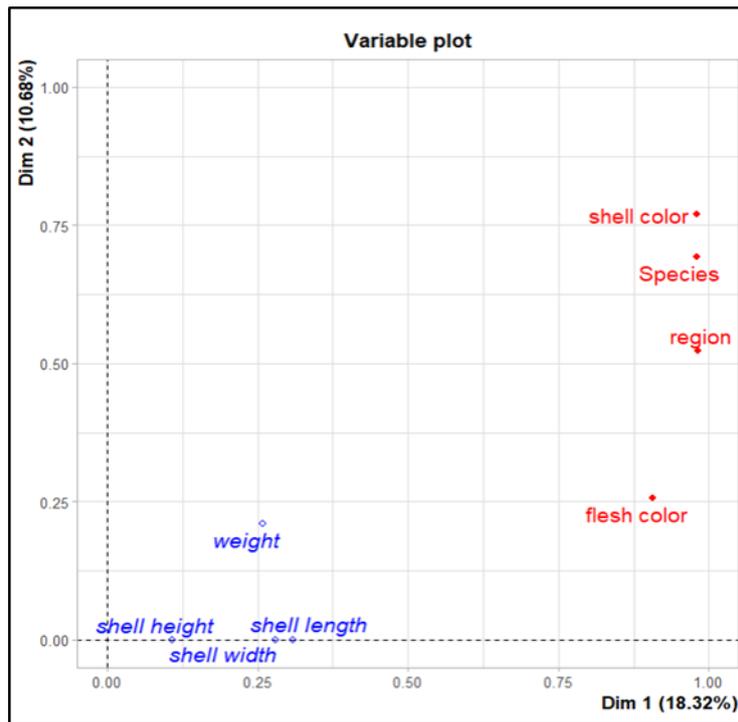


Figure 28 Graphe des variables qualitatives (ACM)

### 5. ANOVA de la population étudiée par le caractère espèce

Tableau 6 anova des caractères étudiés par les espèces

		Nombre	Somme au carré	Valeur de F	Probabilité de F
Poids (g)	L'espèce	3	2501	89,64	0,0000000000000002
	Individus	211	2901		
Hauteur de coquille	L'espèce	3	2,79	13,87	0,0345
	Individus	211	20,96		
Longueur de coquille	L'espèce	3	26,70	44,41	0,0000000000000002
	Individus	211	62,23		
Largueur de coquille	L'espèce	3	16,27	40,55	0,000556
	Individus	211	41,74		

L'analyse statistique par l'ANOVA des espèces a montré qu'il y avait une différence significative entre les individus par rapport à l'ensemble des caractères morphométrique quantitatifs mesurés de la coquille.

**Tableau 7 Test post hoc des différentes espèces et de toutes les mesures corporelles de la coquille.**

Espèces	p adj (Poids)	p adj (Hauteur de coquille)	p adj (longueur de coquille)	p adj (largeur de coquille)
<i>Otala punctata-Helix aspersa</i>	0	0,2343	0,54439	0,41332
<i>Sphincterochila boissieri-Helix aspersa</i>	0	00000059	0	0
<i>Sphincterochila boissieri-Otala punctata</i>	0	0,0000133	0	0

L'effet des types d'espèces d'escargot sur tous les paramètres de mesure corporelle de la coquille étudiés était hautement significatif ( $P < 0,01$ ). Les individus d'espèce *Sphincterochila boissieri* ont enregistré les mesures les plus basses pour le poids, la hauteur de la coquille, la longueur de la coquille et la largeur de la coquille.

## 6. ANOVA de la population étudiée par le caractère région

**Tableau 8 ANOVA des caractères étudiés par les régions**

		Nombre	Somme au carré	Valeur de F	Probabilité de F
Poids (g)	Régions	8	2643	24,19	0,0000000000000002
	Individus	211	2759		
Hauteur de coquille	Régions	8	6,602	9,716	2,21e-11
	Individus	211	17,157		
Longueur de coquille	Régions	8	42,00	22,48	0,0000000000000002
	Individus	211	46,94		
Largeur de coquille	Régions	8	28,16	23,81	0,0000000000000002
	Individus	211	29,86		

L'analyse statistique par l'ANOVA des régions a montrée qu'il y avait une différence significative entre les individus par rapport à l'ensemble des caractères morphométrique quantitatifs mesurés de la coquille.

**Tableau 9 l'ANOVA des régions par rapport à l'ensemble des caractères morphométrique quantitatifs mesurés de la coquille.**

Région	p adj (Poids)	p adj (Hauteur de coquille)	p adj (longueur de coquille)	p adj (largeur de coquille)
Bab el Assa-Ain Temouchent el malah	0,0000000	0,0000541	0,0000211	0,0000312
Ghazaouet-Ain Temouchent el malah	0,0000000	0,0013623	0,0002441	0,0004496
Maghnia-Ain Temouchent el malah	0,0000682	0,0760626	0,0000903	0,0236671
Mascara Ain fekan-Ain Temouchent el malah	0,0000000	0,0000003	0,0053157	0,9672492
Oran labasti-Ain Temouchent el malah	0,2941022	0,8554190	0,0365340	0,0560783
Tlemcen ouzidane-Ain Temouchent el malah	0,2627366	0,0000137	0,0000000	0,0000000
Tlemcen remchi-Ain Temouchent el malah	0,0252880	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Ghazaouet-Bab el Assa	0,8117731	0,9924403	0,9988856	0,9980090
Maghnia-Bab el Assa	0,5074871	0,9011314	0,9999139	0,9757983
Mascara Ain fekan-Bab el Assa	0,7605034	0,9919235	0,7158502	0,0006937
Oran labasti-Bab el Assa	0,0000143	0,0316670	0,7193524	0,6851714
Tlemcen ouzidane-Bab el Assa	0,0000000	0,4974476	0,0002817	0,0005819
Tlemcen remchi-Bab el Assa	0,0000000	0,0949402	0,0000000	0,0000438
Maghnia-Ghazaouet	0,9967832	0,9987483	0,9841147	0,9998620
Mascara Ain fekan-Ghazaouet	1,0000000	0,6983274	0,9999995	0,0081158
Oran labasti-Ghazaouet	0,0043304	0,2094261	0,9561124	0,9559153
Tlemcen ouzidane-Ghazaouet	0,0000000	0,1951900	0,0000484	0,0000899
Tlemcen remchi-Ghazaouet	0,0000000	0,0135415	0,0000000	0,0000032
Mascara Ain fekan-Maghnia	0,9964356	0,4616994	0,6103493	0,1664636
Oran labasti-Maghnia	0,1519539	0,7705244	0,6068507	0,9994377
Tlemcen ouzidane-Maghnia	0,0000013	0,1112324	0,0031292	0,0001090
Tlemcen remchi-Maghnia	0,0000000	0,0084180	0,0000064	0,0000093
Oran labasti-Mascara Ain fekan	0,0024654	0,0012677	0,9999995	0,3461041
Tlemcen ouzidane-Mascara Ain fekan	0,0000000	0,8016364	0,0000013	0,0000000
Tlemcen remchi-Mascara Ain fekan	0,0000000	0,3099678	0,0000000	0,0000000
Tlemcen ouzidane-Oran labasti	0,0033959	0,0014659	0,0000030	0,0000057
Tlemcen remchi-Oran labasti	0,0000220	0,0000061	0,0000000	0,0000001
Tlemcen remchi-Tlemcen ouzidane	0,9999939	0,9999937	0,9992354	0,9999876

L'effet des régions sur tous les paramètres de mesure corporelle des coquilles étudiés était hautement significatif ( $P < 0,01$ ). Les individus de la région Tlemcen Remchi ont enregistré les mesures les plus basses pour le poids, la hauteur de la coquille, alors que les espèces de la région de Ain Témouchent El Malah ont enregistré les plus grandes valeurs pour le caractère hauteur de la coquille et la longueur de la coquille.

### 7. L'indice de diversité de Shannon et Weaver

Nous avons obtenu suite au calcul de l'indice de diversité de Shannon et Weaver et de Pielou H sur Excel un taux égal à 0,88 pour la population étudiée (Cet indice est relativement élevé ce qui est probablement le reflet d'une diversité génétique importante).

**Tableau 10** Indice de diversité de Shannon et Weaver et de Pielou H de chaque caractère étudié.

Caractère	H
Poids	0,93679
Hauteur de la coquille	0,85321
Longueur de la coquille	0,87329
Largeur de la coquille	0,86126
Moyenne	<b>0,88113</b>

### 8. Conclusion

Dans le cadre de l'évaluation des ressources génétiques animales, en général et la diversité des escargots terrestres en particulier Nous avons conclu que cet animal représente une richesse en ressource génétique considérable. Mais il existe très peu d'études s'intéresse à cet animal et prend en considération ces aspects.

D'après les résultats obtenus par ce travail :

- Il ya une différence significative entre les individus par rapport à l'ensemble des caractères morphométrique quantitatifs mesurés de la coquille.
- Il existe un taux élevé de diversité génétique chez la population étudiée, l'indice de Shannon et Weaver est de 0,8113.
- Nous avons observé une corrélation positive entre certains traits étudiés qui peut être expliqué par l'influence de gènes, c'est-à-dire que ces caractères sont contrôlés par un certain nombre de gènes en commun soit ces caractères réagissent de la même manière vis-à-vis des conditions environnementales.

---

***Projet sociaux économique :***

---

## 1. Business model canva :



### 1. Value proposition

- Ingrédients naturel et écologique : la bave d'escargot est un ingrédient naturel obtenu de manière éthique ; car elle est collectée sans nuire aux escargots.
- Propriétés régénérantes et réparatrices : la bave contient des composés bioactifs tels que l'allantoïne .
- Hydratation et nutrition profondeur : la bave est riche en acide glycolique qui aide à exfolier en douceur la peau et améliorer sa hydratation.
- Anti âge : les propriétés antioxydantes et stimulantes du collagène de la bave d'escargot contribuent à réduire l'apparence des rides et des ridules ; et à améliorer l'élasticité de la peau
- Apaisement des irritations et des inflammations : la bave possède des propriétés apaisantes et anti inflammatoires qui peuvent soulager les irritations.



### 2. Customer segments :

- Les personnes à la recherche de solutions anti-âge.
- Les personnes ayant des problèmes de peau spécifiques : La bave d'escargot est connue pour ses propriétés cicatrisantes et apaisantes. Les individus souffrant d'acné, de cicatrices, de taches brunes ou d'autres problèmes cutanés pourraient être intéressés par ces produits pour leurs prétendus bienfaits.
- Les adeptes de produits naturels : Les consommateurs qui privilégient les produits naturels et écologiques.



### 3. Customer Relationship :

- Communication : Maintenez une communication ouverte et transparente avec vos clients. Répondez rapidement à leurs demandes, offrez des informations claires .
- Service client : Offrez un service client de qualité. Soyez aimable, attentif et faites de votre mieux pour résoudre les problèmes ou les préoccupations de nos clients.

Personnalisation : nous essayons de personnaliser notre approche en fonction des besoins et des préférences de chaque client.

- Programme de fidélité : offrons des avantages spéciaux tels que des réductions ; des offres exclusives ; des cadeaux ; ou des points de fidélité.
- Ecoute active : nous Prenons en compte leurs suggestions, leurs préoccupations et leurs commentaires.
- Utiliser les différents canaux de services de communication.



#### **4. Channels :**

- Site web : Un site web est un outil essentiel pour présenter nos produits, partager des informations sur notre entreprise, fournir des conseils d'utilisation, des témoignages clients et permettre aux clients de passer des commandes en ligne. Il peut également inclure un chat en direct pour une assistance instantanée.
- Réseaux sociaux : Les plateformes de médias sociaux telles que Facebook, Instagram, Twitter, YouTube sont des canaux populaires pour interagir avec les clients. Vous pouvez partager des photos et des vidéos de vos produits, répondre aux questions, organiser des concours, partager des tutoriels et créer une communauté en ligne.
- E-mail marketing : L'e-mail marketing est un moyen efficace de rester en contact avec vos clients existants et de développer votre base de données de contacts. Vous pouvez envoyer des newsletters régulières pour partager des nouvelles, des offres spéciales, des conseils beauté, des invitations à des événements, etc. Veillez à personnaliser vos e-mails en fonction des préférences et des intérêts de vos clients.
- Événements et salons professionnels : Participer à des salons professionnels de l'industrie cosmétique et à des événements pertinents vous permet de rencontrer directement vos clients et de leur présenter vos produits en personne. C'est une excellente occasion d'interagir, de recueillir des commentaires et de créer des relations durables.
- Boutique de vents .

- Programmes de fidélité : Mettez en place un programme de fidélité pour récompenser vos clients réguliers et encourager leur engagement continu. Cela peut inclure des offres spéciales, des remises exclusives, des échantillons gratuits, des cadeaux et des invitations à des événements VIP .



### **5. Key partners :**

- Fournisseurs de matière première : huiles essentielles ; Agents épaississants et gélifiants Émoullissants ; Agents conservateurs ... ect .
- Eleveur d'escargot
- Distributeurs et détaillants : jouent un rôle clé dans la distribution des produits aux consommateurs.
- Organisations de certification et de réglementation : les entreprises de produits cosmétiques doivent se conformer aux réglementations et aux normes de l'industrie.
- Fournisseurs de consommables de laboratoire.
- Designers d'emballage.
- Fournisseur des boîtes.
- Boutiques pour vendent nos produits.



### **6. Key activities :**

- Recherche et développement (R&D) : Les entreprises de produits cosmétiques investissent dans la recherche et le développement de nouvelles formulations, de nouveaux ingrédients et de nouvelles technologies.
- Formulation et fabrication : Une activité essentielle consiste à formuler les produits cosmétiques en combinant les ingrédients appropriés dans des proportions spécifiques pour obtenir des produits finis.
- Contrôle de la qualité : Les entreprises de produits cosmétiques mènent des activités de contrôle de la qualité pour s'assurer que leurs produits répondent aux normes de sécurité, de réglementation et de qualité.

- Marketing et promotion : Les activités de marketing et de promotion sont essentielles pour faire connaître les produits cosmétiques et stimuler les ventes.
- Distribution et vente : Les entreprises de produits cosmétiques doivent établir des canaux de distribution efficaces pour rendre leurs produits disponibles aux consommateurs .
- Service clientèle : Fournir un excellent service clientèle est crucial pour maintenir la satisfaction des clients. Cela comprend la réponse aux questions des clients, le traitement des réclamations, la gestion des retours, la fourniture d'informations détaillées sur les produits, les conseils d'utilisation, etc. Un service clientèle réactif et attentionné contribue à fidéliser les clients et à renforcer la réputation de l'entreprise.
- Veille concurrentielle et suivi des tendances : Les entreprises de produits cosmétiques doivent rester à l'affût des tendances de l'industrie et surveiller leurs concurrents. Cela implique une veille concurrentielle, l'analyse des comportements des consommateurs, l'identification des nouvelles opportunités de marché et l'adaptation des stratégies commerciales en conséquence.



## 7. Key Activities :

- Ressources humaines : Les employés et les talents constituent une ressource essentielle.
- Installations de fabrication : Les installations de fabrication sont nécessaires pour produire les produits cosmétiques.
- Matières premières : Les matières premières sont les ingrédients et les composants utilisés dans la fabrication des produits cosmétiques. Cela peut inclure des extraits naturels, des huiles essentielles, des substances actives, des colorants, des conservateurs, des émulsifiants, des agents de texture, des pigments, des contenants d'emballage, etc. L'approvisionnement en matières premières de qualité est crucial pour la production de produits cosmétiques compétitifs.
- Technologie et équipement : Les entreprises de produits cosmétiques utilisent diverses technologies et équipements pour la formulation, la production et le contrôle de qualité de leurs produits.

- **Marque et propriété intellectuelle :** La marque et la propriété intellectuelle jouent un rôle crucial dans l'industrie des produits cosmétiques.
- **Réseaux de distribution :** Les canaux de distribution sont également des ressources importantes pour les entreprises de produits cosmétiques. Cela peut inclure des partenariats avec des détaillants, des distributeurs, des pharmacies, des salons de beauté, des sites de vente en ligne, des spas, etc. Ces réseaux de distribution aident à atteindre les consommateurs finaux et à commercialiser les produits cosmétiques de manière efficace.
- **Capital financier :** Le capital financier est essentiel pour lancer, développer et maintenir une entreprise de produits cosmétiques. Cela peut inclure des investissements initiaux, des fonds pour la recherche et le développement, des dépenses marketing, des coûts de fabrication, des frais généraux, des investissements dans l'expansion, etc. L'accès à des ressources financières adéquates est crucial pour soutenir la croissance et la rentabilité de l'entreprise .



## **8. Cost structure :**

- **Coûts de matières premières :** Les produits cosmétiques nécessitent l'achat de diverses matières premières, telles que des ingrédients actifs, des huiles, des colorants, des conservateurs, des emballages, etc. Les coûts des matières premières peuvent varier en fonction de la qualité et de la quantité requises. (100000 DA).
- **Coûts de fabrication :** Il s'agit des coûts liés à la transformation des matières premières en produits finis. Ils comprennent les coûts de main-d'œuvre, les frais de fabrication, les équipements de production, les tests de qualité et les certifications. (540000 DA).
- **Marketing et publicité :** Les entreprises de produits cosmétiques doivent consacrer des ressources à la promotion de leurs produits. Cela comprend les coûts liés à la publicité, aux campagnes de marketing, aux relations publiques, aux échantillons gratuits, aux événements promotionnels, aux influenceurs et aux stratégies de médias sociaux. (500000 DA) .
- **Distribution et logistique :** Les coûts de distribution des produits cosmétiques incluent le stockage, l'emballage, l'expédition, les frais de transport, la gestion des stocks et les partenariats avec les distributeurs ou les détaillants. (200000 DA).
- **Contrôle de la qualité et conformité réglementaire :** Les entreprises de produits cosmétiques doivent se conformer à des normes de qualité strictes et respecter les réglementations en

matière de sécurité des produits. Les coûts associés comprennent les tests de qualité, les certifications, les audits et les coûts de conformité réglementaire. (170000 DA).



### **9. Revenue streams :**

- Ventes directes aux consommateurs.
- Ventes en gros aux détaillants.
- Ventes en ligne.
- Partenariats et collaborations.
- Soustraction des dépenses opérationnelles : Déduisez les dépenses opérationnelles de la marge brute pour obtenir le bénéfice net. Les dépenses opérationnelles comprennent les frais de marketing, de distribution, de personnel, de location, de recherche et développement, etc .
- Déduction des retours et des remises : Soustrayez les retours de produits et les remises accordées aux clients des ventes brutes. Les retours peuvent se produire lorsque les clients renvoient les produits pour diverses raisons, tandis que les remises peuvent être des réductions de prix accordées pour des promotions ou des offres spéciales.

### **Business model canva**

<p><b>Partenaires</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fournisseurs d'ingrédients. (Huiles essentiels, les cires, les émulsifiants, conservateurs.)</li> <li>✓ Distributeurs et détaillants.</li> <li>✓ Organisations de certification et de réglementation. ( test de toxicité)</li> <li>✓ Fournisseurs d'équipements de laboratoire.( bécher , balance électrique , pipette , des gants et des blouses , PH mètre, des mélangeurs . )</li> <li>✓ Designers d'emballage.</li> <li>✓ Fournisseurs de boites .</li> </ul>	<p><b>Activités</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recherche et développement (R&amp;D) .</li> <li>✓ Formulation et fabrication .</li> <li>✓ Contrôle de la qualité.</li> <li>✓ Marketing et promotion.</li> <li>✓ Distribution et vente .</li> <li>✓ Service clientèle.</li> <li>✓ Veille concurrentielle et suivi des tendances</li> </ul>	<p><b>Propositions de valeur</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ingrédients naturel et écologique .</li> <li>✓ propriétés régénérantes et réparatrices .</li> <li>✓ Hydratation et nutrition profondeur .</li> <li>✓ Anti âge .</li> <li>✓ Apaisement des irritations et des inflammations</li> </ul>	<p><b>Relation</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Communication.</li> <li>✓ Service client.</li> <li>✓ Personnalisation.</li> <li>✓ Programme de fidélité.</li> <li>✓ Ecoute active .</li> </ul> <hr/> <p><b>Canaux</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Communication par les réseaux sociaux .</li> <li>✓ Site web .</li> <li>✓ Email marketing .</li> <li>✓ Événements et salons professionnels .</li> <li>✓ Programme de fidélité .</li> <li>✓ Service clientèle .</li> <li>✓ Boutiques de vents .</li> </ul>	<p><b>Clients</b> </p> <p>Destiné à toutes les personnes qui ont des problèmes de peau ( rides , acnés .... ) .</p>
<p><b>Couts</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Matières premières : 10000 DA .</li> <li>✓ Couts de fabrication : 2000 DA .</li> <li>✓ Marketing et publicité : 50000 DA .</li> <li>✓ Distribution et logistique : 4000 DA .</li> <li>✓ Contrôle de qualité : 2000 DA .</li> </ul>		<p><b>Revenus</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ventes directes aux consommateurs . 2000 Da</li> <li>✓ Ventes en gros aux détaillants . 1000 Da d'une boîte</li> <li>✓ Ventes en ligne . 2800 Da</li> <li>✓ Partenariats et collaborations . 2500 Da</li> <li>✓ Déduction des retours et des remises . 6000 Da</li> <li>✓ Soustraction des dépenses opérationnelles 1500Da</li> </ul>		

## Les références bibliographiques:

**APIA, AGRO-SERVICES /**. 2004. L'élevage d'escargots Etude monographique. 2004. pp. 4-8

**Attia J. (2004)**. Behavioural rhythms of land snails in the field. *Biological Rhythm Research*, 35, 35-41.

**Adamo, Shelley A., et Ronald Chase. 1988.** « Courtship and Copulation in the Terrestrial Snail *Helix Aspersa* ». *Canadian Journal of Zoology* 66 (6): 1446-53. <https://doi.org/10.1139/z88-211>.

**Aboua, (F.) et (K.) Boka. 1996.** Les escargots géants comestibles d'Afrique : quelques aspects physiques et préparation en Côte d'Ivoire. *Nature et Faune*, 12(4) : 2-9.

**Aboua, (F.). 1990.** Chemical composition of *Achatina fulica*. *Tropicultura*, 8 : 3, 121-122.

**Aboua, (F.). 1995.** Proximate analysis and mineral content of two giant African snails consumed in the Ivory Coast. *TropicalScience*, 35(3) : 220-222

**Atienzar, F.A., Jha, A.N., 2006.** The random amplified polymorphic DNA (RAPD) assay and related techniques applied to genotoxicity and carcinogenesis studies: A critical review. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research* p 76.

**Baurand, P.E., 2014.** Embryotoxicité de contaminants métalliques et organiques chez l'escargot *Helix aspersa*. Thèse de doctorat de l'Université de Franche-Comté, p 227 .

**Boué H., Chaton R. (1971).** *Biologie animale-zoologie I. invertébrés*. Ed. Doin, Paris, 376p.

**Bryan, Sloane. 2014.** LE GROS-GRIS *Helix aspersa maxima*. 2014. p. 10.

« Le commerce des escargots – Achat garanti de votre production ». s. d. Consulté le 14 février 2023. <https://snailbreeding.fr/le-commerce-des-escargots/>.

**Charrier M. (1980).** Contribution à la biologie et à l'écophysiologie de l'escargot "Petit-Gris" *Helix aspersa Müller* .(Gastéropode Pulmoné Stylommatophore). In. Université de Rennes I Rennes, p. 330.

**Cédric , Alain. 2014.** guide des mollusques terrestres escargots et limaces. xxxxx. 2014. p. 7 ; 9.

**Chevallier Henry. 1977.** La variabilité de l'Escargot Petit-Gris. 3. 1977. p. 1.

**Cobbinah J.C , Adri Vink ,Ben Onwuka. 2008.** Agrodok 47 - L'élevage d'escargots. 1. 2008. p. 6 ; 72.

**Cobbinah J.C ,Adri Vink ,Ben Onwuka. 2008.** Agrodok 47 - L'élevage d'escargots. 1. p24

**Cobbinah J.C. ,Adri Vink ,Ben Onwuka. 2008.** Agrodok 47 - L'élevage d'escargots. P59.

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

**Cobbinah J.C., Vink A & Onwuka B. (2008).** -L'élevage d'escargots (Production, transformation et commercialisation).Ed. Fondation Agromisa, Wageningen, 84p.

**Dahirel, Maxime. 2014.** THÈSE /Déterminants individuels et environnementaux de la Jean,, Benoit-Olivie,Philippe 2020dispersion chez une espèce hermaphrodite, l'escargot *Cornu aspersum*. 2014. p. 38.

**Daguzan M. (1980).** L'escargot écologiste. Revue science et vie. Paris, p. 95-98.

**El-Wakeil Nabil, Sallam Ahmed. 2014.** Biological and Ecological Studies on Land Snails and Their control. 2014, p. 418.

**FAO**« Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations ». s. d. Consulté le 14 février 2023. <https://www.fao.org/home/en/>.

**FAO**« خدمات النظم البيئية والتنوع البيولوجي | بوابة دعم السياسات والحوكمة | منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة | Policy Support and Governance | Food and Agriculture Organization of the United Nations ». s. d. Consulté le 16 février 2023. <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/ecosystem-services-biodiversity/ar>.

**FAO.2007. s. d.** « Plan d'action mondial pour les ressources zoogénétiques et la Déclaration d'Interlaken ».consulté le 19/03/2023. .<https://www.fao.org/policy-support/policy>

**Gimbert, F., Perrier, F., Caire, A.L., de Vaufléury, A., 2016 .**Mercury toxicity to terrestrial snails in a partial life cycle experiment. Environmental Science and Pollution Research 23(4).

**Grégoire Leroy , et Étienne Verrier. 2021.** « Contribution des ressources génétiques animales aux services écosystémiques liés au développement territorial ». Essais. Revue interdisciplinaire d'Humanités, no Hors-série 6 (mars): 79 - <https://doi.org/10.4000/essais.7438>

**Hodges, G., Gutsell, S., Taylor, N., Brockmeier, E., Butler, E., Rendal, C., Colbourne, J., 2018.** Invertebrate model species in AOP development. systems biology approach to advancing adverse outcome pathways for risk assessment. Springer, 75.

**Hardouin J. , C. Stiévenart et J.T.C. Codjia . 2014 .** L'achatiniculture.

**Jean, Pierrick, Jean-Louis. 1990.** L'escargot *Helix aspersa* biologie - élevage. 1990. Quæ p. 15.

**Jivotovski, 1985, .**Génétique, évolution et environnement .Ed. Mir, Moscou, 39 P.

**Koudande O.D. et Ehouinson M. (1995).** Influence de l'alimentation sur production

**Kouani. A, El Jamali. S et Talbi. M, 2007.** Analyse en composantes principales, P1.

**Marzec, Magdalena. 2022.** « Mobility, Activity and Migration Ability of *Strigillaria Cana* (*Stylommatophora: Clausiliidae*) ». *Folia Malacologica* 30 (4): 234 -45.

<https://doi.org/10.12657/folmal.030.028>.

**M Baaziz. s. d. 2017** « PCR. Marqueurs moléculaires (RAPD, SSR, AFLP) ». biotech-ecolo.net. Consulté le 20 mars 2023. <https://www.biotech-ecolo.net/diversite-genetique-mesures/marqueurs-moleculaires-PCR.html>

**Nicolai Annegret. 2010.** Thèse soutenue The impact of diet treatment on reproduction and thermophysiological processes in the land snails *Cornu aspersum* and *Helix pomatia*. 2010. p. 15 ; 16.

**otchoumou , m. dupont-nivet et h. dosso** les escargots comestibles d'afrique :effet de la teneur en calcium alimentaire sur les performances de croissance d'*achatina achatina* (Linné,1758). . 2005, *Agronomie Africaine*, p. 82.

**Pirame S.L. (2003).** Ecole nationale vétérinaire- Toulouse : Contribution à l'étude de la pathologie estivale de l'escargot petit-gris (*helix aspersa*) : Reproduction expérimentale

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

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

**Ramousse.R ;Le Berre.M ;Le Guelte.L,1996.** Introduction aux Statistique

**Watson, Robert T, Ivar A Baste, Anne Larigauderie, Paul Leadley, Unai Pascual, Brigitte Baptiste, Sebsebe Demissew, et al. 2019.** « members of the management committee who provided guidance for the production of this assessment »: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579> .

<https://snailbreeding.fr/le-commerce-des-escargots/2023-02-14>

<https://inspection.canada.ca/protection-des-vegetaux/especes-envahissantes/nematodes-escargots-et-autres/escargot-petit-gris/fiche-de-renseignements/fra/1326334238293/1326341285764> .2023-02-14

<https://www.algerie-dz.com/forums/village/22402-l-escargot-oranais-en-europe>. 2023-02-16

<https://www.zoom-nature.fr/levolution-dun-escargot-sous-la-loupe-des-sciences-participatives/2023-02-27>.

<https://www.gireaud.net/genetique.htm> .2023-03-05

[http://www.cbsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/CPSG%20Principles%20%26%20Steps\\_French.pdf](http://www.cbsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/CPSG%20Principles%20%26%20Steps_French.pdf).2023-03-10

<https://fr.climate-data.org/afrique/algerie-164/>.

<https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/6226/amplification-aleatoire-de-l-adn-polymorphe> .

## ملخص

التنوع البيولوجي في الجزائر أمر بالغ الأهمية لمعرفة هذا التنوع قمنا بإجراء دراسة لقياسات اجسام 211 من الحلزون موزعين على 4 ولايات غرب الجزائر (تلمسان , وهران , معسكر , عين تموشنت). تتمثل هذه القياسات في P , HC , LC , LGC , مع مراعات اللون المختلف للقشرة و لحم الحلزون CC , CCH . مؤشر Shannon et Weaver المحسوب يعطي قيمة 0,8113 مما يشير الى وجود نسبة عالية من التنوع الوراثي .  
**الكلمات المفتاحية :** التنوع البيولوجي, الجزائر, الحلزون , قشرة , لحم , التنوع الوراثي .

## Résumé

La biodiversité en Algérie est d'une importance capitale . Pour connaitre cette diversité nous avons mené une étude les mesures corporelles de 211 escargots répartis dans 4 wilayas de l'ouest de l'Algérie ( Tlemcen , Oran , Ain-Témouchent , Mascara). Les mesures prises comprenaient P , HC,LC et LGC . Notant la couleur différente de la coquille CC et la chair CCH d'escargots. L'indice de Shannon et Weaver calculé est de 0,8113 ce qui montre qu'il y'a un taux de diversité génétique élevé.

**Mots clés :** La biodiversité , Algérie , escargot , coquille , la chair d'escargots.

## Abstract :

Biodiversity in Algeria is of Paramount importance. To understand this diversity , we conducted a study on the body measurements of 211 snails across 4 provinces in western Algeria ( Tlemcen , Oran , Ain-Témouchent , Mascara ). The measurements included P , HC , LC and LGC , noting the different colors of the shells CC and flesh CCH. The calculated Shannon and Weaver index is 0.8113, indicating a high level of genetic diversity.

**Keywords:** Biodiversity, Algeria, snail ,shells , flesh , genetic diversity.