

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union – Discipline – Travail

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Année Universitaire 1998-1999

N° d'ordre : 301 / 99

THESE

Présentée à

L'UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE (**BIOSCIENCES**)

De

L'UNIVERSITE DE COCODY-ABIDJAN

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE 3^{ème} CYCLE

Spécialité : Physiologie Animale

Par

Jean-Marc ATEGBO

Sur le thème :

**MESURE DES ETATS COMPORTEMENTAUX ET DES
EFFETS DE QUELQUES FACTEURS ABIOTIQUES SUR LA
CROISSANCE ET LA REPRODUCTION DE L'ESCARGOT
ACHATINA ACHATINA (LINNE)**

Soutenue publiquement le 22 Avril 1999

Devant la commission d'examen :

MEMBRES DU JURY :

Président : FOUA-BI Kouakou, Professeur (Université de Cocody)

Examineurs : AÏDARA Daouda, Professeur (Université d'Abobo-Adjamé)

TAKO Némé Antoine, Maître-assistant (Université de Cocody)

ASSI Bessekou Denis, Assistant (Université de Cocody)

ZONGO Daniel, Maître-assistant (ESA/INP-HB)

JE DEDIE CETTE THESE A :

Samuel (in memoriam).

Tu es vivant et bien vivant, en moi, avec moi, et ton esprit chaque jour m'inspire et me conduit.

Elisabeth.

Aujourd'hui maman, savoure les fruits de ton amour, de ta bonté et de ton abnégation.

Nicole Hortense.

Ton amour m'a soutenu ; tu as été un recours affectif et moral très précieux, toujours disponible. Sincères gratitude.

Asline, Arnould, Anicet.

J'espère pouvoir vous donner au moins autant que j'ai reçu. Je le souhaite ardemment chers enfants. J'implore le Seigneur de m'y aider. Je vous aime.

AVANT-PROPOS

REMERCIEMENTS

Cette partie de thèse n'est généralement lue que par des gens qui cherchent s'ils n'ont pas été oubliés et qui, bien sûr, sont déçus s'ils l'ont été.

Il m'est réellement impossible de remercier nommément toutes les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de cette thèse sans fournir une liste de quelques centaines de noms, ce qui ne serait pas passionnant et de plus entraînerait forcément des oublis.

Qu'il me soit donc permis de remercier globalement et ces remerciements n'en seront pas moins sincères, toutes celles et tous ceux qui, depuis le début, ont permis la réalisation de ce travail.

A NOS MAITRES ET JUGES

- Nous exprimons toute notre gratitude à Monsieur le Professeur Kouakou FOUA-BI de l'Université de Cocody, pour avoir spontanément accepté, malgré ses nombreuses occupations, d'examiner ce mémoire et pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury de cette thèse.

Qu'il soit assuré de notre profond respect.

- Nous tenons à remercier notre Maître, Monsieur le Professeur Daouda AÏDARA, Président de l'Université d'Abobo-Adjamé, pour avoir accepté de prendre la direction scientifique de ce travail. Grâce à votre appui, nous avons intégré le Centre Achatinicole de Recherche et d'Information d'Abidjan (CARIA) dirigé par le Dr Daniel ZONGO.

Nous vous exprimons toute notre gratitude pour votre confiance et vos encouragements.

- Que le Dr Némé A. TAKO, Maître-Assistant à l'Université de Cocody, trouve ici l'expression de notre respectueuse reconnaissance pour avoir accepté d'examiner ce mémoire et de faire partie de ce jury.

Qu'il soit assuré de notre respectueuse gratitude.

- Nos remerciements vont également au Dr Bessekou D. ASSI, Assistant à l'Université de Cocody qui a bien voulu faire partie de ce jury.

Qu'il trouve ici notre respectueuse et bien vive reconnaissance.

- Nous sommes honoré et fier, Dr Daniel ZONGO, Maître-Assistant à l'Ecole Supérieure Agronomique, Institut National Polytechnique, Yamoussoukro, de compter désormais parmi vos élèves, vous dont le nom est synonyme de rigueur, humilité, probité intellectuelle et esprit de justice.

Amoureux du travail bien fait et de l'effort, vous avez toujours dirigé le CARIA avec une poigne qui n'altère pas cependant votre sens élevé d'humanisme à l'égard de tous vos collaborateurs que vous connaissez, respectez et guidez comme un bon père de famille.

L'esprit de fraternité et de solidarité que vous avez instauré au CARIA est éloquent, unique et exemplaire.

Nous vous remercions pour votre importante contribution dans la réalisation de ce travail.

- Nous exprimons notre reconnaissance à notre Maître, Monsieur le Professeur Karim L. DRAMANE de l'Université Nationale du Bénin, pour son enseignement, pour nous avoir accueilli au Département de Physiologie Animale et pour l'intérêt qu'il a toujours manifesté pour nos préoccupations.

Qu'il soit assuré de notre sincère gratitude.

- Nous tenons enfin à exprimer notre reconnaissance à Monsieur le Professeur Antoine PEYRE, pour nous avoir fait profiter au Bénin, de son enseignement et pour avoir facilité notre inscription à l'Université Pierre-Marie CURIE (Paris 6) pour la préparation du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA).

Nous vous adressons, cher Maître, nos plus vifs remerciements pour vos conseils et vos encouragements bienveillants.

SOMMAIRE

AVANT – PROPOS	
INTRODUCTION.....	1
I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1. SYSTEMATIQUE.....	5
2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE.....	6
3. DONNEES ANATOMIQUES.....	8
3.1. Anatomie externe.....	8
3.1.1. La tête.....	8
3.1.2. Le pied.....	8
3.1.3. La coquille.....	8
3.2. Anatomie interne.....	11
4. L'ESPECE DANS SON MILIEU.....	14
4.1. Rythme de vie.....	14
4.2. Etats comportementaux.....	14
4.3. Influence des facteurs abiotiques.....	15
4.3.1. L'humidité.....	15
4.3.2. La température.....	15
4.3.3. La lumière.....	15
4.3.4. Le vent et l'air.....	15
4.3.5. Le sol.....	15
4.3.6. L'alimentation.....	16
5. LA CROISSANCE.....	16
6. LA REPRODUCTION.....	17
6.1. Maturité sexuelle.....	17
6.2. Accouplement.....	18
6.3. Oviposition.....	18
6.4. Incubation et éclosion.....	19
II. MATERIEL ET METHODES.....	20
2.1. MATERIEL.....	21
2.1.1. Cadre expérimental.....	21
2.1.1.1. La zone d'élevage sous abri.....	21
2.1.1.2. La ferme expérimentale.....	21
2.1.1.3. Données climatiques générales.....	21
2.1.2. Matériels.....	22
2.1.2.1. Matériel animal.....	22
2.1.2.2. Matériel technique.....	23
2.1.2.3. Matériel végétal et autres aliments.....	25
2.1.2.4. Autre matériel.....	25
2.1.2.5. Instruments de mesure.....	26
2.2. METHODES.....	26
2.2.1. Etude expérimentale.....	26
<u>Expérimentation 1</u> : MESURE DES ETATS COMPORTEMENTAUX DE L'ESCARGOT <i>ACHATINA ACHATINA</i> (LINNE).....	26
<u>Test 1</u> : Note d'état comportemental et mesure des états Comportementaux de l'escargot <i>Achatina achatina</i> (L.).....	26
<u>Test 2</u> : Relations entre la NEC et l'activité locomotrice.....	27
<u>Test 3</u> : Relations entre la NEC et l'activité en semi-liberté.....	27
<u>Test 4</u> : Relations entre l'activité locomotrice	

Et les conditions atmosphériques diurnes.....	28
Test 5 : Effet d'un jeûne limité et d'un stimulus alimentaire sur les états comportementaux de <i>Achatina achatina</i> (L.).....	30
Expérimentation 2 : EFFETS DE QUELQUES FACTEURS ABIOTIQUES SUR LA CROISSANCE ET LA REPRODUCTION.....	33
Essai 1 : Préférences alimentaires.....	33
Essai 2 : Capacité d'ingestion alimentaire.....	33
Essai 3 : Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance des Achatines.....	33
Essai 4 : Influence de la densité d'élevage sur les performances de la reproduction de l'escargot <i>Achatina achatina</i> (L.).....	34
2.2.2. Mesures effectuées.....	35
2.2.3. Analyses statistiques des résultats.....	39
III. RESULTATS – DISCUSSION.....	40
CHAPITRE I : MESURE DES ETATS COMPORTEMENTAUX DE L'ESCARGOT <i>ACHATINA ACHATINA</i> (LINNE).....	41
1.1. Applicabilité du concept de mesure des états comportementaux.....	41
1.1.1. Mesure des états comportementaux.....	43
1.1.2. Relations entre la NEC et l'activité en semi-liberté.....	43
1.1.3. Relations entre l'activité locomotrice en semi-liberté et les conditions atmosphériques diurnes.....	45
1.2. Effet d'un jeûne limité et d'un stimulus alimentaire sur les états comportementaux de <i>Achatina achatina</i> (L.).....	46
1.2.1. Effet de l'arrosage sur les états comportementaux de <i>Achatina achatina</i> (L.).....	47
1.2.2. Effet de l'arrosage sur l'activité de l'escargot en présence d'un stimulus alimentaire.....	50
1.2.3. Effets combinés de l'arrosage et d'un stimulus alimentaire sur l'activité de <i>Achatina achatina</i> (L.).....	50
1.3. Discussion-Conclusion.....	50
1.3.1. Applicabilité du concept de mesure des états comportementaux.....	50
1.3.1.1. Mesure des états comportementaux et de l'activité locomotrice.....	50
1.3.1.2. Relations entre la NEC et l'activité en semi-liberté.....	51
1.3.1.3. Relations entre l'activité locomotrice et les conditions atmosphériques.....	52
1.3.2. Effet d'un jeûne limité et d'un stimulus alimentaire sur les états comportementaux de <i>Achatina achatina</i> (L.).....	53
1.3.2.1. Effet de l'arrosage sur les états comportementaux de <i>Achatina achatina</i> (L.).....	53
1.3.2.2. Effet de l'arrosage sur l'activité chez <i>Achatina achatina</i> (L.).....	54
1.3.3. Conclusion.....	55
CHAPITRE II : EFFETS DE QUELQUES FACTEURS ABIOTIQUES SUR LA CROISSANCE ET LA REPRODUCTION.....	56
2.1. Etude de quelques fourrages verts et aliments concentrés consommés par l'escargot <i>Achatina achatina</i> (L.).....	56
2.1.1. Consommation de quelques fourrages verts en fonction de la taille de <i>Achatina achatina</i> (L.).....	56
2.1.2. Consommation alimentaire et capacité d'ingestion.....	58

2.2. Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance des Achatines...	59
2.3. Influence de la densité d'élevage sur les performances de la reproduction de l'escargot <i>Achatina achatina</i> (L.).....	66
2.3.1. Caractérisation de l'aptitude des reproducteurs à la ponte.....	66
2.3.2. Durée d'incubation et taux d'éclosion.....	69
2.4. Discussion-conclusion.....	71
2.4.1. Etude de quelques fourrages verts et aliments concentrés consommés par l'escargot <i>Achatina achatina</i> (L.).....	71
2.4.2. Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance Achatines.....	73
2.4.3. Influence de la densité d'élevage sur les performances de la reproduction de l'escargot <i>Achatina achatina</i> (L.).....	75
2.4.3.1. Influence de la densité.....	75
2.4.3.2. Reproduction et conditions atmosphériques.....	76
2.4.3.3. Durée d'incubation et taux d'éclosion.....	77
2.4.4. Conclusion.....	78
CONCLUSION GENERALE.....	79
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	81
ANNEXE.....	89

LISTE DES ABREVIATIONS

CARIA : Centre Achatinique de Recherche et d'Information d'Abidjan

ESA : Ecole Supérieure Agronomique

INP-HB : Institut National Polytechnique FELIX HOUPHOUET-BOIGNY

NEC : Note d'état Comportemental

FAO: Food and Agricultural Organization of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'agriculture)

LISTE DES PHOTOS

PHOTO 1 : Enceinte utilisée pour l'étude de l'activité
de *Achatina achatina* (L.) en semi-liberté.....29

PHOTO II : Bacs d'élevage utilisés pour la répartition
des quatre sous-lots d'achatines constitués après le jeûne de 30 jours.....32

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : Répartition géographique des escargots géants africains.....	7
FIGURE 2 : Morphologie générale de l'escargot "Gros-Rouge" <i>Achatina achatina</i> (Linné).....	9
FIGURE 3 : Description et mensuration de la coquille chez l'escargot <i>Achatina achatina</i> (Linné).....	10
FIGURE 4 : Sole pédieuse et partie molle cachée dans la coquille chez <i>Achatina achatina</i> (Linné).....	12
FIGURE 5 : Appareil reproducteur de l'escargot <i>Achatina achatina</i> (Linné).....	13
FIGURE 6 : Schéma récapitulatif du protocole expérimental de l'essai sur l'effet d'un jeûne limité et d'un stimulus alimentaire sur les états comportementaux de <i>Achatina achatina</i> (Linné).....	31
FIGURE 7 : Relation entre l'activité locomotrice et la note d'état comportemental chez l'escargot <i>Achatina achatina</i> (Linné).....	42
FIGURE 8 : Organisation du comportement en semi-liberté de <i>Achatina achatina</i> (Linné)...	44
FIGURE 9 : Relation entre la NEC et le temps de latence pour entrer en contact avec un stimulus alimentaire.....	49
FIGURE 10 : Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance pondérale de <i>Achatina achatina</i> (Linné).....	61



INTRODUCTION

Dans de nombreuses régions d'Afrique, la forêt fait depuis longtemps partie intégrante des stratégies de sécurité alimentaire. En Afrique sub-saharienne, les populations, tant rurales qu'urbaines, y trouvent une part non négligeable de leurs protéines en exploitant mais aussi parfois, hélas, en surexploitant la faune sauvage, depuis les termites jusqu'aux éléphants. Par exemple au Ghana, près de 75% de la population consomment régulièrement des animaux sauvages ; au Libéria, 70 %, au Botswana, 60 % et en Cote d'Ivoire, 69 a 75 % (ZONGO, 1996).

La disponibilité continue de cette source insoupçonnée de protéines de haute valeur nutritionnelle pour l'homme, suppose cependant la disponibilité et le maintien d'habitats adéquats. Or, de nos jours, une surexploitation couplée à des changements drastiques de l'habitat menace cette disponibilité.

La mise au point de techniques d'élevage rationnelles de production afin de régulariser, voire même d'augmenter les approvisionnements, améliorerait la situation.

L'élevage en captivité de petits gibiers tels que l'aulacode, le cricétome, le cochon d'Inde ou les escargots géants africains a été regroupé sous la dénomination de mini-élevage, lors du séminaire sur l'élevage des Invertébrés aux Philippines (HARDOIN et STIEVENART, 1992). Le mini-élevage permet l'exploitation contrôlée et durable d'espèces animales locales dans le respect de l'environnement.

La zootechnie de l'escargot géant *Achatina achatina* (Linné) à laquelle nous nous intéressons dans le présent travail, suppose la connaissance des paramètres éthologiques de croissance, de reproduction, d'engraissement, de mortalité, et la détermination des facteurs limitants. Des travaux intéressants ont été effectués en vue de cette connaissance par de nombreux auteurs parmi lesquels on peut citer HODASI (1974, 1979, 1984), HEYMANS et EVRARD (1972), AJAYI *et al.*, (1978), ZONGO *et al.*, (1990) et EGONMWAN (1991).

Le choix du modèle biologique a été guidé par le fait que *Achatina achatina* (Linné) est la principale espèce consommée en Afrique de l'Ouest ; il ne fait l'objet, au contraire des deux autres espèces rencontrées en Côte d'Ivoire, *Achatina fulica* (Bowdich) et *Archachatina ventricosa* (Gould), d'aucun tabou. De plus, il se présente comme l'espèce la plus prolifique, ce qui est intéressant du point de vue zootechnique (ZONGO *et al.*, 1990).

Le but de cette étude est de mesurer les états comportementaux de l'escargot géant *Achatina achatina* (Linné) et de voir, à travers l'examen des relations qui pourraient exister

entre la note d'état comportemental (NEC) et quelques paramètres comportementaux, si ce concept peut s'appliquer aux escargots géants terrestres africains.

Il s'agit également de déterminer la réaction de *Achatina achatina* (Linné) face à une carotte, suite à une période de privation alimentaire et / ou hydrique.

La capacité d'ingestion et les préférences alimentaires de l'escargot *Achatina achatina* (Linné) ont été aussi étudiées, de même que les effets de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance. Enfin, l'influence de la densité d'élevage sur les performances de la reproduction a été examinée.



CHAPITRE I
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I-SYSTEMATIQUE

La position systématique des escargots géants d'Afrique est très controversée, et celle de *Achatina achatina* (Linné) dans le règne animal reste encore mal connue (MEAD, 1950 ; GRASSE *et al.*, 1961). Cependant, elle peut se résumer ainsi :

- Embranchement des Mollusques : les mollusques sont des animaux à corps mou, sans squelette. Cet embranchement comprend sept classes dont celle des Gastéropodes à laquelle appartiennent les escargots ;
- Classe des Gastéropodes : elle concerne des animaux présentant un enroulement et une torsion dans la région dorsale. Le manteau suit ces déformations et il en résulte une coquille enroulée en spirale ;
- Sous-classe des Pulmonés : cette sous-classe comprend des mollusques dotés d'un poumon richement vascularisé qui débouche à l'extérieur par un orifice pulmonaire appelé pneumostome.
- Ordre des Stylommatophores : suivant les caractéristiques des tentacules et la position des yeux, on répartit les escargots en deux groupes : les Basommatophores, qui sont des animaux d'eau douce et ont leurs yeux situés à la base d'une unique paire de tentacules, et les Stylommatophores qui sont des animaux terrestres, avec deux paires de tentacules rétractiles ;
- Famille des Achatinidae : cette famille comprend trois genres principaux dont deux présentent actuellement un grand intérêt pour l'achatiniculture : *Achatina Lamarck* et *Archachatina Albers*. Ces deux genres se différencient l'un de l'autre par la coquille, le nombre d'œufs pondus, la partie femelle de l'appareil reproducteur et la couleur... (HODASI, 1984 ; ZONGO *et al.*, 1990)

Quatre espèces du genre *Achatina* ont été identifiées ; ce sont :

- *Achatina (Achatina) fulica* (Bowdich)
- *Achatina (Achatina) Achatina* (Linné)
- *Achatina (Achatina) monochromatica* (Pilsbry)
- *Achatina (Achatina) bateata* (Raeve)

Seules les deux premières espèces sont rencontrées en Côte d'Ivoire ; elles présentent, selon ZONGO *et al.*, (1990), les caractéristiques suivantes :

- *Achatina fulica* (B.), communément connu sous le nom «d'escargot des jardins et des jachères», a une coquille fragile, de coloration sombre à marron, avec un poids vif pouvant atteindre 150 g à l'âge adulte. Originaire de l'Afrique de l'Est, son introduction en Côte d'Ivoire est relativement récente. En revanche, il fait l'objet d'un commerce international florissant entre la France, la Chine et la province de Taiwan (ELMSLIE, 1982 ; ZONGO *et al.*, 1990).
- *Achatina achatina* (L.), connu sous le nom de «Gros-rouge» (ZONGO *et al.*, 1990), est la principale espèce consommée en Côte d'Ivoire. Sa coquille, plus ventrue et plus résistante, présente des bandes sombres en zigzag sur fond marron clair. Il pèse 100 à 300 g à l'âge adulte.

2- REPARTITION GEOGRAPHIQUE

L'aire de répartition géographique du genre *Achatina* est essentiellement limitée à l'Afrique au Sud du Sahara ainsi que le montre la figure 1 (PILSBRY, 1919). Les limites septentrionales de son biotope sont la Gambie à l'Ouest et la région du Lac Tchad à l'Est ; les limites méridionales s'étendent jusqu'au fleuve Orange, en passant par la République Démocratique du Congo (ex-Zaire) et l'Angola.

Ce genre se rencontre aussi en Afrique Orientale, de même que dans certains pays de l'Océan Indien (Madagascar).

L'espèce *Achatina achatina* (L.) est présente dans toute la zone forestière ouest-africaine.



Figure 1 : Répartition géographique des escargots géants africains

(Source: Pilsbry, 1919)

3- DONNEES ANATOMIQUES

3.1. Morphologie

Le corps de l'escargot *Achatina achatina* (L.) comprend : la tête, la masse des viscères contenus dans une coquille univalve et le pied avec lequel l'animal rampe.

3.1.1. La tête

Placée à l'extrémité antérieure du corps et bien différenciée, la tête porte deux paires de tentacules rétractiles. Les tentacules supérieurs, plus longs, portent à leurs extrémités les organes de la vue ; les tentacules inférieurs, plus courts, servent au toucher.

La tête comprend naturellement la bouche qui, placée en position médiane, est pourvue d'un appareil masticateur caractéristique.

3.1.2. Le pied

La partie de base du corps, épaisse, aplatie et visqueuse, portant le mollusque et la coquille, s'appelle le pied (Figure 2). Ce pied permet à l'escargot de se déplacer par reptation, mais la progression se fait par les ondes successives qui se propagent le long de la sole pédieuse.

3.1.3. La coquille

L'escargot est un mollusque dont la coquille, univalve, est constituée par l'agencement tubulaire de sections ovales d'une spire hélicoïdale dextre, qui s'enroule autour d'un axe vertical plein appelé la columelle (Figure 3). Le dernier tour de cette spire aboutit à l'ouverture de la coquille limitée par le péristome.

Du point de vue structural, la coquille est constituée de trois couches différentes secrétées par le manteau (ROUSSELET, 1979). De l'extérieur vers l'intérieur, on distingue :

- le périostracum qui est une mince couche cuticulaire de conchyoline qui couvre la coquille et la rend luisante ;
- l'ostracum qui est l'ossature de la coquille et qui est constitué de calcaire ayant cristallisé au sein d'une matrice protéique ;

l'hypostracum formé de carbonate de calcium et de conchyoline.

Le poids moyen de la coquille représente entre 27 et 35 % du poids total de l'animal.

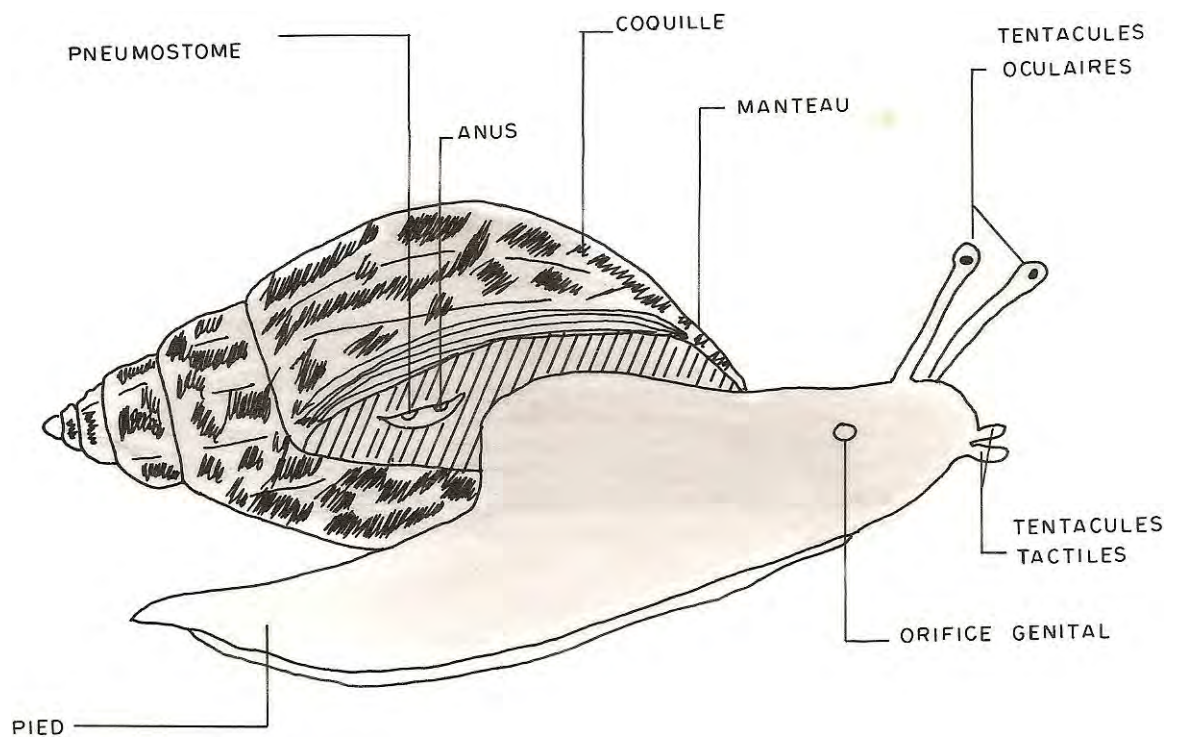


Figure 2 : Morphologie générale de l'escargot « Gros-rouge » *Achatina achatina* (LINNE)
(ZONGO, 1996)

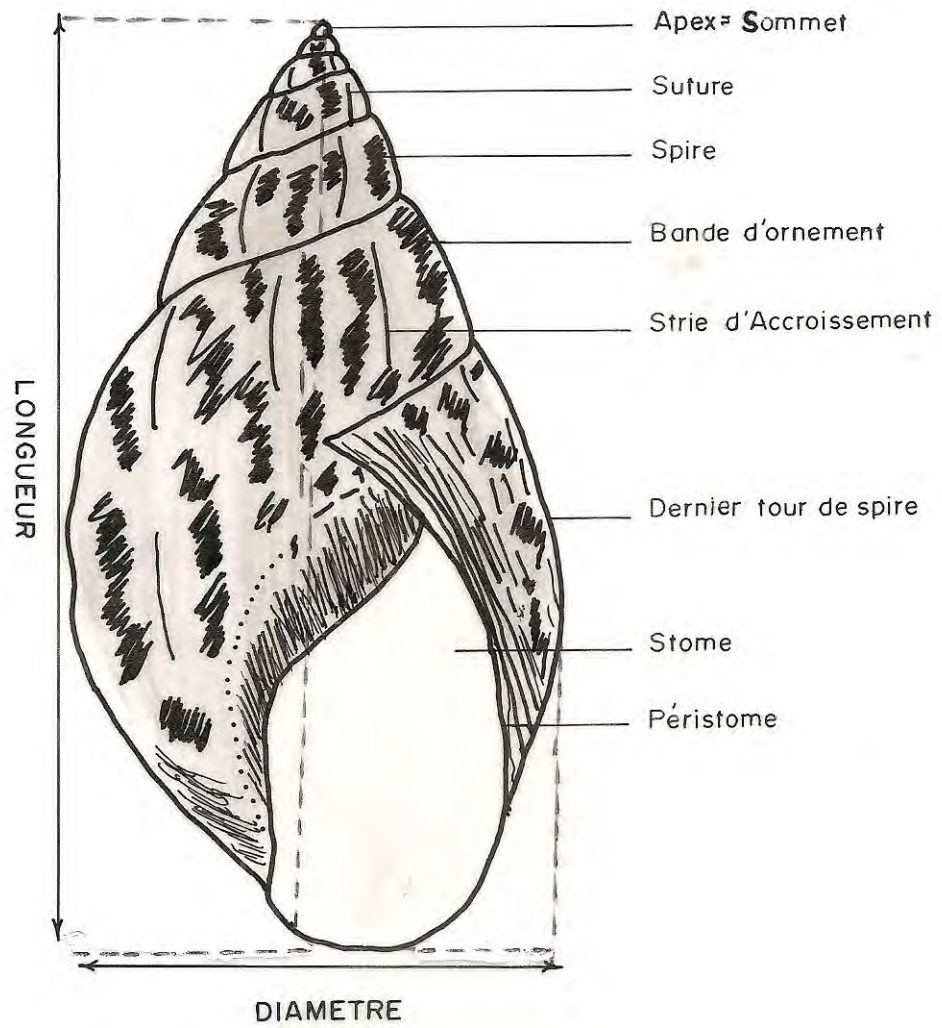


Figure 3 : Description et mensuration de la coquille chez l'escargot *Achatina achatina* (Linné)

3.2. Anatomie

Lorsqu'on retire la coquille, on peut distinguer deux parties (Figure 4) :

- La zone antérieure recouverte par le plafond, richement vascularisé, correspond au poumon ;
- La zone postérieure, constituée par la masse viscérale proprement dite porte les organes vitaux de l'Achatine (cœur, rein, glande digestive, glande de l'albumen).

Le cœur n'a qu'une oreillette piriforme, un ventricule allongé et il baigne dans le liquide péricardique. La fréquence des battements cardiaques est étroitement liée à la température et à l'état physiologique de l'animal.

L'appareil digestif a la forme d'un «V», par suite de la torsion de 180° de la région dorsale, commune à tous les gastéropodes. L'anus se trouve de ce fait rapproché de la bouche.

L'hépatopancréas est la glande digestive par excellence ; elle est constituée de trois types cellulaires entremêlés: les cellules sécrétoires, les cellules de résorption et les cellules calcaires.

L'appareil excréteur est représenté par un rein unique appelé organe de Bojanus. Il est situé du côté gauche de l'animal et assure essentiellement l'élimination des déchets par le pore urinaire.

L'appareil respiratoire est constitué par le manteau, simple cavité tapissée de fines ramifications capillaires dans lesquelles s'effectue l'oxygénation de sang. Il communique avec l'extérieur par le pneumostome.

L'Achatine est hermaphrodite et habituellement ovipare. Son appareil génital, complexe, comprend (Figure 5) :

- une partie initiale hermaphrodite, l'ovotestis ;
- une partie intermédiaire regroupant les voies mâle et femelle, l'ovispermiducte ;
- une partie terminale où ces voies se rejoignent pour aboutir à un orifice génital commun.

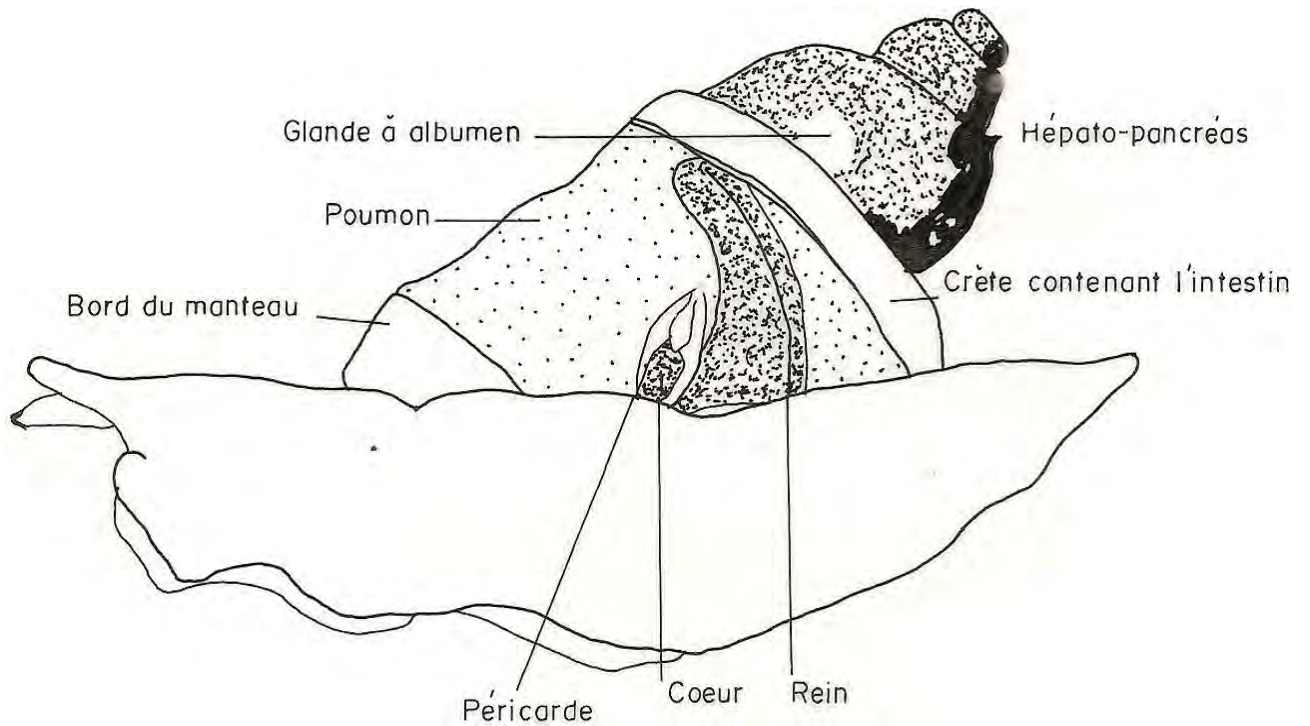


Figure 4: Sole Pédieuse et partie molle cachée dans la coquille chez *Achatina achatina* (LINNE)

(Source : MARCHE-MARCHAD, 1977)

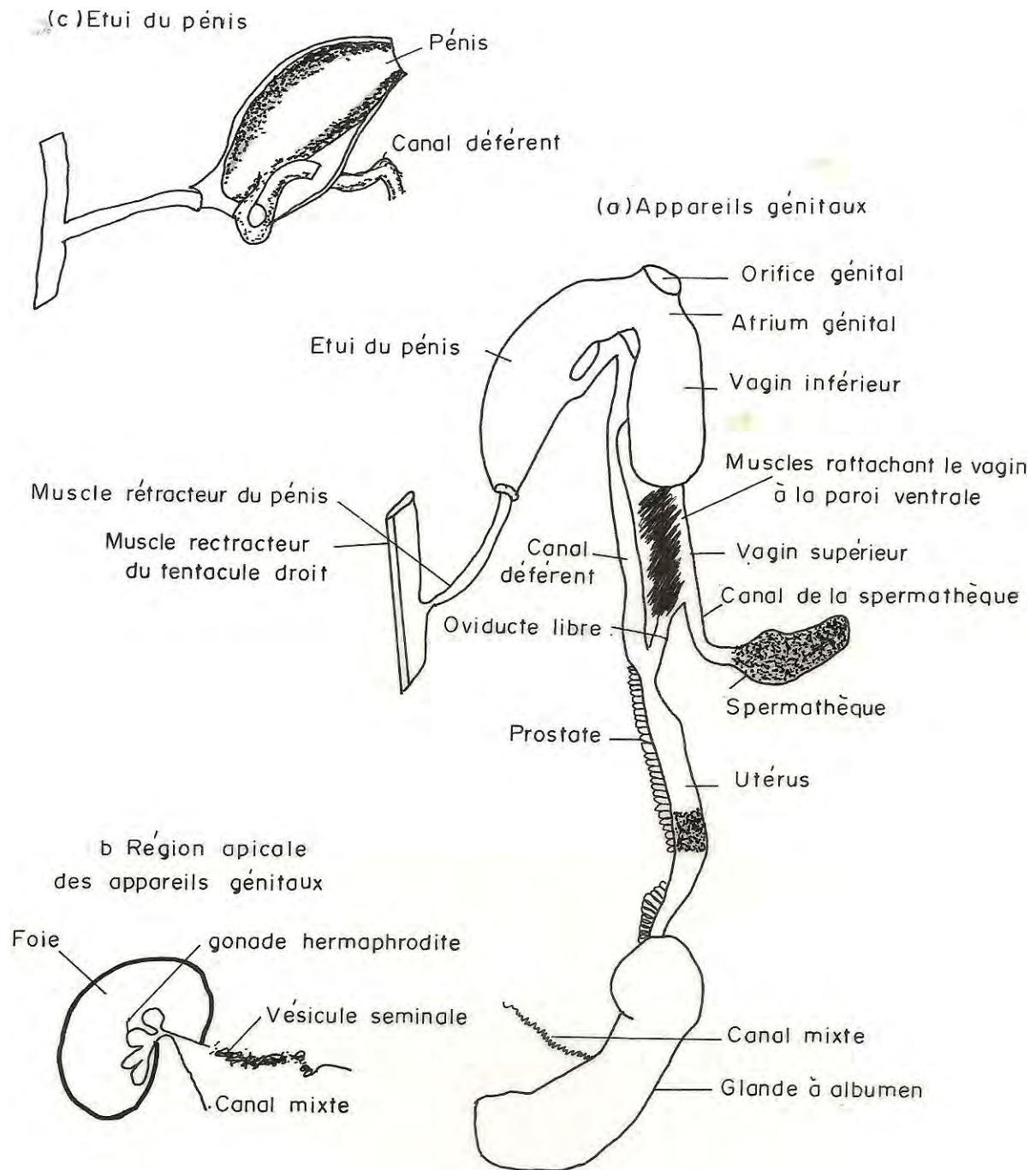


Figure 5 : Appareil reproducteur de l'escargot *Achatina achatina* (LINNE)

Source: MARCHE-MARCHAD (1977)

4- L'ESPECE DANS SON MILIEU

La niche écologique des escargots est très variée. Cela est dû à son étonnante faculté d'adaptation qui lui permet de survivre, même lorsque les conditions climatiques et le manque de nourriture semblent rendre la vie impossible (HODASI, 1979, 1984 ; ZONGO *et al.*, 1990).

Ce mollusque à coquille oppose à toute difficulté une résistance passive, en évitant de gaspiller son énergie.

4.1. Rythme de vie

On note deux grands rythmes d'activité chez l'Achatine :

- une phase de vie active au cours de laquelle elle rampe à la recherche de nourriture et / ou de partenaire, notamment en saison des pluies. Par ailleurs HODASI (1979) et ZONGO (1994b) précisent que l'activité nocturne est prépondérante chez *Achatina achatina* (L.) ;
- une phase de léthargie ou de vie ralentie au cours des mois chauds de l'année où elle estive (janvier à avril) et durant l'harmattan où elle hiberne (novembre à janvier). GHOSE (1960), HONDO (1964) et HODASI (1975) qualifient cette phase d'un véritable « repos physiologique ». Cette léthargie ne prendra fin qu'avec l'arrivée des premières pluies. Au cours de cette phase de faible activité, les fonctions vitales sont limitées essentiellement aux échanges respiratoires.

4.2. Etats comportementaux

La plupart des mollusques disposent d'un important répertoire comportemental, dont la complexité varie avec leur système nerveux (DAVIS *et al.*, 1974 ; KOVAC et DAVIS, 1980a ; EVERETT *et al.*, 1982 ; CHASE, 1986 ; ADAMO et CHASE, 1990 ; BALABAN et CHASE, 1990).

Le concept de mesure des états comportementaux qui dérive des postures stéréotypées d'un animal, a été trouvé pour définir une échelle de niveaux croissants d'activité chez *Aplysia californica* (PRESTON et LEE, 1973), chez les Pleurobranchés (LEE et PALOVCIK, 1976), chez *Achatina fulica* (TAKEDA et OZAKI, 1986), puis chez *Helix aspersa* (ADAMO

et CHASE, 1991). Il s'exprime par une note, d'où le terme de note d'état comportemental (NEC).

4.3. Influence des facteurs abiotiques

4.3.1. L'humidité

L'eau joue un rôle capital dans la vie de l'escargot. L'humidité relative (H.R.) de l'air ambiant devrait être maintenue à un niveau élevé (H.R. \geq 75 %).

Presque toutes les activités de l'escargot ont lieu quand l'humidité relative de l'air est importante.

4.3.2. La température

Comme l'humidité relative de l'air, la température joue un rôle très important dans le rythme de vie de l'escargot. En élevage, ZONGO (1994a) conseille une température de $28 \pm 2^\circ\text{C}$.

4.3.3. La lumière

Un photopériodisme long a une grande influence sur la croissance et les fonctions de reproduction de l'escargot (ROUSSELET, 1982).

La meilleure photopériode pour la croissance des jeunes Achatines serait de 12 heures de lumière pour 12 heures d'obscurité (12 L: 12 D) (HODASI, 1979). L'obscurité totale augmenterait plutôt la croissance et le développement du tractus génital.

4.3.4. Le vent et l'air

Le vent, surtout sec et froid, est nocif pour les escargots, car il absorbe la rosée et déshydrate les animaux. Il provoque également la réduction de l'humidité relative. L'air est, par contre, indispensable pour la respiration.

4.3.5. Le sol

La qualité du sol sur lequel vit l'escargot est d'autant plus importante qu'il mène une partie de sa vie en surface et une autre partie dans le sol même. Celui-ci doit être humide et aéré : un sol sablo-argileux avec un pH neutre ou légèrement acide et assez riche en calcaire est recommandé (CROWELL, 1973). En effet, la nécessité d'un apport en calcium pour la

reproduction et la prévention du nanisme a été démontrée par les travaux de CROWELL (1973), FOURNIE et CHETAIL (1982) et FOURNIE *et al.*, (1987).

4.3.6. L'alimentation

Dans son milieu naturel, l'Achatine a un régime essentiellement phytophage, avec des préférences alimentaires qui sont en rapport avec les besoins du moment (HODASI, 1975 ; FAO, 1988 ; AJAYI *et al.*, 1978 ; ZONGO *et al.*, 1990 ; OTCHOUMOU *et al.*, 1990 ; IMEVBORÉ, 1991 ; EGONMWAN, 1991).

Par ailleurs, les escargots peuvent être saprophages, coprophages et même cannibales. Toutefois, ce dernier comportement ne s'observe que sur des animaux malades ou moribonds, mais jamais sur des animaux en bonne santé (STIEVENART et HARDOIN, 1990).

La capacité de jeûne de l'escargot, *Achatina achatina* (L.) est extraordinaire (ZONGO, 1994b) ; elle se traduit par une rétraction dans la coquille, suivie d'un repos plus ou moins long.

Chez les Pleurobranches, KOVAC et DAVIS (1980b) ont montré que l'intensité avec laquelle un animal exprime le besoin de s'alimenter peut perturber les positions relatives de quelques comportements dans la hiérarchie comportementale, en l'occurrence la rétraction. Chez *Helix aspera* (M.), lorsque l'animal se rétracte dans sa coquille suite à de mauvaises conditions atmosphériques, ce comportement inhibe chez celui-ci l'activité locomotrice qui, à son tour, inhibe le comportement alimentaire (EVERETT *et al.*, 1982).

5. LA CROISSANCE

La croissance des jeunes Achatines est relativement faible et se fait en dents de scie (ZONGO *et al.*, 1990). Elle est variable entre les individus et à l'intérieur des espèces. Les gains moyens mensuels sont de 5 g chez *Achatina achatina* (L.) (WAITKUWAIT, 1987) et de 5 à 10 g chez *Archachatina marginata* (S.) (IMEVBORÉ, 1991). On note une hétérogénéité de la population juvénile, particulièrement au niveau du poids de *Achatina achatina* (L.) et *Achatina fulica* (B.) (ZONGO *et al.*, 1990).

La densité peut influencer la croissance des escargots. ZONGO *et al.*, (1990) ont observé des gains moyens mensuels faibles de 3,46 g et 4,13 g pour des densités de population respectives de 200 Achatines / m² et 100 Achatines / m².

EGONMWAN (1991), OTCHOUMOU *et al.*, (1990) ont noté également une influence de la densité respectivement sur la croissance de *Limicolaria flammea* (M.) et *Achatina achatina* (L.).

La croissance de l'Achatine est essentiellement liée à l'eau. Son rythme d'activité, journalière et annuelle, est gouverné par les variations des conditions atmosphériques et des saisons. Il existe chez l'escargot un degré d'hydratation optimum voisin de 85 %, de part et d'autre duquel il devient moins actif ; des troubles de la croissance (nanisme, malformation de la coquille) surviennent parfois (ROUSSELET, 1982 ; CHEVALLIER, 1985). Un arrosage régulier et modulé empêcherait l'apparition de ces troubles (ZONGO *et al.*, 1990). Par ailleurs, si le sol est mal drainé, l'excès d'eau devient nuisible et favorise la prolifération des agents pathogènes de l'escargot (DAGUZAN, 1982).

Outre ces facteurs, il semble que même le type d'escargotière ou sa disposition sous l'ombrière influencerait la croissance chez *Achatina achatina* (L.) (ZONGO *et al.*, 1990).

6. LA REPRODUCTION

L'escargot *Achatina achatina* (L.) est un hermaphrodite (DUNCAN, 1975) à fécondation croisée. Les escargots du genre *Achatina* possèdent un organe reproducteur complexe comprenant une gonade hermaphrodite (ovotestis) dans laquelle ovocytes et spermatozoïdes sont produits (BERRY et CHAN, 1968).

6.1. Maturité sexuelle

L'âge à la maturité sexuelle est l'âge auquel les individus sont capables de produire des gamètes mâles et femelles fécondants ou fécondables.

KORN *et al.*, (1989) indiquent que l'âge à la maturité sexuelle des Achatines se situerait à environ 21 mois. Par contre, selon PLUMMER (1975) et SIEGMUND (1987), les premières pontes s'obtiennent entre 7 et 11 mois chez *Archachatina marginata* (S.).

Selon ZONGO (1994b), la maturité sexuelle est atteinte dans la nature vers l'âge de 6 mois pour l'espèce la plus précoce *Achatina fulica* (B.), lorsque l'animal a environ 6 cm de longueur de coquille. Elle est plus tardive pour les espèces de plus grand gabarit : 10 à 12 cm

de longueur de coquille et 75 et 150 g de poids vif pour *Achatina achatina* (L.) et 60 à 100 g pour *Archachatina ventricosa* (G.).

L'espèce, le climat, l'alimentation et l'époque de la naissance, ont une grande importance sur cette phase de la vie sexuelle de l'escargot (ROUSSELET, 1979 ; ZONGO *et al.*, 1990).

La saison de reproduction se situe de la mi-avril à juillet pour *Achatina achatina* (L.) (OTCHOUMOU *et al.*, 1990). La fréquence des accouplements et celle des pontes sont en relation avec les conditions du milieu (CHEVALLIER, 1985).

6.2. Accouplement

Les escargots géants africains sont des hermaphrodites incomplets car, malgré la présence des deux sexes chez le même individu, ils sont obligés de s'accoupler pour être fécondés. Il semblerait que chez le même animal, les spermatozoïdes mûrissent avant les ovules.

L'accouplement chez l'escargot *Achatina achatina* (L.) est un phénomène rare et occasionnel (HODASI, 1979 ; ZONGO *et al.*, 1990). Aussi, la possibilité d'une autofécondation ne doit pas être absolument exclue (GHOSE, 1960 ; HODASI, 1979 ; KORN *et al.*, 1989).

Les accouplements chez les Achatinidés se déroulent généralement dans la nuit et ne sont pas tous suivis de ponte ; ils durent environ 1 à 24 heures chez *Achatina achatina* (L.) (ZONGO, 1994b).

6.3. Oviposition

La ponte intervient généralement la deuxième année de vie chez *Achatina achatina* (L.). Elle a lieu environ 20 jours après l'accouplement. Ce laps de temps ou période de « gestation », allant de la fécondation à l'oviposition, est variable, est variable selon les individus et peut être plus court (7 à 10 jours) en conditions optimales, ou atteindre 30 jours si les escargots se trouvent stressés.

Pour pondre, l'escargot réalise dans la terre une chambre de ponte (3 à 4 cm) de profondeur sur 5 à 6 cm de diamètre), puis y dépose ses œufs. La ponte terminée, l'animal rebouche sommairement ou totalement, avec de la terre, le nid renfermant les œufs, pour l'incubation naturelle.

Achatina achatina (L.) est, du point de vue zootechnique, d'un grand intérêt car, parmi les Achatinidés rencontrés en Côte d'Ivoire, il représente l'espèce la plus prolifique. Selon un document de la FAO (1988), il produit par saison des pluies une seule ponte, ou exceptionnellement deux, de 100 à 300 petits œufs.

6.4. Incubation et éclosion

La durée d'incubation peut être définie comme le temps séparant l'oviposition de l'éclosion. Chez les escargots du genre *Achatina*, cette durée présente de grandes variations parce que les animaux semblent pouvoir retenir dans l'utérus, les œufs fécondés en développement et ne les pondent seulement que peu de temps avant l'éclosion : c'est le phénomène d'ovoviviparité.

La durée d'incubation des œufs serait fortement influencée par la température et l'humidité du substrat d'incubation, la date de ponte et éventuellement le substrat d'élevage (ZONGO, 1994a). Sur le plan zootechnique, on retiendra 18 ± 2 jours, avec des extrêmes de 7 à 35 jours (ZONGO *et al.*, 1990 ; ZONGO, 1994a).

L'éclosion se fait par destruction de la coquille. Après sa sortie de l'œuf, le naissain reste enfoui sous terre, pendant quelques jours, avant d'émerger, se nourrissant de la coquille d'où il est sorti, ingérant le substrat d'incubation et continuant à croître. Les jeunes, qui possèdent déjà une mince coquille membraneuse, sortent du nid 2 à 10 jours après l'éclosion.

Le pourcentage d'éclosion oscille entre 22 et 100 % (HODASI, 1979 ; ZONGO *et al.*, 1990 ; ZONGO, 1994b). Toutefois, ces taux sont soumis à de grandes variations et dépendent notamment des conditions d'incubation rappelées plus haut.



CHAPITRE II
MATERIEL ET METHODES

2.1. MATERIEL

2.1.1. Cadre expérimental

Les travaux qui font l'objet de cette thèse se sont déroulés sur 26 mois, de 1995 à 1997, au Centre Achatinique de Recherche et d'Information d'Abidjan (CARIA). Ce centre est situé sur le domaine de l'Université d'Abobo-Adjamé, dans la ferme de l'Ecole Supérieure Agronomique (E.S.A. / I.N.P.-H.B.). Il comporte une zone d'élevage sous abri et une ferme d'expérimentation en plein air.

2.1.1.1. La zone d'élevage sous abri

Il s'agit d'un hangar fait de poteaux métalliques, soutenant une charpente également métallique, couverte de tôles galvanisées. Ce hangar est entouré de grillage à mailles très fines et ses quatre côtés sont renforcés par endroits de haies vives de plantes volubiles (*Passiflora edulis*) dont les lianes et feuillage finissent par couvrir tout le toit. Ce dispositif atténue les radiations solaires, autorise une bonne circulation d'air, mais nécessite des arrosages beaucoup plus intensifs mais contrôlés.

2.1.1.2. La ferme expérimentale

Elle est constituée d'une ombrière faite de poteaux métalliques et de traverses en tiges de bambous, recouvertes de branches de palmier. Ces dernières sont maintenues en place par des lianes et des feuilles de passiflore (*Passiflora edulis*). Cette zone d'élevage assure aux escargots un arrosage direct par l'eau de pluie ou par la rosée, ce qui n'exclut nullement les arrosages quotidiens.

Un hygromètre et un thermomètre disposés sous le hangar, à environ deux mètres du sol, permettent simplement d'enregistrer l'humidité relative de l'air et la température qui ne peuvent pas être contrôlées dans un tel contexte.

2.1.1.3. Données climatiques générales

L'insolation globale de la station est d'environ 1743 heures par an ; la température mensuelle moyenne, de $27 \pm 2^\circ \text{C}$, varie peu d'un mois à l'autre ; l'humidité relative de l'air ambiant reste élevée (70 à 90 % voire 100 %), par suite de la répartition des précipitations sur toute l'année. La pluviométrie annuelle moyenne est de 1 800 mm environ.

2.1.2. Matériels

2.1.2.1. Matériel animal

- Trente escargot sexuellement adultes, nés au CARIA, ayant un poids vif moyen égal à 250 ± 10 g et une longueur de coquille supérieure à 12 cm, ont été choisis pour chacun des 4 tests réalisés lors de l'applicabilité du concept de mesure des états comportementaux à *Achatina achatina* (L.).
- En ce qui concerne l'effet d'un jeûne limité et d'un stimulus alimentaire sur ces états comportementaux, soixante escargots d'un poids vif moyen de 60 ± 5 g, nés au CARIA, ont été utilisés.

Pour l'inventaire des fourrages verts consommés par *Achatina achatina* (Linné), l'essai a porté sur 15 animaux que nous avons répartis, en fonction de leur poids, en 3 lots de 5 sujets chacun :

- Lot I : Poids vif moyen (PV) $\sim 30 \pm 5$ g
- Lot II: Poids vif moyen (PV) $\sim 90 \pm 5$ g
- Lot III: Poids vif moyen (PV) $\sim 150 \pm 5$ g

Au total, 25 escargots adultes d'un poids vif moyen égal à $n250 \pm 5$ g, sélectionnés sur l'élevage du CARIA, ont servi pour l'étude.

Cents juvéniles, d'un poids vif moyen égal à 2,2 g, tous nés au CARIA, ont servi pour cet essai.

Pour étudier l'influence de la densité d'élevage sur les performances de la reproduction de l'escargot *Achatina achatina* (Linné), cent escargots adultes d'un poids vif moyen égal à 300 g, ont été utilisés pour cette étude. Ils ont été achetés, pour la plupart, au marché de Yopougon (Abidjan). L'achat au marché présente de grands risques car les animaux y arrivent souvent fatigués, déshydratés, les rebords coquilliers fracturés. On a donc dû faire sur place un tri et mettre les animaux sélectionnés en observation au laboratoire pendant deux semaines, avant de les répartir en parc extérieur, sous l'ombrière. On a choisi comme reproducteurs départ, les animaux qui ont survécu après cette période d'observation et qui semblaient en bonne santé ; ils avaient sensiblement la même taille, étaient bien actifs, avec des coquilles intactes et bien remplies. L'orifice génital présentait une légère saillie de couleur blanche, signe de la maturité sexuelle.

Pour l'ensemble de ces animaux, les critères de choix étaient essentiellement morphologiques : un poids vif moyen homogène lors de chaque étude, une coquille bien formée, bien remplie et exempte de traumatisme.

2.1.2.2. Matériel technique

- Les **enceintes d'élevage** utilisées, lors de l'étude des états comportementaux de *Achatina achatina* (Linné), sont des structures circulaires en tôles de polyester de 1,25 m de diamètre et de 0,50 m de hauteur, dont environ 15 cm sont enfoncés dans la terre. La surface utile est laissée nue pour pouvoir mieux observer les animaux.

- Pour l'étude des préférences alimentaires, les animaux sont placés dans des caisses en bois carrées sans fond, de 50 cm de côté et 20 cm de profondeur, posées à même le sol sous le hangar précédemment décrit.

- Pour déterminer la capacité d'ingestion alimentaire, chaque lot d'animaux a été placé dans une enceinte d'élevage présentant les mêmes caractéristiques que celles ayant servi à l'étude des états comportementaux de *Achatina achatina* (Linné).

- Les enceintes d'élevage utilisées, pour l'étude de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance des escargots, sont des bacs blancs en plexiglas (43,5 x 29,5 x 8 cm) dont les fonds sont perforés de petits trous afin de permettre un bon drainage de l'eau d'arrosage ; elles sont disposées sous le hangar, à environ 1 m du sol, pour préserver les animaux de l'effet d'éventuels prédateurs ou parasites.

La litière, 2145 g de terre, est sur une hauteur de 4 cm dans le bac

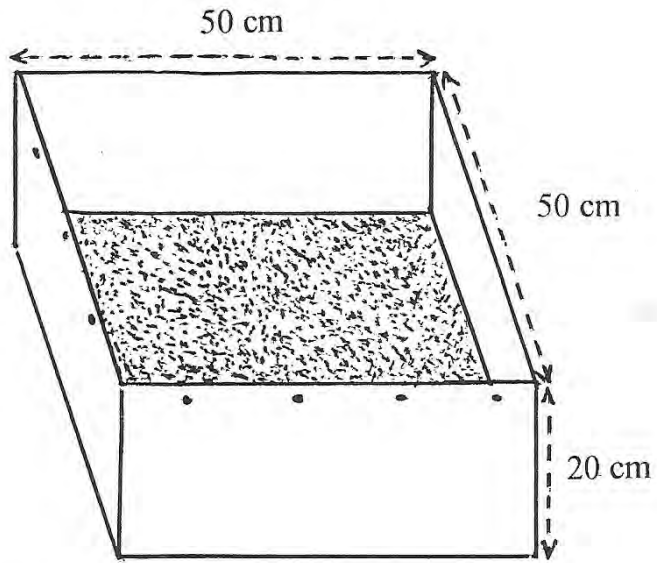


Figure 6 : Caisse en bois carrée sans fond pour l'étude des préférences alimentaires

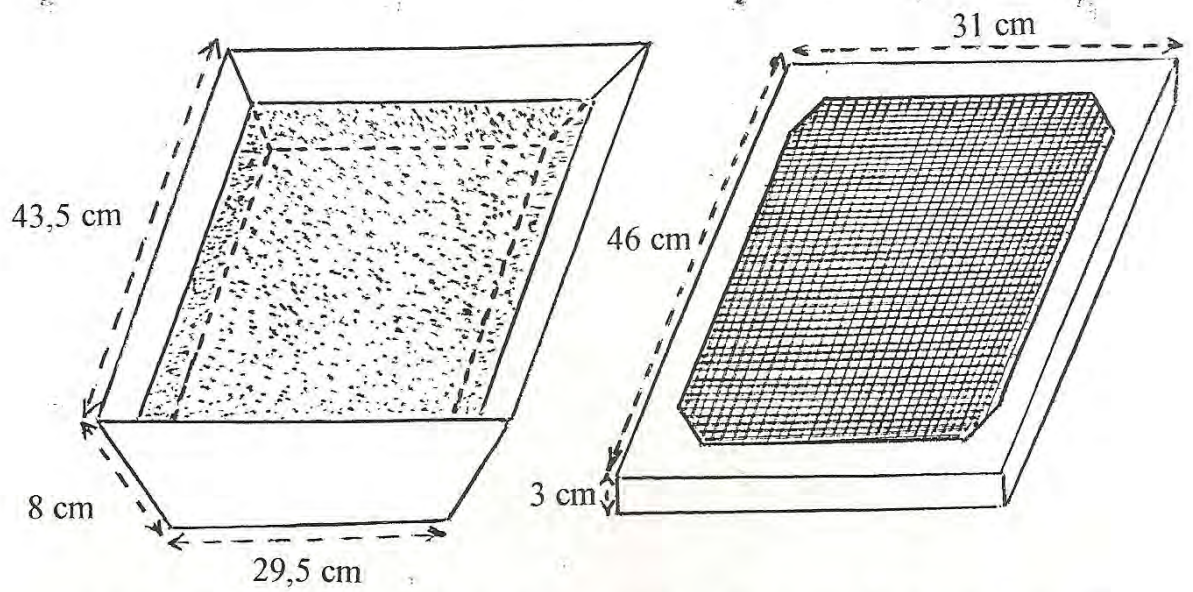


Figure 7 : Bac en plexiglas et couvercle grillagé pour les juvéniles en croissance

- Pour les reproducteurs, il s'agit d'une enceinte rectangulaire (5,00 x 2,00 x 0,50 m), permettant de manipuler et de nourrir les escargots sans pénétrer à l'intérieur. Ses parois sont constituées de tôles polyester de récupération de 1,3 mm d'épaisseur, soutenues par intervalles par des pieux à l'intérieur et dont la base est enterrée sur 15 cm. Elle est cloisonnée en quatre compartiments égaux dont la surface unitaire au sol est 2,50 m².

Au centre de chacun de ces compartiments, nous plaçons un abreuvoir en matière plastique et une mangeoire surmontée d'un abri qui protège la nourriture et la conserve bien sèche.

La **litière** de toutes ces enceintes est constituée de terreau récolté sur la station, amendée avec soit de la dolomie, soit de la farine de coquille d'huîtres ; des vers de terre adultes, *Eudrilus eugeniae*, y sont introduits où ils assurent le nettoyage automatique.

Ces enceintes d'élevage sont régulièrement arrosées afin d'y maintenir une humidité convenable (HR > 80 %), et les différentes litières remuées toutes les deux semaines pour éviter leur compactage.

Des **feuilles mortes** de cacaoyer ou de teck recouvrent entièrement le sol de chacune des enceintes, à l'exception de celles ayant servi à la mesure des états comportementaux, les escargots détestant une terre dénudée.

Le **dispositif anti-fuite** est constitué de couvercle grillagé (46 x 31x 3 cm) pour les bacs blancs en plexiglas et de filet de pêche à mailles très fines (6 mm) pour toutes les autres enceintes.

L'**incubateur** (240 x 110 x 18 cm) est entièrement construit en bois. Il comporte neuf compartiments d'égale dimension, sans fonds et repose à même le sol, ce qui favorise le drainage des eaux d'arrosage. L'intérieur est rempli, à moitié, d'un substrat semblable en tous points, au substrat d'élevage des reproducteurs, à la différence qu'ici, il n'y a ni vers de terre, ni feuilles mortes.

Un **contre-plaqué** recouvre le tout et permet de maintenir au niveau du dispositif une humidité et une température compatibles avec une bonne éclosion des œufs mis à incuber. Ce contre-plaqué protège aussi les œufs contre les prédateurs.

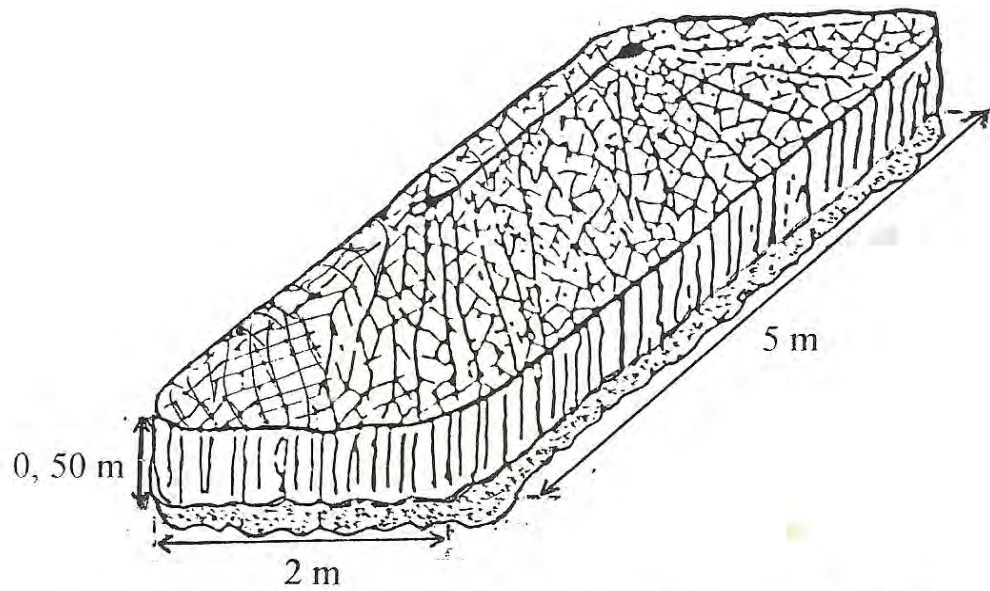


Figure 8 : Enceinte rectangulaire en tôle polyester pour l'étude de la densité d'élevage sur les performances de la reproduction

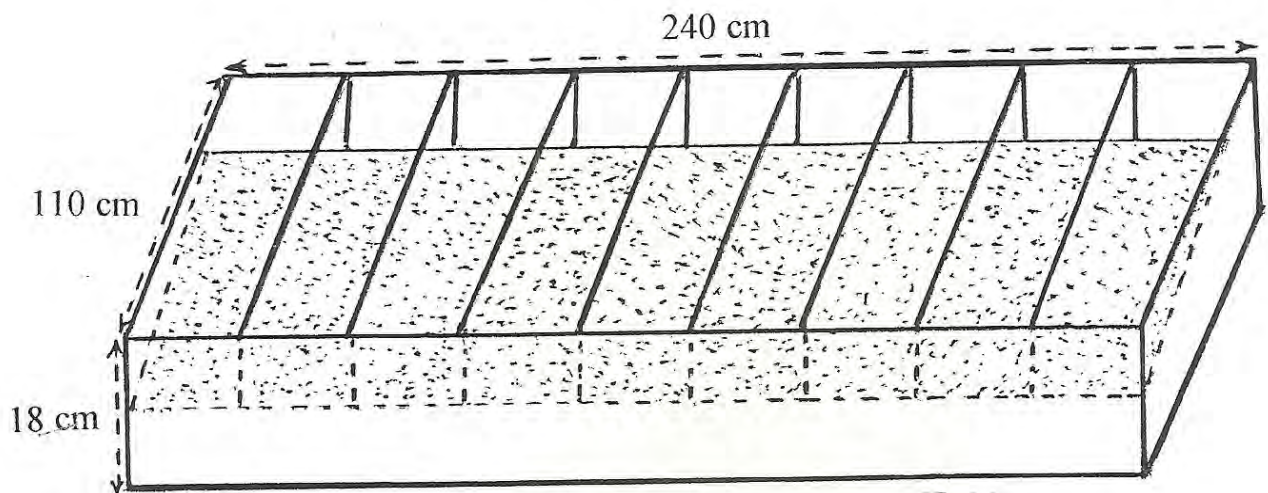


Figure 9 : Incubateur à 9 compartiments construit en bois et rempli à moitié de terreau

2.1.2.3. Matériel végétal et autres aliments

Les aliments utilisés pour les différents tests et essais sont les suivants :

La carotte pour l'étude du comportement (locomoteur et alimentaire) après le jeûne de 30 jours ;

- Les feuilles de papayer, de taro, de manioc (amère), de patate et d'aubergine pour l'étude des préférences alimentaires ;
- Les farines (maïs, mil, manioc, tourteau de coton, aliment reproducteur escargot) (Tableau I), les feuilles (taro, papayer) et les fruits mûrs (banane douce, papaye) pour l'étude de la capacité d'ingestion alimentaire ;

Tableau I : Composition centésimale de l'aliment reproducteur escargot (CARIA)

Matières premières	Proportions (%)
Farine de manioc / maïs	41
Tourteau de coton	20
Farine de Leucaena	5
Sel de cuisine	2
Kaolin	2
Farine de coquille d'huître	30

- l'aliment démarrage porcelet sec sous forme de farine pour les juvéniles en croissance ;
- l'aliment constitué sous forme de poudre et dont la composition centésimale est décrite au tableau I pour les adultes reproducteurs.

Des coquilles d'huître, importante source calcique, sont mises également à la disposition des escargots. Cet apport supplémentaire en calcium est dû au rôle capital que joue ce minéral au niveau du métabolisme de l'animal.

2.1.2.4. Autre matériel

Les œufs obtenus ont été répartis dans l'incubateur, au fur et à mesure de leur collecte. Pour les traiter, nous avons eu recours :

- à une passoire en matière plastique pour recueillir les œufs,
- à un pinceau très souple pour les nettoyer,

- à une surface de planche (40 x 15,5 x 4 cm) recouverte de mousse plastique pour les nettoyer et les compter,
- et enfin de petits pots de jardinier (75 x 5 x 8 cm) et des récipients plastiques (17 x 11,5 x 8,5 cm) perforés pour les protéger.

2.1.2.5. Instruments de mesure

- Une balance électronique METTLER PC 4400 au milligramme près, a été utilisé pour la pesée des animaux, des aliments et des œufs ;
- un pied à coulisse, au dixième de millimètre, a servi à la mensuration des dimensions des œufs (longueur, diamètre) et de la longueur des coquilles ;
- un thermomètre, gradué en degré Celsius, a permis d'enregistrer la température ambiante ;
- un chronomètre a servi à mesurer les différents temps ;
- un hygromètre enregistrait l'humidité relative de l'air ambiant ;

2.2. METHODES

2.2.1. Etude expérimentale

Expérimentation 1 : MESURE DES ETATS COMPORTEMENTAUX

DE L'ESCARGOT ACHATINA ACHATINE (LINNE)

Test 1 : Note d'état Comportemental et mesure des états comportementaux de l'escargot *Achatina achatina* (Linné)

La note d'état comportemental a été mesurée selon ADAMO et CHASE (1991). Elle varie de 0 à 5 (Tableau II).

Tableau II : Note d'état comportemental (NEC) et critères de mesure

NEC	CRITERES
0	Corps entièrement rétracté dans la coquille, sole pédieuse non adhérent au substrat d'élevage
1	Corps toujours rétracté dans la coquille mais sole pédieuse sur le substrat
2	Corps partiellement déployé et tentacules non apparents
3	Corps partiellement déployé et tentacules visibles
4	Corps totalement déployé avec mouvement de la tête et/ou des tentacules
5	Corps totalement déployé avec mouvement de tout le corps (locomotion)

Source : ADAMO et CHASE (1991)

Le test consiste à prendre un sujet ayant un poids vif moyen égal à 250 g, à le déposer au centre de l'enceinte d'élevage et à l'observer, chronomètre en main. L'état comportemental est mesuré au bout de 5 minutes : la note zéro correspond à l'escargot toujours rétracté dans sa coquille et la note 5 s'il est sorti et a déployé son pied (locomotion). Ces observations ont été répétées dix fois au mois de mars, à raison de 30 escargots par test, pendant deux semaines.

Test 2 : Relation entre la NEC et l'activité locomotrice

Les trente escargots ayant servi dans le test 1, ont été réutilisés dans le présent test. Ici également, nous plaçons l'animal au centre de l'enceinte d'élevage ; après 5 minutes, nous avons mesuré la NEC et la distance parcourue sur la base de la trace de mucus. La vitesse est exprimée en centimètres par minutes (cm/mn). Chaque observation est répétée six fois, à des jours différents consécutifs.

Test 3 : Relation entre la NEC et l'activité en semi-liberté

L'enceinte d'élevage est divisée en 6 secteurs égaux de 0,21 m² par des fils très fins (Photo n° 1). Nous introduisons l'animal à tester au centre de l'enceinte et nous l'observons pendant 15 minutes. Trois paramètres comportementaux ont été étudiés :

- la latence : c'est le temps mis par l'animal pour entrer dans un secteur et couper le premier rayon ;
- l'activité : elle correspond au nombre de rayons coupés dans les 5 minutes suivantes par un sujet en mouvement ;
- l'exploration : elle indique le nombre total de secteurs visités dans les 5 dernières minutes (maximum 15 minutes).

Si aucun rayon n'est coupé avant la fin des 5 premières minutes, le test est arrêté et la latence sera de 5 minutes, l'activité et l'exploration étant zero. Si l'escargot coupe un rayon avant la fin des 5 premières minutes, il dispose à nouveau de 5 minutes pendant lesquelles nous enregistrons son activité (FAURE et RICARD, 1977). Si l'animal se déplace en longeant un rayon sans jamais le couper, nous considérons qu'il n'explore que le milieu et sa latence est égale à 5 minutes. L'épreuve réalisée au mois d'avril, a été répétée 6 fois pour chaque escargot, pendant deux semaines.

Test 4 : Relations entre l'activité locomotrice et les conditions atmosphériques diurnes

L'activité locomotrice a été également mesurée en relation avec les conditions atmosphériques diurnes. Un hygromètre et un thermomètre, placés sous le hangar à 2m du sol, enregistraient l'humidité de l'air et la température ambiante, au début et à la fin de chacune des 10 répétitions auxquelles a été soumis chaque escargot.



Photo 1 : Enceinte utilisée pour l'activité de *Achatina achatina* (L.) en semi liberté

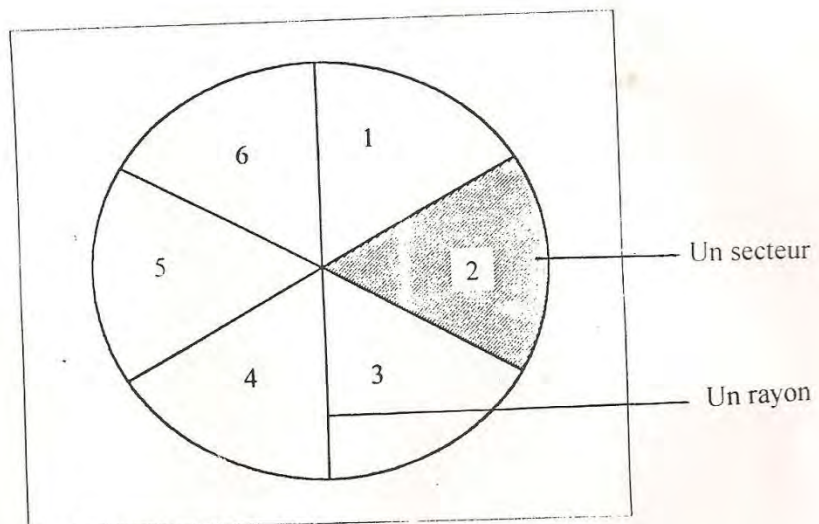


Figure 10 : Schématisation de l'espace à exploiter par l'escagot

Test 5 : Effet d'un jeûne limité et d'un stimulus alimentaire sur les états comportementaux de *Achatina achatina* (Linné)

Soixante escargots, de 60 g environ, ont été répartis au hasard en 2 lots de 30 et subissent les traitements T₁ et T₂ (Figure 6). Les escargots du traitement T₁ ne seront ni arrosés, ni nourris pendant 30 jours ; ceux du traitement T₂ subiront aussi le jeûne, mais seront arrosés trois fois par semaine (lundi, mercredi et vendredi), durant la même période.

A la fin de ce jeûne, chaque lot est divisé au hasard en deux sous-lots comprenant chacun 15 Achatines. Ces animaux sont placés dans quatre bacs de jardinier A, B, C et D (Photo n°2). Le traitement T₁ donne les sous-lots SA1 et SA2 et T₂, les sous-lots AR1 et AR2.

Le premier jour suivant le mois de jeûne alimentaire et après la répartition des Achatines dans les différents sous-lots, nous arrosons systématiquement tous les animaux afin de < réveiller > ceux du traitement T₁ qui avaient, entre temps, tous operculé.

Nous continuons à faire jeûner les sous-lots SA1 et AR1, deux jours après le mois de jeûne (soit 32 jours de jeûne), ce qui fait que ces lots deviennent respectivement SA4 et AR4 alors que durant ces deux jours, les sous-lots SA2 et AR2 qui sont nourris, donnent respectivement les lots SA3 et AR3.

Le 3^e jour (J33), nous supprimons la nourriture aux lots SA3 et AR3 afin de ramener tous les quatre lots au même niveau de traitement avant le jour du test (4^e jour après le mois de jeûne).

Le 4^e jour (J34) donc, nous présentons à chaque escargot un stimulus alimentaire (ici la carotte qui est très appréciée par les escargots) et nous étudions son comportement face à ce stimulus qui est disposé à environ 10 cm du sujet.

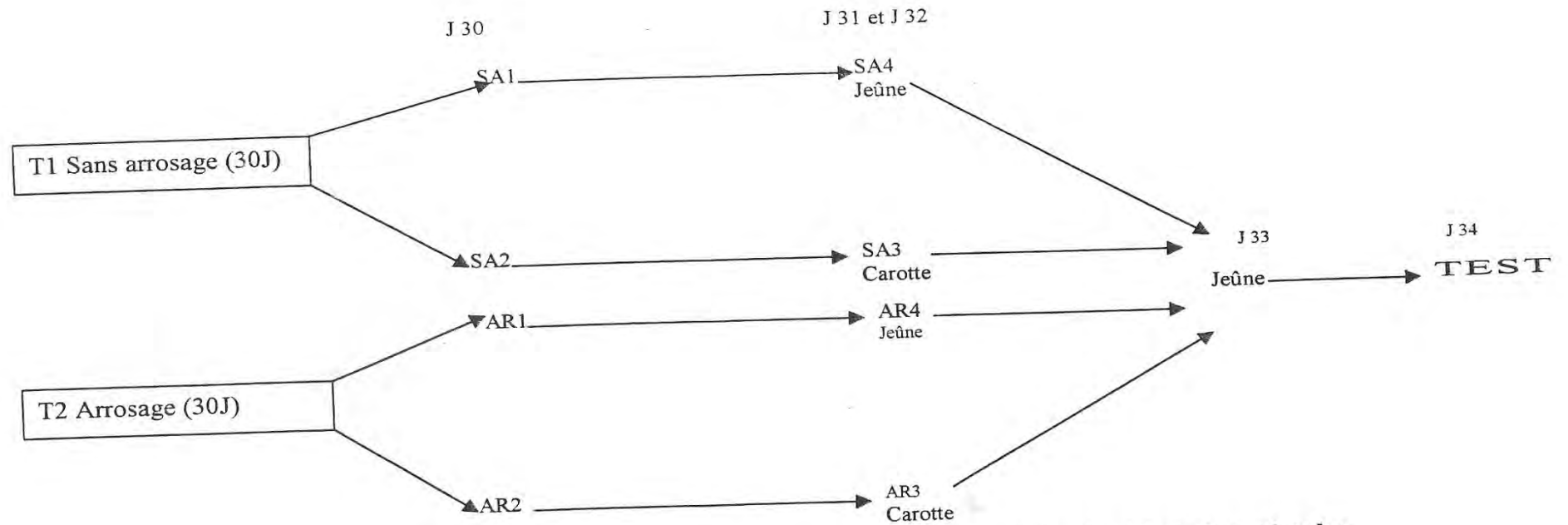


Figure 6 : Schéma récapitulatif du protocole expérimental du test sur l'effet d'un jeûne limité et d'un stimulus alimentaire sur les états comportementaux de *Achatina achatina* (L.)

Sous-lots : SA1, SA2, AR1, AR2 Durée du traitement = 30 jours
 J30 : fin du traitement J31-J32 : traitements réalisés après J30 J33 : fin des traitements J34 : début du test



Photo 2 : Bacs d'élevage utilisés pour la répartition des quatre sous lots d'achatines constitués après le jeûne de 30 jours.

Expérimentation 2 : EFFETS DE QUELQUES FACTEURS ABIOTIQUES SUR LA CROISSANCE ET LA REPRODUCTION

Essai 1 : Préférences alimentaires

Chaque lot de 5 animaux reçoit l'eau et la nourriture à volonté pendant 14 jours. Le renouvellement de nourriture se fait par une masse de fourrage vert égale à 10 % de la biomasse totale ; cette valeur a été déterminée après des essais préliminaires. A la fin de la quinzaine, le reste de fourrage non consommé est retiré de l'enceinte et remplacé par un autre. Les aliments testés sont dans l'ordre : les feuilles de papayer, de taro, de manioc (amer), de patate et d'aubergine. Chaque aliment a été testé trois fois.

Essai 2 : Capacité d'ingestion alimentaire

Pour tester la capacité d'ingestion alimentaire des Achatines, chacun des 5 lots homogènes de 5 animaux constitués reçoit, à volonté, pendant une semaine, un aliment donné. A la fin de la semaine, l'aliment restant est retiré et un nouveau service est fait. Les aliments utilisés peuvent être classés en trois catégories :

- les farines : maïs, mil, manioc, tourteau de coton, aliment reproducteur escargot (Voir Tableau I) ;
- les feuilles : tarot, papayer ;
- Les fruits mûrs : banane douce, papaye.

Essai 3 : Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance des Achatines

Cent escargots de 2,2 g précédemment choisis ont été répartis, au hasard, dans dix bacs d'élevage et subissent 5 types de traitement (T1, T2, T3, T4 et T5) pendant 16 semaines. Le tableau III montre la répartition des animaux et les différents traitements hydriques subis. Les arrosages d'eau ont lieu trois fois par semaine, toujours dans la matinée (à partir de 10 heures).

TABLEAU III : Répartition des escargots *Achatina achatina* (L.) et quantité d'eau reçue (ml)

Traitements Hydriques (ml)	T1		T2		T3		T4		T5	
Répartitions (R)	T ₁ R ₁	T ₁ R ₂	T ₂ R ₁	T ₂ R ₂	T ₃ R ₁	T ₃ R ₂	T ₄ R ₁	T ₄ R ₂	T ₅ R ₁	T ₅ R ₂
Quantité d'eau reçue (ml)	50	50	100	100	125	125	150	150	175	175
Effectif / bac	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Effectif / traitement	20		20		20		20		20	

Essai 4 : Influence de la densité d'élevage sur les performances de la reproduction de l'escargot *Achatina achatina* (L.)

a- Caractérisation de l'aptitude des reproducteurs à la ponte

Cent reproducteurs ont été répartis, au hasard, en 4 lots dans les 4 compartiments, selon le schéma du tableau IV.

TABLEAU III : Caractérisation des lots de reproducteurs constitués

PARAMETRES	TRAITEMENTS			
	T1	T2	T3	T4
Effectif (n)	10	20	30	40
Surface occupée (m ²)	2,5	2,5	2,5	2,5
Charge biotique (kg/m ²)	1,2	2,4	3,6	4,8
Densité (x/m ²)	4	8	12	16

Pour la recherche des œufs, deux fouilles hebdomadaires sont effectuées. A cette occasion, nous profitons pour retirer les animaux morts et les éventuels parasites et pour remuer la litière.

Les œufs pondus par les escargots mis en reproduction sont récoltés et leurs caractéristiques physiques (poids, dimensions) déterminées (Annexe 1).

La ponte a été étudiée sur une période de 24 mois, lors de la saison des pluies qui représente la saison de reproduction des escargots.

b- Durée d'incubation et taux d'éclosion

Les œufs pondus, déposés soit directement sur la litière, soit dans une chambre de ponte de quelques centimètres de profondeur, sont ramassés à la main. La passoire qui les accueille est le lieu d'un premier nettoyage à l'eau ; ils sont ensuite transférés sur la surface de la planche recouverte de mousse plastique convenablement humidifiée. C'est à cette étape qu'ils sont séparés de toutes les impuretés, triés et comptés. Pour ce faire, les œufs, mis en tas sur la partie supérieure de la planche, sont retirés par petits groupes à l'aide du pinceau et roulés avec précaution sur quelques centimètres pour permettre leur nettoyage complet sur la mousse.

Pendant toutes ces opérations, l'une des précautions majeures est de ne pas laisser l'œuf se dessécher par le vent. Aussi, toutes les étapes successives décrites doivent se dérouler sans grand écart de temps et dans des conditions d'humidité acceptables.

Ensuite, toutes les caractéristiques de la ponte à savoir : le nombre d'œufs par ponte, les dimensions des œufs et leur poids total, la date de ponte et le nombre d'œufs mis en incubation, sont enregistrées sur la fiche de collecte des données (Annexe). Après cette série de manipulations, les œufs sont répartis dans l'incubateur, avec un numéro indiquant leur compartiment d'origine.

Pour l'incubation, nous aménageons dans le substrat de l'incubateur un creux où nous déposons les œufs ; ces derniers sont ensuite recouverts par environ 1 à 2 cm de terreau, le tout protégé, soit par les récipients plastiques, soit par des pots de jardinière perforés, pour l'incubation sous abri. Les œufs ainsi déposés dans l'incubateur sont régulièrement arrosés, mais ne sont plus dérangés jusqu'à l'observation des premières éclosions.

2.2.2. Mesures effectuées

a- Pour l'étude du comportement de l'achatine face à un stimulus alimentaire après un jeûne de 30 jours, les paramètres mesurés, à l'aide d'un chronomètre, pour chaque escargot, sont les suivants :

- la note d'état comportemental (NEC) ;
- la latence qui est le temps qui s'écoule entre le dépôt de l'achatine dans l'enceinte d'élevage et le début de son déplacement (locomotion) ;
- le temps, en minutes, mis pour atteindre le stimulus alimentaire ;
- et enfin, le temps, en minutes, passé au contact de ce dernier.

b- Au début et à la fin de chaque quinzaine pour les pour les préférences alimentaires et chaque semaine pour la capacité d'ingestion, et avant le service d'un nouvel aliment, nous pesons au gramme près chaque lot. Cette opération est effectuée après nettoyage des Achatines avec un pinceau sec pour enlever les restes de terreau.

Les quantités d'aliments consommés sont déterminées à partir des quantités restantes que nous pesons également avant un nouveau service, en prenant soin de faire les corrections de poids à partir de l'aliment témoin.

Les paramètres suivants ont été calculés :

1- le gain de poids moyen quotidien (GMQ) ;

2- l'ingéré alimentaire (Ing. Al.) par individu est calculé en tenant compte de la quantité totale consommée, du nombre d'animaux dans le lot et enfin du nombre de jours d'expérience. Il correspond à la quantité d'aliments consommés par jour, par individu et s'exprime en mg/j ;

3- l'indice de consommation (I.C.) : c'est la quantité d'aliment nécessaire pour produire une croissance pondérale d'un kilogramme.

Ingéré Alimentaire (mg/j)

$$\text{I.C.} = \frac{\text{Ing. Al.}}{\text{Gain de poids moyen quotidien (mg/j)}}$$

Gain de poids moyen quotidien (mg/j)

c- Pour suivre la croissance coquillière et pondérale des juvéniles subissant les différents traitements hydriques, les coquilles des escargots sont mesurés avec un pied à coulisse, au dixième de millimètre, au début de l'expérience et par la suite, tous les quinze jours ; la mesure concerne la plus grande longueur de la coquille qui part de l'apex (sommet de la coquille) au péristome (bord de l'ouverture de la coquille) (voir Figure 3).

Toujours au début de l'expérience et par la suite deux fois par mois, les Achatines sont pesées. Cette opération est effectuée après nettoyage des animaux à l'aide d'un pinceau pour enlever les restes de terre collés à l'animal.

Les croissances journalières de poids vif (CJP) de poids vif et de longueur de coquille (CJL) sont calculées :

i) Croissance journalière pondérale :

$$\text{CJP (mg/j)} = \frac{\Delta P}{n_j} = \frac{P_2 - P_1}{n_j}$$

P1 = poids moyen de l'escargot en début de traitement,
 P2 = poids moyen de l'escargot en fin de traitement,
 nj = nombre de jours de traitement.

ii) Croissance journalière coquillière

$$\text{CJL (mm/j)} = \frac{\Delta L}{n_j} = \frac{L_2 - L_1}{n_j}$$

L1 = longueur moyenne de coquille en début d'expérience,
 L2 = longueur moyenne de coquille en fin d'expérience,
 nj = nombre de jours d'expérience.

- Les animaux morts sont retirés et enregistrés, ce qui a permis de calculer les taux de mortalité et de survie.

d- Les paramètres calculés lors de l'étude de la reproduction chez *Achatina achatina* (L.) sont les suivants :

- Le taux de reproduction (TR) : c'est la proportion d'individus ayant effectivement pondus ;

$$\text{TR (\%)} = \frac{NP}{Ni} \times 100$$

NP = nombre de pondeurs

Ni = nombre de reproducteurs « départ »

- Le nombre de ponte par reproducteur ayant pondu (NpR) :

C'est le rapport entre le nombre total de ponte (NtP) et la population concernée par ces pontes (NP) ;

$$\text{NpR} = \frac{NtP}{NP}$$

- Le nombre de pontes par reproducteur « départ » (NpD)

$$\text{NpD} = \frac{\text{NtP}}{\text{Ni}}$$

- Le nombre d'œufs par pondeur (NoP)

$$\text{NoP} = \frac{\text{NoE}}{\text{Ni}}$$

NoE = nombre d'œufs enregistrés

- Le taux de mortalité (TM)

C'est la proportion d'individus morts dans la population ;

$$\text{TM (\%)} = \frac{\text{Ni} - \text{Nf}}{\text{Ni}} \times 100$$

- Le taux de survie

C'est la différence à 100 du taux de mortalité.

- La durée d'incubation (DI)

C'est le temps en jours, qui sépare la date de la ponte et celle de l'observation des premières éclosions. Pour un traitement donné, elle correspond à la moyenne des durées d'incubation des pontes obtenues sur ce traitement ;

$$\text{DI (j)} = \frac{\Sigma \text{DI}}{\text{NP}}$$

Σ DI = somme des durées d'incubation en jours

NPI = nombre de pontes incubées

- Le taux d'éclosion (TE)

C'est le rapport, en pourcentage, entre le nombre de naissains ayant éclos (NE) et le nombre d'œufs mis en incubation (NMEI) ;

$$\text{TE (\%)} = \frac{\text{NE}}{\text{NMEI}} \times 100$$

2.2.3. Analyses statistiques des résultats

Les effets factoriels ont été appréciés par l'analyse de la variance et les valeurs moyennes comparées par le test de comparaison multiple de NEWMANN et KEULS (DAGNELIE, 1975).



CHAPITRE III
RESULTATS - DISCUSSION

I- MESURE DES ETATS COMPORTEMENTAUX DE L'ESCARGOT

ACHATINA ACHATINA (LINNE)

1.1. Applicabilité du concept de mesure des états comportementaux

1.1.1. Mesure des états comportementaux

Le tableau V donne la répartition des escargots selon leur NEC.

TABLEAU V : Répartition des escargots selon leur Note d'Etat Comportemental (NEC)

Désignation	NEC				
	1	2	3	4	5
Nombre d'animaux	40	42	71	74	73
Fréquence (%)	13,33	14,00	23,67	24,67	24,33
Pourcentage cumulé (%)	13,33	27,33	23,67	48,34	72,67

On constate qu'aucun escargot n'a eu de NEC nulle (Tableau V). Il semble exister deux groupes distincts : les inactifs (NEC 1 et 2) (27,33 %) et les actifs (NEC 3, 4 et 5) (72,67 %). A l'intérieur de chacun de ces deux groupes, les fréquences observées pour chaque NEC ne sont guère différentes.

En réalisant un diagramme de dispersion de la distance parcourue en 5 minutes par les sujets en fonction de leur NEC, les deux paramètres apparaissent positivement corrélés (Figure 12).

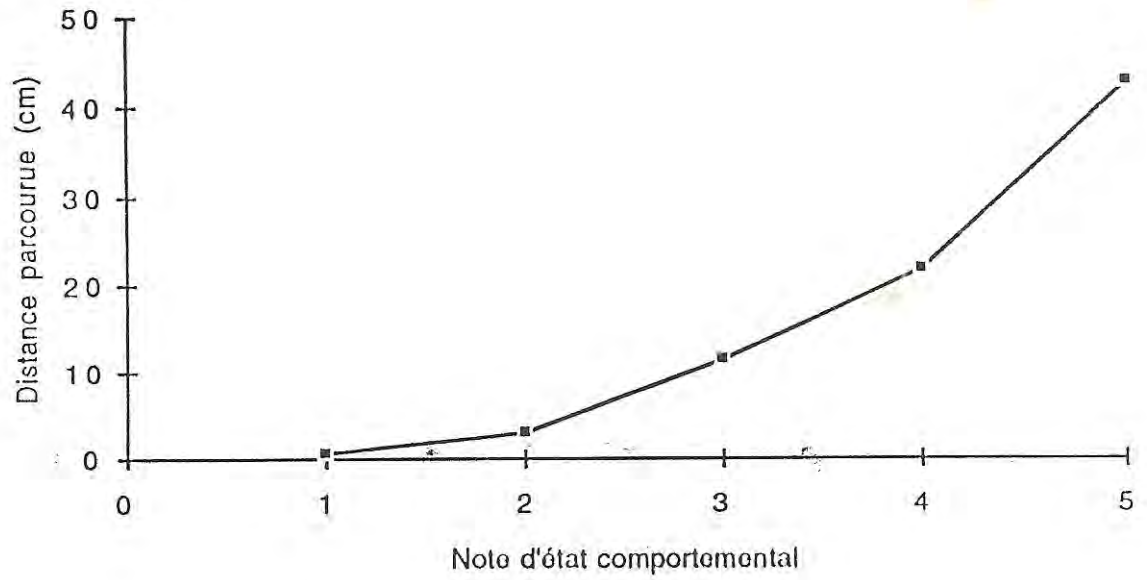


Figure 12 : Relation entre l'activité locomotrice et la note d'état comportemental chez l'escargot *Achatina achatina* (L.)

1.1.2. Relations entre la NEC et l'activité en semi-liberté

Le tableau VI montre les relations entre la NEC et l'activité en semi-liberté. En l'absence de stimulus, les individus ayant une NEC élevée présentent une latence courte, développent une activité locomotrice importante et explorent davantage leur environnement.

TABLEAU VI : Relations entre la note d'état comportemental (NEC) et quelques paramètres comportementaux chez l'escargot *Achatina achatina* (L.)

Paramètres	NEC					F	ddl
	1	2	3	4	5		
Latence (minutes)	5,00 ^{ab}	4,93 ^{ab}	4,64 ^c	4,22 ^c	2,96 ^d	10,14	5
Activité (nrc)	0	0,23 ^a	0,68 ^b	0,79 ^b	0,93 ^b	11,45	5
Exploration (nsv)	0	0,38 ^a	1,12 ^b	1,28 ^b	1,57 ^b	9,19	5

N.B : nrc = nombre de rayons coupés ; nsv = nombre de secteurs visités.

Les valeurs de la même ligne indexées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$).

L'analyse de la variance indique que les valeurs moyennes obtenues pour ces trois paramètres sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Les activités de locomotion et d'exploration débutent avec la NEC 2 et évoluent ensuite rapidement.

Au niveau individuel, il arrive qu'avec un déplacement très court, un escargot marque une activité élevée, ceci s'observe quand l'animal se déplace en restant très proche du centre de l'enceinte et en coupant régulièrement les rayons.

La figure 8 résume les différentes séquences comportementales possibles exprimées par l'escargot au cours du test. On constate que toutes les flèches sont dans le même sens et que les possibilités de variation de la séquence sont très limitées.

Par rapport à l'activité et à l'exploration, il est apparu que *Achatina achatina* ne traverse pas un milieu sans l'explorer ; son activité exploratoire reste toutefois fondamentalement horizontale.

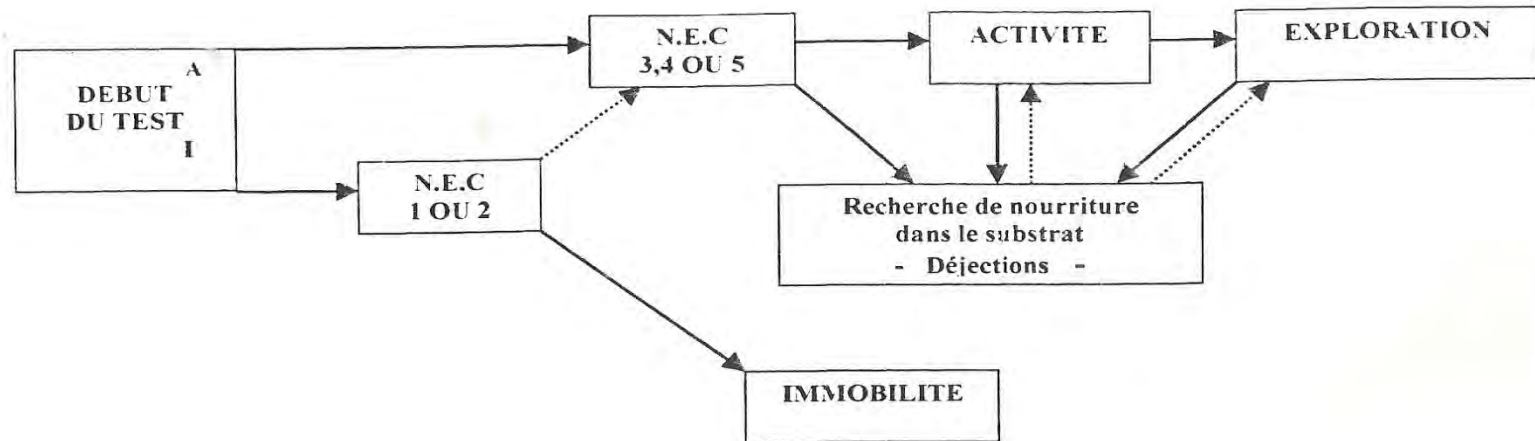


Figure 8 : Organisation du comportement en semi-liberté de *Achatina achatina* (L.)

Les flèches indiquent dans quel sens s'organise la séquence. Les flèches épaisses indiquent les successions d'actes les plus probables. Les flèches en pointillés indiquent les séquences très rares.

Dans la case « DEBUT DU TEST », le A indique la séquence la plus fréquemment suivie par les actifs, le I celle qui est la plus fréquente pour les inactifs.

Les flèches indiquent dans quel sens s'organise la séquence. Les flèches épaisses indiquent les successions d'actes les plus probables. Les flèches en pointillés indiquent les séquences très rares.

Dans la case « DEBUT DU TEST », le A indique la séquence la plus fréquemment suivie par les actifs, le I celle qui est la plus fréquente pour les inactifs.

1.1.3. Relations entre l'activité locomotrice en semi-liberté et les conditions atmosphériques diurnes

Le tableau VII donne l'évolution des vitesses moyennes de *Achatina achatina* (L.) en fonction des conditions atmosphériques.

Le taux d'humidité relative de l'air diminue avec la température de 24 à 29,5 °C ; la vitesse moyenne de l'escargot diminue jusqu'à 26 °C, puis augmente pour atteindre son maximum à 29,5 °C et ensuite diminuer. Ces évolutions, traduites sous forme de droites de régression, donnent les équations suivantes :

$Y_1 = 1,803x_1 - 7,464$ ($r_1 = 0,714$; $r_1^2 = 0,510$) (où Y_1 représente la distance parcourue en un temps t et x_1 la température ambiante moyenne au cours de cette période).

$Y_2 = - 0,525x_2 + 87,964$ ($r_2 = - 0,815$; $r_2^2 = 0,664$) (où Y_2 est la distance parcourue et x_2 le taux d'humidité relative).

Sur la base des coefficients de détermination (r^2), plus de 51 % et 66 % des variations de l'activité locomotrice peuvent être expliquées, soit par la température, soit par l'humidité relative de l'air.

TABLEAU VII : Vitesses moyennes de l'escargot *Achatina achatina* (L.) en fonction de l'humidité relative de l'air et de la température

DESIGNATION	VITESSES MOYENNES								Total
	24	25	26	28,5	29,5	30	30,5	31	
Température (°C)	24	25	26	28,5	29,5	30	30,5	31	28,1
Humidité (%)	100	97,5	94,5	80	75,5	79,5	77	75,5	84,9
Vitesse moyenne (cm/mn)	7,90 (2,91)	7,10 (1,06)	6,70 (2,82)	9,00 (2,84)	10,80 (2,38)	9,20 (2,41)	9,00 (2,08)	8,50 (3,29)	8,50 (1,30)

() : Ecart-type

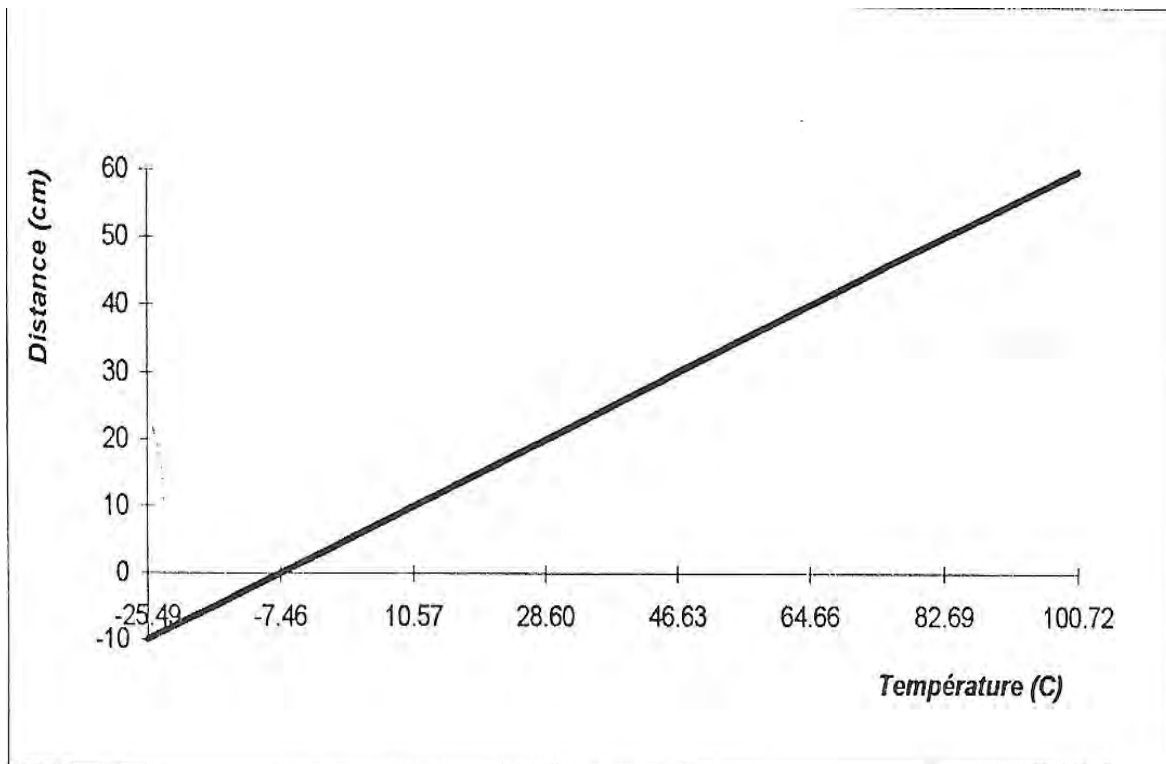


Figure 14 : Distance parcourue par *Achatina Achatina* (L.) en fonction de la température ambiante (°C)

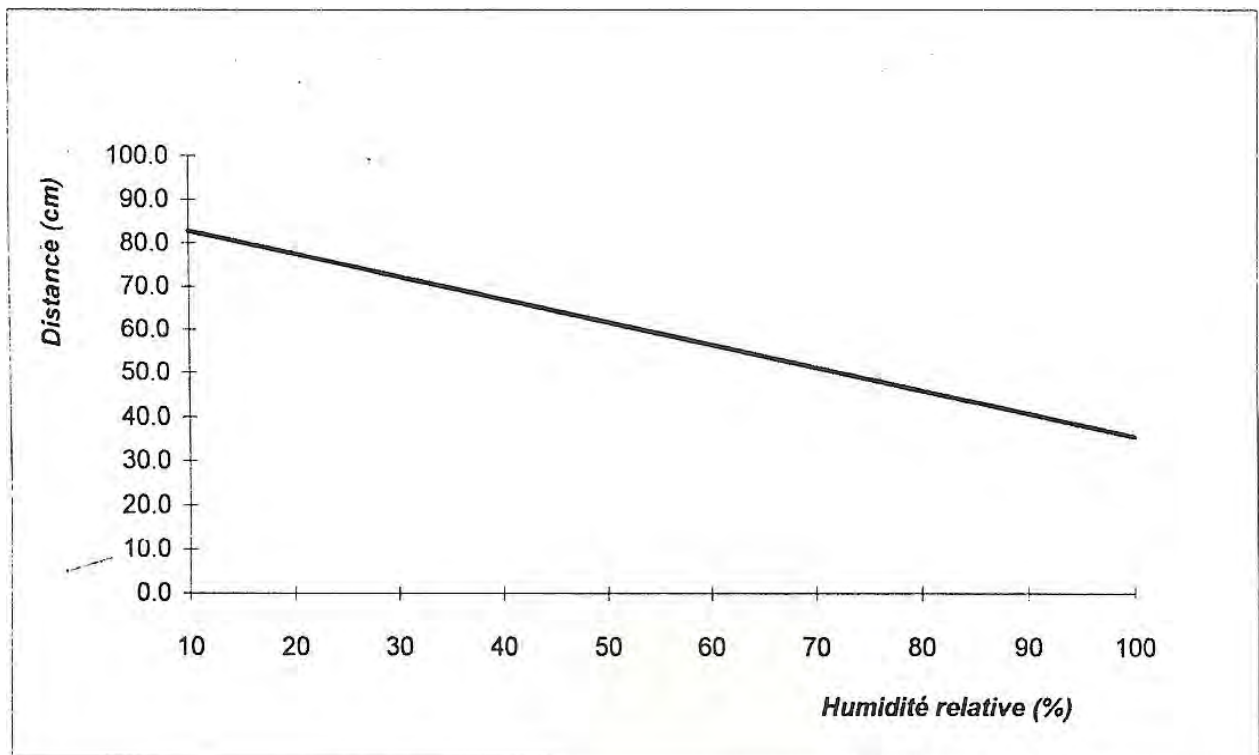


Figure 15 : Distance parcourue par *Achatina Achatina* (L.) en fonction de l'humidité relative de l'air (°C)

1.2. Effet d'un jeûne limité et d'un stimulus alimentaire sur les états comportementaux de *Achatina achatina* (Linné)

Les résultats essentiels de cette étude sont fournis par les tableaux VIII, IX, X, XI et la figure 9.

L'observation générale que l'on peut faire est qu'après un mois de jeûne, tous les animaux du traitement T₁ ont operculé ; le taux de mortalité était nul. Ceux du traitement T₂ n'ont pas operculé mais étaient plus ou moins rétractés dans leur coquille.

1.2.1. Effet de l'arrosage sur les états comportementaux de *Achatina achatina* (L.)

En considérant l'effet simple de l'eau d'arrosage sur les états comportementaux des Achatines à travers l'étude de leur NEC (Tableau VIII), nous constatons que les animaux qui ont été arrosés durant le jeûne de 30 jours (sous-lot AR1) sont plus actifs (93 %) que ceux du sous-lot SA qui ne l'ont pas été (73 %). L'arrosage améliore donc la NEC en l'absence de stimulus alimentaire. Ce résultat est encore plus significatif quand on considère les NEC les plus élevées (4 et 5) : sous-lot AR1, 73 % d'actifs contre 40 % d'actifs pour le sous-lot SA.

De même, l'étude des effets combinés de l'arrosage et du stimulus alimentaire sur les états comportementaux de *Achatina achatina* (Tableau IX), révèle que les Achatines qui recevaient trois fois par semaine l'eau d'arrosage et qui avaient en plus de la carotte pendant deux jours (lot AR3), sont plus actives (93 %) que celles qui n'avaient pas été arrosées (lot SA3), mais qui avaient aussi reçu la carotte (80 %). Ici encore, les NEC les plus élevées 4 et 5 donnent respectivement pour les lots AR3 et SA3, 80 % et 47 % d'actifs.

En considérant le sous-lot AR1 (arrosé) et le lot AR3 (arrosé + carotte) qui appartiennent au traitement T₂, nous constatons que les animaux de ces deux lots présentent les mêmes niveaux d'activité (93 % pour chacun des lots à partir d'une NEC = 3). Le stimulus alimentaire n'a donc pas stimulé outre mesure le lot AR; dans un cas comme dans l'autre, c'est l'eau qui a été le facteur déterminant de l'état comportemental des animaux.

Par contre, pour le sous-lot SA1 (non arrosé) et le lot SA3 (non-arrosé + carotte) qui viennent aussi du traitement T₁, la carotte semble stimuler les animaux du lot SA3 qui sont relativement plus actifs (80 %) que ceux du sous-lot SA1 (73 %). La différence observée n'est cependant pas statistiquement significative ($P > 0,05$).

TABLEAU VIII : Effet de l'arrosage sur les états comportementaux chez l'escargot

Achatina achatina (%)

Mesure des états comportementaux (NEC)	TRAITEMENTS	
	SA1 Sans arrosage (30 j)	AR1 Arrosage (30 j)
1	7	0
2	20	7
3	33	20
4	20	33
5	20	40
	} 73	} 93

TABLEAU IX : Effets combinés de l'arrosage et d'un stimulus alimentaire sur les états comportementaux de l'arrosage sur les états comportementaux chez l'escargot *Achatina achatina* (%)

Mesure des états comportementaux (NEC)	TRAITEMENTS	
	SA3 Sans arrosage (30 j) + carotte (J31 et J32)	AR3 Arrosage (30 j) + carotte (J31 et J32)
1	7	0
2	13	7
3	33	13
4	13	47
5	34	33
	} 80	} 93

1.1.2. Effet de l'arrosage sur l'activité de l'escargot en présence d'un stimulus alimentaire

L'effet de l'arrosage sur le comportement de l'achatine face à un stimulus alimentaire, permet de noter que les animaux du lot AR4 sortent rapidement de la phase de léthargie (temps de latence plus court) que ceux du lot SA4, atteignent le stimulus alimentaire relativement plus vite et passent plus de temps au contact de ce dernier (Tableau X).

L'étude du temps de latence pour entrer en contact avec un stimulus alimentaire, en rapport avec la NEC, réalisée sur 150 escargots confirme ce résultat (Figure 16).

TABLEAU X: Effet de l'arrosage sur l'activité en présence d'un stimulus alimentaire

Paramètres	TRAITEMENTS	
	SA4 Sans arrosage (30 j) + carotte (J34)	AR4 Arrosage (30 j) + carotte (J34)
Latence (mn)	6,23 ± 1,14	2,47 ± 0,40
Tasa (mn)	7,31 ± 1,24	3,60 ± 0,55
Tcsa (mn)	1,69 ± 0,63	34,27 ± 10,35

Latence : temps mis pour sortir de la coquille et exprimer un état comportemental

Tasa : temps mis pour atteindre le stimulus alimentaire

Tcsa : temps mis au contact du stimulus alimentaire

mn : minute

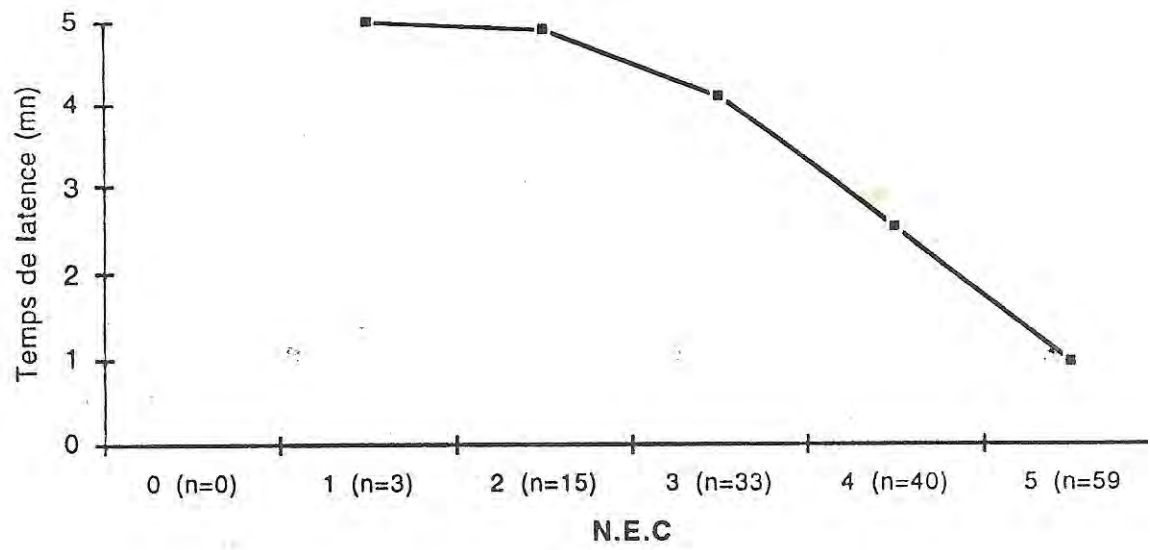


Figure 16: Relation entre la NEC et le temps de latence pour entrer en contact avec un stimulus alimentaire

1.2.3. Effet combinés de l'arrosage et d'un stimulus alimentaire sur l'activité de *Achatina achatina* (L.)

L'étude du comportement alimentaire chez les escargots ayant subi les effets combinés de l'arrosage et du stimulus alimentaire, montre que les animaux du lot AR3 (arrosé+ carotte) ont un temps de latence plus court que celui du lot SA3 (non arrosé + carotte) ; les deux lots mettent pratiquement le même temps pour atteindre le stimulus alimentaire : par contre, les animaux du lot SA3 passent plus de temps au contact de la carotte (Tableau XI) que ceux du lot AR3.

Il apparaît ici que les animaux qui ont manqué d'eau plus longtemps passent plus de temps au contact de la nourriture que ceux qui ont reçu de l'eau.

TABLEAU XI: Effet de l'arrosage et d'un stimulus alimentaire sur l'activité de *Achatina achatina* (L.)

Paramètres	TRAITEMENTS	
	SA3 Sans arrosage (30 j) + carotte (J31 et J32) + carotte (J34)	AR3 Arrosage (30 j) + carotte (J31 et J32) + carotte (J34)
Latence (mn)	8,47 ± 1,04	3,79 ± 2,01
Tasa (mn)	5,67 ± 1,12	5,53 ± 1,39
Tcsa (mn)	3,07 ± 0,95	1,80 ± 0,46

1.3. Discussion-Conclusion

1.3.1. Applicabilité du concept de mesure des états comportementaux

1.3.1.1. Mesure des états comportementaux et de l'activité locomotrice

Nous avons obtenu au sein de notre population d'escargots et suivant l'état comportemental, deux groupes distincts : les actifs et les inactifs

TAKEDA et OZAKI (1986) étudiant l'induction du comportement locomoteur chez *Achatina fulica* (B.), obtiennent les mêmes résultats mais classent les animaux inactifs en trois sous groupes : le sous-groupe A1 (escargot ayant estivé avec formation d'un opercule) ; A2 (escargots complètement rétractés dans leur coquille) et A3 (escargots rétractés dans leur coquille mais avec la sole pédieuse visible). Cette classification n'est pas très différente de ce que nous avons pu observer chez nos animaux inactifs : les sous-groupes A1 et A2 correspondent à la description que nous avons faite des achatines ayant une NEC égale à 1. Nous n'avons pas observé la mise en place d'un opercule à cause, sans doute, du temps trop court qu'a duré notre expérimentation. Mais nous avons observé des animaux inactifs à NEC égale à 2.

La proportion d'animaux inactifs oscille entre 23 et 25 % selon le NEC et près de 73% des animaux ont été jugés actifs. Dans nos conditions climatiques, les niveaux d'activité diurne habituellement observés par de nombreux auteurs (HODASI, 1975 ; ZONGO *et al.*, 1990 ; OTCHOUMOU *et al.*, 1990) chez *Achatina achatina* (L.) sont en général faibles (20 à 30 % dans le meilleur des cas), sauf après une pluie ou par temps nuageux.

Toutefois, nous n'avons observé aucune différence entre la taille de l'escargot et son activité locomotrice d'une part, et d'autre part entre la taille d'un animal et sa NEC. Ce résultat est en accord avec celui de OOSTERHOFF (1977).

1.3.1.2. Relation entre la NEC et l'activité en semi-liberté

En semi liberté, *Achatina achatina* (L.) développe des activités de locomotion et d'exploration dont l'intensité est fonction de sa NEC.

La latence est négativement corrélée à l'activité et à l'exportation ces deux paramètres étant positivement corrélés entre eux. Ces résultats sont en accord avec ceux de FAURE (1981). on peut aussi noter que, dans le groupe des actifs, la latence est significativement plus courte ($P < 0,05$) chez les animaux à $NEC = 5$ que ceux à $NEC = 3$ ou 4.

ADAMO et CHASE (1991) ont montré que chez *Helix aspersa* (M.), en présence d'un stimulus alimentaire (carotte), la latence est d'autant plus courte que le nombre de jours de jeune que l'animal a subi a été plus élevé.

L'organisation du comportement montre que le répertoire des activités de l'escargot *Achatina achatina* (L.) se limite essentiellement à l'exploration de l'espace et à la recherche de nourriture.

La finalité de l'activité quand *Achatina achatina* (L.) a une NEC élevée serait l'exploration en vue de la recherche de partenaire et/ou de nourriture ou d'endroits où s'abriter. Cette activité exploratoire reste toutefois fondamentalement horizontale, ce qui l'oppose à *Archachatina ventricosa* qui est un grimpeur (ZONGO *et al.*, 1990).

1.3.1.3. Relations entre l'activité locomotrice et les conditions atmosphériques

Quand on considère l'ensemble des facteurs climatiques, nos résultats indiquent que l'humidité relative de l'air exerce une influence prépondérante sur l'activité locomotrice, avec un maximum qui se situerait chez *Achatina achatina* (L.) à une température ambiante de 29,5 °C pour une hygrométrie de 75,5 %. Ces résultats sont en conformité avec ceux de PRIOR (1981) et de TAKEDA et OZAKI (1986) qui ont montré que les activités comportementales de certains mollusques, notamment la locomotion, sont fortement corrélés avec les variations de l'humidité de l'air.

Selon STIEVENART et HARDOUIN (1990), l'humidité relative préférentielle des Achatinidés se situerait entre 80 et 90% ; c'est pourquoi, ils sont actifs lors des périodes humides de la journée (aurore et crépuscule).

DAINTON (1954) étudiant *Agriolimax reticulatus*, conclut de son côté que les rythmes d'activités de cette espèce sont guidés par le cycle journalier de la température, ce qui semble être le cas chez *Achatina achatina* (L.). On constate en effet, que l'activité décroît légèrement aux températures 24-26 °C et commence à décliner au voisinage de 30-31 °C.

HODASI (1975 ; 1979), OTCHOUMOU *et al.*, (1990) trouvent que plus de la moitié d'une population de *Achatina achatina* (L.) est active la nuit à une température de 26 °C et une hygrométrie de 85 %.

Comme on le voit, les résultats sont assez variés et parfois même contradictoires. Peu d'auteurs ont travaillé sur l'activité locomotrice de *Achatina achatina* (L.) en rapport avec les conditions atmosphériques diurnes. De même, l'activité locomotrice n'a pas été quantifiée c'est-à-dire étudiée en terme de distance parcourue par les études antérieures. La présente étude ouvre

donc la voie à des travaux plus fins sur les relations entre l'activité locomotrice et les conditions atmosphériques.

1.3.2. Effet d'un jeun limité et d'un stimulus alimentaire sur les états comportementaux de *Achatina achatina* (LINNE)

Après cette période de jeun limité, *Achatina achatina* (L.) étant capable de supporter des périodes de privation alimentaire plus longues (ZONGO *et al.*, 1990), certains animaux avaient operculé alors que d'autres, malgré l'arrosage étaient simplement rétractés dans leur coquille. Ces observations sont en accord avec celles faites par HONDO (1964), CHEVALIER (1985), ZONGO *et al.*, 1990), ADAMO et CHASE (1991), qui notent que quand les conditions de vie deviennent défavorables (manque d'eau ou de nourriture, rigueur du climat, etc.), l'escargot préfère se rétracter dans sa coquille pour ne pas gaspiller l'énergie disponible et fabriquer, dans ces conditions extrêmes, un opercule qui le protège efficacement du milieu extérieur.

1.3.2.1. Effet de l'arrosage sur les états comportementaux de *Achatina achatina* (LINNE)

Les résultats obtenus révèlent que les escargots qui ont été arrosés durant le jeun limité de 30 jours, étaient plus actifs que ceux qui ne l'avaient pas été. Selon ARVAMITAKI et CARDOT (1932) qui étudiaient les variations de la concentration du milieu intérieur chez les mollusques terrestres, l'hydratation après la pluie avait eu pour effet la stimulation de l'activité locomotrice. Ces résultats sont aussi en accord avec ceux de TAKEDA et OZAAKI (1986) qui ajoutent que cette activité locomotrice, liée à l'hydratation du milieu, se manifeste le jour, indépendamment du rythme circadien endogène des escargots. Ceci est possible car, plusieurs auteurs ont mis en évidence la grande perméabilité à l'eau du tégument des pulmonés terrestres (GILLES, 1972 ; MACHIN, 1977 ; OOSTERHOFF, 1977).

L'eau semble donc jouer un rôle capital dans la régulation de l'activité chez les pulmonés terrestres. OOSTERHOFF (1977) arrivait à activer les escargots suite à une brève immersion dans l'eau. OTCHOUMOU *et al.*, (1990) notent par ailleurs que, bien que *Achatina achatina* (L.) ait une activité préférentiellement nocturne, près de 30% des animaux peuvent demeurer actifs dans la journée, s'ils sont arrosés à 10 heures et à 17 heures.

L'eau représente donc le facteur clé de l'induction du comportement locomoteur. Cependant, un constat prolongé de l'escargot avec celle-ci peut entraîner une trop grande dilution du milieu intérieur et éventuellement la mort de l'animal.

En ce qui concerne l'effet du stimulus alimentaire sur l'état comportemental des achatines, il ressort que la carotte ne stimule pas outre mesure les animaux. EVERET *et al.*, (1982) notent que le comportement « corps rétracté » inhibe le comportement alimentaire. ADAMO et CHASE (1999) ajoutent qu'au fur et à mesure que le nombre de jours de jeûne augmente, l'activité diminue.

1.3.2.2. Effet de l'arrosage sur l'activité chez *Achatina achatina* (LINNE)

Les animaux qui étaient arrosés trois fois par semaine avaient un temps de latence plus court, parvenaient plus rapidement au contact de l'aliment et passaient plus de temps à manger. ADAMO et CHASE (1991) obtiennent les mêmes résultats chez *Helix aspersa* MULLER, mais notent que le jeûne n'a eu aucun effet sur la vitesse de déplacement des animaux.

Il existerait une corrélation négative entre la NEC et le temps de latence pour entrer en contact avec le stimulus alimentaire. Aussi plus la NEC est élevée plus le temps de latence est court.

Les différents types de temps mis pour sortir de la coquille et exprimer un état comportemental, pour atteindre le stimulus alimentaire et ceux passés au contact de ce dernier permettant de dire encore une fois, que l'arrosage améliore la NEC et que quand celle-ci augmente, les escargots nourris atteignent plus vite le stimulus alimentaire mais restent très peu de temps au contact de l'aliment.

Si nous considérons globalement nos résultats, nous constatons que les lots SA4 et AR4 qui ont jeuné pendant 33 jours, ont mis beaucoup plus de temps à manger (environ 18 mn) que les lots SA3 et AR3 qui ont jeuné 31 jours (environ 2,5 mn). Comme ADAMO et CHASE (1991), nous pouvons donc dire que la privation de nourriture augmente à la fois le désir de s'alimenter et le temps que les escargots passent au contact de la carotte. Quant au temps de latence, il est toujours amélioré par les arrosages.

MARASO et MURCIANO (1989) concluent que tant sous les tropiques que dans les régions polaires, les comportements locomoteur, alimentaire ou sexuel des mollusques à coquille sont toujours reliés par l'eau. dépendent les périodes d'activité et de repos, les pâtures et même les rares accouplements.

1.3.3. Conclusion

Le concept de mesure des états comportementaux expérimenté sur d'autres mollusques marins (LEE et PALOVCIK, 1976) ou terrestres (TAKEDA et OZAKI, 1986 ; ADAMO et CHASE, 1991) est applicable à l'escargot géant africain *Achatina achatina* (LINNE). Un jeûne limité de 3 jours n'a cependant pas eu effet déterminant sur *Achatina achatina* qui peut vivre, s'il n'est pas perturbé sur ces réserves pendant plusieurs mois durant la saison sèche.

2. EFETS DE QUELQUES FACTEURS ABIOTIQUES SUR LA CROISSANCE ET LA REPRODUCTION

2.1. Etude de quelques fourrages verts et aliments concentrés consommés par l'escargot *Achatina achatina* (L.)

2.1.1. Consommation de quelques fourrages verts en fonction de la taille de *Achatina achatina* (L.)

Les résultats essentiels de cet essai sont résumés sur les tableaux XIIa , b, et c.

En considérant les animaux ayant un poids vif moyen sensiblement égal à 30 ± 5 g (Tableau XII a), le gain de poids moyen quotidien et l'ingéré alimentaire quotidien par un individu paraissent meilleurs avec les feuilles de manioc. Le gain de poids le plus faible pour cette classe de poids est obtenu avec les feuilles de papayer (53,57 mg/j), tandis que le fourrage le moins consommé est représenté par les feuilles d'aubergine qui offrent cependant le meilleur indice de consommation.

Pour la classe de poids vif moyen égal à 90 ± 5 g (tableau XIIb), le meilleur gain de poids moyen quotidien (265,71 mg/j) et le meilleur tau de conversion alimentaire (1,39) sont obtenus avec les feuilles de patate qui sont peu consommées par rapport aux autres fourrages. L'ingéré alimentaire le plus élevé s'observe avec les feuilles de taro (1223,71 mg/j) qui n'offrent pas, cependant, un bon indice de consommation (7,08).les résultats paraissent donc meilleurs avec les feuilles de patate pour cette catégorie d'achatines.

Les escargots les plus gros (Tableau XIIc) consomment davantage es feuilles de taro et de papayer mais ce sont les feuilles de papayer qui donnent le meilleur gain moyen quotidien (495,00 mg/j).Les fourrages les mieux appréciés par les escargots de cette taille sont les feuilles de taro (1900,29 mg/j) et de papayer 1185,57 mg/j). Ils n'apprécient pas, par contre les feuilles d'aubergine.

TABLEAU XII : Gain de poids moyen quotidien (GMQ) (mg/j), Ingre alimentaire (Ing. Al.) (mg/j), et Indice de consommation (I.C.) selon le fourrage et le poids de *Achatina achatina* (L.)

a) **Lot I** : Poids vif moyen (PV) = 30 ± 5 g, N = 5

Paramètres	Fourrages				
	Papayer	Taro	Manioc	Patate	Aubergine
ΔP (g)	0,75	0,99	3,01	2,12	1,79
GMQ (mg/j)	53,57	70,71	215,00	151,43	127,86
Ing. Al. (mg/j)	308,57	362,43	406,57	247,00	153,43
I.C	5,76	5,13	1,89	1,63	1,20

b) **Lot II**: Poids vif moyen (PV) = 90 ± 5 g, N = 5

Paramètres	Fourrages				
	Papayer	Taro	Manioc	Patate	Aubergine
ΔP (g)	2,67	2,42	2,12	3,72	1,68
GMQ (mg/j)	190,71	172,86	151,43	265,71	12,00
Ing. Al. (mg/j)	1158,00	1223,71	560,57	368,57	437,43
I.C	6,07	7,08	3,70	1,39	3,65

c) **Lot III**: Poids vif moyen (PV) = 150 ± 5 g, N = 5

Paramètres	Fourrages				
	Papayer	Taro	Manioc	Patate	Aubergine
ΔP (g)	6,93	3,38	1,34	3,22	1,67
GMQ (mg/j)	495,00	241,43	95,71	230,00	119,29
Ing. Al. (mg/j)	1183,57	1900,28	888,57	738,14	546,43
I.C	2,39	7,87	9,28	3,21	4,58
.					

2.1.2 Consommation alimentaire et capacité d'ingestion

Les principaux résultats concernant ces aspects sont présentés dans le tableau XIII.

Si nous considérons les aliments présentés sous forme de farine à base de tubercule, céréale et tourteau, nous observons que les farines de maïs et de tourteau de coton présentent les ingérés alimentaires par individu les plus élevés ($1610,29 \pm 114,64$ mg/j et $1538,5 \pm 93,23$ mg/j) à l'inverse de la farine de manioc qui est l'aliment le moins consommé ($478,00 \pm 38,15$ mg/j). L'aliment qui a donné le meilleur taux de conversion alimentaire fut l'aliment reproducteur CARIA. La farine de mil, relativement moins bien consommée que la farine de maïs, donne un indice de consommation voisin de celui du maïs ($3,56 \pm 0,46$).

Pour l'ensemble de ces farines, l'ingéré alimentaire quotidien par individu varie entre 0,5 et 1,6 g.

TABLEAU XIII: Ingéré alimentaire (Ing. Al.) (mg/j), GMQ (mg/j) et Indice de consommation (I.C.) selon le fourrage

Aliments	Paramètres		
	Ing. Al.	GMQ	I.C.
<u>a- Farines de tubercules ou de céréales</u>			
Farine de manioc	478,00 ± 38,15	271,59 ± 9,92	1,76 ± 0,13
Farine de maïs	1610,2 ± 114,64	408,70 ± 28,96	3,94 ± 0,47
Farine de mil	752,29 ± 52,45	211,32 ± 14,93	3,56 ± 0,46
Aliment reproducteur escargot	938,29 ± 36,02	593,85 ± 49,83	1,58 ± 0,16
Tourteau de coton	1538,57 ± 93,23	620,39 ± 25,61	2,48 ± 0,18
<u>b- Fourrages verts</u>			
feuilles de taro	1326,5 ± 103,65	201,91 ± 12,38	6,57 ± 0,82
Feuilles de papayer	811,43 ± 84,30	384,56 ± 24,59	2,11 ± 0,26
<u>c- Fruits mûrs</u>			
Banane douce	4170 ± 361,55	1050,52 ± 103,43	3,97 ± 0,49
Papaye	4105 ± 281,51	867,89 ± 35,89	4,73 ± 0,20

Les deux fourrages verts testés nous donnent les résultats d'ingestion qui confirment ceux de l'essai précédent. L'ingéré alimentaire le plus élevé est obtenu avec les feuilles de taro (1326,57 ± 103,65 mg/j) mais le meilleur indice de consommation s'obtient avec les feuilles de papayer. L'ingéré alimentaire par individu oscille ici entre 0,8 et 1,3 g/j.

En ce qui concerne les fruits mûrs et par rapport à tous les aliments testés nous constatons que les escargots apprécient de loin cette catégorie d'aliments. Les ingérés sont très élevés : 4170,57 ± 361,55 mg/j et 4105,14 ± 281,51 mg/j respectivement pour la banane douce et la papaye mûre. Mais le meilleur indice de conversion alimentaire s'obtient avec la banane douce. Pour ces deux fruits donc l'ingéré alimentaire par individu et par jour varie entre 4 et 5 g.

2.2. Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance des achatines

Les tableaux XIV et XV et les figures 17, 18 et 19 présentent les résultats essentiels de cet essai.

Les escargots qui reçoivent 125 ml d'eau trois fois par semaine présentent une meilleure croissance pondérale ($2,33 \pm 0,01$ à $9,81 \pm 0,01$ g) après 16 semaines d'essai (Tableau XIV et figure 17) ; ceux qui subissent un traitement de 50 ml d'eau ont vu leur poids vif diminuer régulièrement pour atteindre $1,93 \pm 0,14$ g après 8 semaines, les escargots qui étaient excessivement arrosés (150 et 175 ml d'eau 3 fois /semaine) avaient une litière toujours saturée en eau, si bien qu'ils étaient souvent collés aux parois ou aux couvercles des bacs.

TABLEAU XIV : Résultats globaux de l'effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance et la survie des achatines

Paramètres	Traitements hydriques (ml)				
	50	100	125	150	175
Effectif	20	20	20	20	20
Poids initial (g)	2,33 (0,01)	2,30 (0,06)	2,33 (0,01)	2,36 (0,04)	2,33 (0,92)
Poids final 9g)	1,93 (0,14)	8,67 (1,97)	9,81 (0,01)	7,60 (0,78)	8,08 (2,11)
Gain moyen quotidien (mg)	-7,14 (19,98)	56,88 (26,13)	66,79 (29,64)	46,79 (30,75)	51,34 (31,24)
Longueur coquille initiale (cm)	3,25 (0,06)	3,30 (0,01)	3,25 (0,05)	3,40 (0,01)	3,49 (0,03)
Longueur coquille finale (cm)	3,59 (0,12)	4,48 (0,49)	4,64 (0,11)	4,39 (0,07)	4,45 (0,32)
Croissance journalière (mm/)	0,06 (0,03)	0,11 (0,02)	0,12 (0,02)	0,09 (0,02)	0,08 (0,02)
Mortalité cumulée (%)	100	25	5	25	35

() : erreur-type

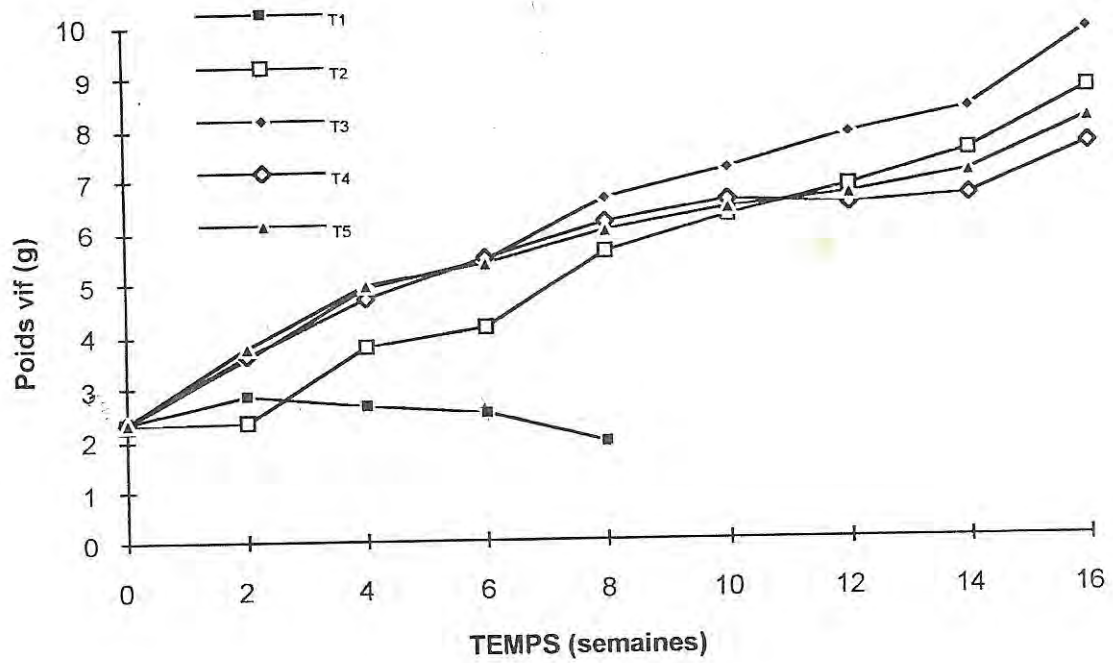


Figure 17: Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance pondérale de *Achatina achatina* (L.)

Les croissances journalières de poids vif des escargots qui recevaient 150 et 175 ml d'eau 3 fois /semaine étaient moins bonne que celles des animaux qui avaient 100 ml d'eau ($46,79 \pm 30,75$ et $51,34 \pm 31,24$ mg/j respectivement pour 150 ml et 175 ml contre $56,88 \pm 26,13$ mg/j pour 100ml). Ici encore, c'est le traitement 125 ml qui donne le meilleur résultat avec une croissance journalière de $66,79 \pm 29,64$ mg/j. Il en était de même pour la croissance journalière coquillière (Figure 18).

L'analyse de la variance (Tableau XV) montre, en ce qui concerne le poids vif, qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements hydriques 100, 125, 150 et 175 ml d'eau ($P > 0,05$) mais que cette différence existe bien quand on compare ces quatre traitements au traitement 50 ml ($P < 0,05$).

TABLEAU XV : Effet de la quantité d'eau d'arrosage sur la croissance pondérale et la taille chez l'escargot *Achatina achatina* (L.)

Paramètres	QUANTITE D'EAU (ml)					F	ddl
	50	100	125	150	175		
Poids vif (g)	2,25 ^a	4,95 ^b	5,77 ^b	5,24 ^b	5,32 ^b	12,28	4
Longueur coquille (cm)	3,47 ^a	3,73 ^a	4,04 ^a	3,82 ^a	3,94 ^a	3,83	4

- Les valeurs moyennes de la même ligne indexées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$)

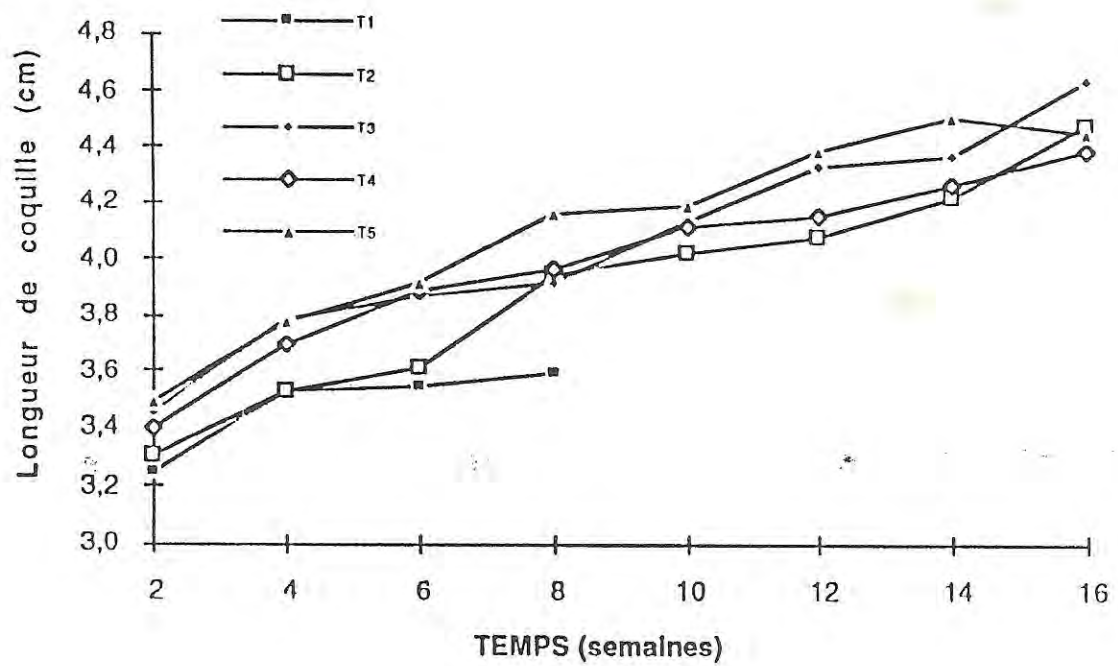


Figure 18: Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la longueur de la coquille de *Achatina achatina* (L.)

L'allongement coquillier semble aussi s'améliorer avec le traitement 125 ml, avec une croissance journalière de $0,12 \pm 0,02$ mm/j, mais ce résultat n'est pas significativement différent ($P > 0,05$) de celui des animaux du traitement 100ml ($0,11 \pm 0,02$ mm/j).

L'analyse de la variance des valeurs moyennes obtenues pour l'allongement coquillier, ne montre pas de différence significative entre les cinq traitements hydriques ($P > 0,05$) (Tableau XV).

Les achatines du traitement 50 ml avaient un taux de mortalité cumulée de 70% à 8 semaines de la fin de l'essai qui rappelle le a duré 16 semaines et étaient toutes mortes à la 10^{ème} semaine (Figure 19). Le meilleur taux de survie a été obtenu avec les escargots du traitement 125 ml où à la fin de l'expérimentation, il était de 95 % contre 5% de taux de mortalité cumulée.

Pour l'ensemble de nos résultats nous notons que les animaux qui recevaient plus de 50 ml d'eau 3 fois /semaine ont présenté des croissances de poids vif et de longueur de coquille plus ou moins régulières.

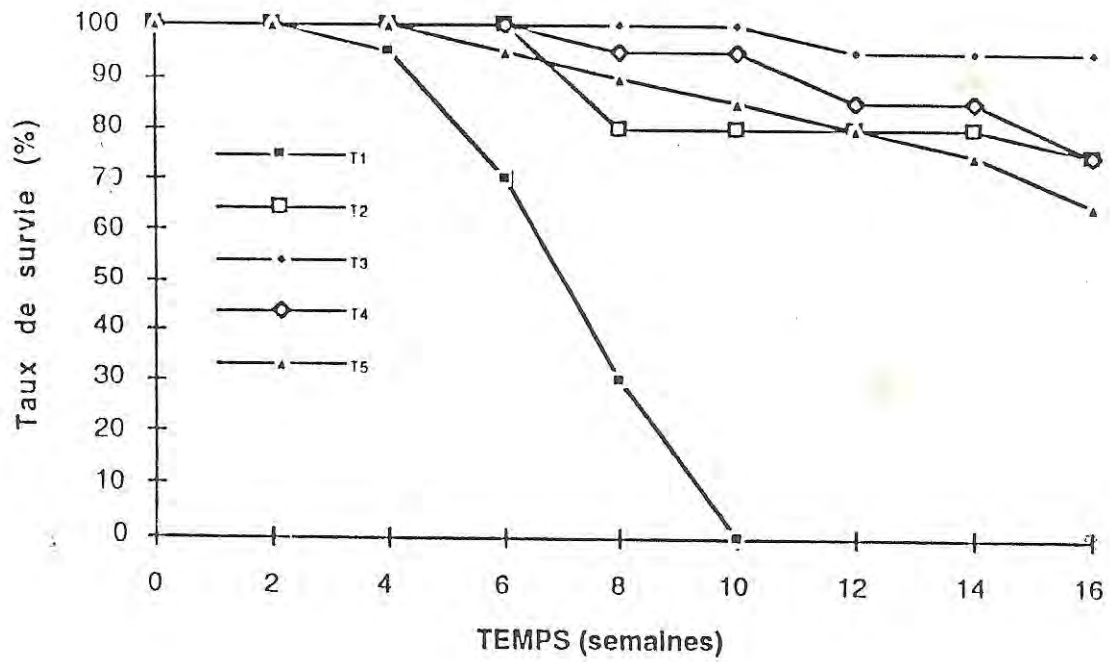


Figure 19: Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur le taux de survie de *Achatina achatina* (L.)

2.3. Influence de la densité d'esclavage sur les performances de la reproduction de l'escargot *Achatina achatina* (LINNE)

2.3.1. Caractérisation de l'aptitude des reproducteurs à la ponte

Les tableaux XVI, XVII, XVIII, XIX et XX présentent les résultats essentiels de cet essai.

Le taux de reproduction des escargots élevés à la densité de 12 animaux/m² est nettement supérieur (76,67 %) à ceux des trois autres densités (tableau XVI) ; le plus faible taux a été obtenu à la densité de 4 animaux/m² (40,00 %). Quelle que soit la densité, nous notons que tous les reproducteurs n'ont pas pondu ; parmi ceux qui ont pondu, nous avons enregistré, toute densité confondue, une moyenne de 196 œufs/ponte.

La densité de 12 animaux/m² reste encore le meilleur traitement pour le nombre moyen d'œufs mis en incubation par ponte (214 œufs), les densités 8 et 16 animaux/m² présentent, quant à elles, des valeurs comparables (181 et 191). Le pourcentage d'œufs mis en incubation, reste aussi comparable et très élevé (plus de 90 %) pour les quatre densités constituées. La qualité moyenne des œufs pondus est donc bonne.

Globalement, le poids des pontes réalisées ne semble pas être influencé par la densité d'élevage (Tableau XVII) ; les valeurs obtenues pour les densités 4, 8 et 16 animaux/m² ne sont pas très différentes les unes des autres et varient entre 29 et 32 g ; ici encore, ce sont les pontes obtenues à la densité de 12 animaux/m² qui ont les poids les plus élevés (34,53 ± 5,66 g), en relation avec un plus grand nombre d'œufs. Le poids moyen de l'œuf est sensiblement égal sur les quatre densités, avec toutefois un léger avantage à la densité de 8 animaux/m² (168 ± 5,38 mg), pour une longueur moyenne de 7,0 ± 0,36 mm et un diamètre moyen de 5,2 ± 0,81 mm.

TABLEAU XVI : Résultats globaux de l'influence de la densité des animaux
sur les performances de reproduction de *Achatina achatina* (L.)

Paramètres	DENSITES (animaux/m ²)				
	4	8	12	16	Ensemble
Effectif départ	10	20	30	40	100
Nombre de pontes enregistrées	4	10	23	27	64
Taux de reproduction (%)	40	50	76,67	67,50	64
Nombre de pontes par reproducteur départ	0,40	0,50	0,77	0,68	0,64
Nombre total d'œufs enregistrés	581	1820	4950	5178	12529
Nombre total d'œufs mis en incubation (MEI)	576	1810	4932	5154	12472
Pourcentage d'œufs mis en incubation	99,14	99,45	99,64	99,54	99,55
Nombre moyen d'œufs-MEI/ponte	144	181	214	191	196
Durée d'incubation (j)	18,13	20,50	20,25	19,19	19,52
Nombre de naissains éclos par pondeur	106	126	161	140	145
Taux d'éclosion (%)	73,50	69,47	75,32	73,23	74,27
Taux de mortalité cumulée (%)	10	2,5	8,34	21,25	10,52

TABLEAU XVII : Caractéristiques des œufs selon la densité

Densités (animaux/m ²)	Paramètres			
	Poids moyen par ponte (g)	Poids moyen d'un œuf (mg)	Longueur moyenne (mm)	Diamètre moyen (mm)
4	32,40 ± 2,3	160 ± 5	6,6 ± 0,3	5,3 ± 0,2
8	29,97 ± 8,53	168 ± 5	7,0 ± 0,4	5,2 ± 0,8
12	34,53 ± 5,66	158 ± 3	6,7 ± 0,4	5,4 ± 0,5
16	29,52 ± 5,77	154 ± 8	6,8 ± 0,1	5,5 ± 0,4
Ensemble	31,62 ± 2,33	160 ± 6	6,8 ± 0,2	5,3 ± 0,1

Le tableau XVIII présente la répartition des pontes, et des taux de pondes sur la période de l'expérience. 58 pontes sur les 64 obtenues ont été enregistrées durant la grande saison des pluies (mai, juin, juillet), soit 90,63 % des pontes au cours de la grande saison des pluies. Aucune ponte n'a été enregistrée au cours du mois d'avril et l'unique ponte du mois de septembre vient de la densité de 12 animaux/m². Les 4 pontes obtenues à la densité de 4 animaux/m² ont été enregistrées en juin et juillet alors que pour les trois autres densités, elles sont plus étalées sur toute la saison. Les taux de pondes présentent également les valeurs les plus élevées pendant la grande saison des pluies, en relation avec le nombre total de pontes obtenues durant cette période. Pour l'ensemble des densités, les taux élevés de pondes s'obtiennent au cours des mois de juin et juillet. Le plus faible taux a été enregistré au mois de septembre (3,33 %) à la densité de 12 animaux/m².

Le plus fort taux de mortalité a été obtenu à la densité de 16 animaux/m² (21,25 %) et le plus faible taux à la densité de 8 animaux/m² (2,5 %).

TABLEAU XVIII : Répartition du nombre de pontes (N) et du taux de ponteurs (%)

selon la densité et le mois de ponte

Densités (animaux/m ²)		Mois de ponte						Ensemble
		A	M	J	J	A	S	
4	N	–	–	1	3	–	–	4
	%	–	–	10,00	30,00	–	–	40,00
8	N	–	1	3	4	2	–	10
	%	–	5	15	20	10	–	50
12	N	–	4	8	9	1	1	23
	%	–	13,00	26,67	30,00	3,33	3,33	76,67
16	N	–	5	10	10	2	–	27
	%	–	12,50	25,00	25	5	–	67,50
Ensemble	N	–	10	22	26	5	1	64
	%	–	11,11	22,00	26,00	5,56	3,33	64,00

2.3.2. Durée d'incubation et taux d'éclosion

Les durées moyennes d'incubation varient entre 18 jours et 23 jours (Tableau XIX). Ces résultats indiquent qu'au fur et à mesure qu'on entre dans la saison des pluies, les durées d'incubation tendent à devenir plus longues et passent de $18,33 \pm 1,26$ jours en mai, pour atteindre $21,06 \pm 0,32$ jours en juillet. Toutefois, la densité de 4 animaux/m² semble avoir, par rapport aux trois autres densités, la durée d'incubation la plus courte ($18,13 \pm 3,71$ jours) quand on considère l'ensemble des pontes issues de chaque densité.

TABLEAU XIX : Evolution de la durée d'incubation selon la densité et le mois de ponte

Paramètre	Densités (animaux/m ²)	Mois de ponte						Ensemble
		A	M	J	J	A	S	
Durée d'incubation (j)	4	–	–	15,50	20,75 (1,39)	–	–	18,13 (3,71)
	8	–	19,50	20,00 (1,73)	21,50 (3,87)	21,00 (1,41)	–	20,50 (0,91)
	12	–	17,00 (1,29)	20,00 (1,69)	21,00 (3,28)	20,25	23,00	20,25 (2,17)
	16	–	18,50 (1,28)	20,50 (0,94)	21,00 (2,94)	16,75 (2,48)	–	19,19 (1,95)
Ensemble		–	18,33 (1,26)	19,00 (2,35)	21,06 (0,32)	19,33 (2,27)	23,00	19,82 (1,72)

() : *Ecart-type*

Pour l'ensemble des densités, les taux d'éclosion oscillent entre 69,47 % à la densité de 8 animaux/m² et 75,32 % à la densité de 12 animaux/m² (Tableau XX). Le plus faible taux d'éclosion a été obtenu au mois de septembre (54,71 %) à la densité de 12 animaux/m² où nous n'avons obtenu qu'une ponte et le plus fort taux au mois d'août (87,73 %) toujours sur cette même densité.

L'analyse de ce paramètre suivant les mois de ponte indique que les mois de juin, juillet et août donnent les meilleurs taux d'éclosion avec des taux de 75 et 78 % respectivement pour juin et août.

TABLEAU XX : Evolution du taux d'éclosion (%) selon la densité et le mois de ponte

Paramètre	Densités (animaux/m ²)	Mois de ponte						Ensemble
		A	M	J	J	A	S	
Taux d'éclosion (%)	4	–	–	67,28 (5,36)	79,46 (5,36)	–	–	73,50 (8,61)
	8	–	61,61	77,99 (13,68)	73,09 (11,96)	64,78 (20,28)	–	69,47 (7,50)
	12	–	74,41 (6,24)	85,86 (10,99)	74,55 (10,23)	87,73	54,71	75,32 (13,15)
	16	–	74,24 (8,40)	69,03 (8,80)	69,13 (13,40)	80,36 (6,31)	–	73,23 (5,36)
Ensemble		–	70,08 (7,34)	75,04 (8,60)	74,05 (4,26)	77,62 (11,72)	54,71	71,59 (7,52)

() : *Ecart-type*

2.4. Discussion-Conclusion

2.4.1. Etude de quelques fourrages verts et aliments concentrés consommés par l'escargot *Achatina achatina* (L.)

Il ressort de notre étude que l'escargot *Achatina achatina* (L.) consomme, à des degrés divers, de nombreux fourrages verts de cultures vivrières, ainsi qu'une gamme variée de farines (céréale ou tubercule) et des fruits. Ce résultat est en accord avec ceux de WEBER (1954), HODASI (1975, 1979, 1984), ESOBE (1987) et WAITKUWAIT (1987). Pour AJAYI *et al.*, (1978), la multitude de plante que peut consommer l'escargot suggère qu'il est omnivore.

Dans son biotope naturel, l'escargot est végétarien ; il trouve la plus grande partie de l'eau nécessaire à son hydratation dans les fourrages verts qu'il consomme car ceux-ci contiennent plus de 80 % d'eau. C'est donc à juste titre que, pour des animaux d'élevage nourris avec un aliment concentré déshydraté comme les farines, on conseille un apport hydrique complémentaire (ZONGO *et al.*, 1990).

Nous observons que les achatines ont des niveaux d'ingestion très faibles et ceux-ci varient avec la taille des animaux : les plus gros consommant plus que les plus petits. Ce résultat est en conformité avec ceux de HODASI (1979, 1984). ZONGO *et al.*, (1990) chez *Achatina achatina* (L.) et SARIOGO (1980) chez *Achatina fulica* (B.). Selon ces auteurs, la consommation journalière d'aliment n'est pas régulière chez les Achatinidés. L'alimentation chez *Achatina achatina* (L.) serait sporadique, interrompue par l'activité, l'exploration ou les périodes de repos. Aussi, les escargots étant ectothermiques, leur niveau d'activité chute si la température baisse, de même que leur appétit. Notons toutefois qu'au cours de ces essais, la température et l'humidité de l'air enregistrées varient peu d'une semaine à l'autre et oscillaient respectivement entre 27 et 28 °C et 83 et 85 %.

Les préférences alimentaires semblent varier avec la taille de *Achatina achatina* (L.). Comme HODASI (1979), nous constatons que les jeunes escargots préfèrent les feuilles aux fruits, alors que les animaux plus âgés apprécient les fruits quand il leur est donné d'opérer un choix. EGONWAN (1991) prétend que le choix des aliments par les jeunes escargots varie selon que leur objectif est la croissance ou la reproduction. L'ensemble de ces résultats semblent indiquer que *Achatina achatina* (L.) choisit ses aliments en fonction de ses besoins en certains éléments.

OTCHOUMOU *et al.*, (1990) qui ont testé des couples de fourrages verts indiquent que l'ingéré quotidien par individu, oscille entre 1,5 et 35 g pour des animaux d'un poids moyen compris entre 863 et 97 g. Pour notre part, pour des animaux de poids semblable (Tableau XII b), les valeurs trouvées oscillent entre 0,4 et 1,2 g. Cette différence ne peut s'expliquer que si l'on considère que, contrairement à ces auteurs qui ont utilisé des couples de fourrages à la fois de résidus de cultures vivrières et de cultures maraichères, nous n'avons testé que des fourrages de cultures vivrières qui sont, semble-t-il, moins appréciés que les résidus de cultures vivrières en divers nutriments et leur faible appétence, nous amènent à supposer une limitation d'ingestion par la saveur ou la texture. Paradoxalement, ce sont les fourrages les moins consommés, à savoir les feuilles d'aubergine et de patate, qui donnent les meilleurs indices de consommation. Cela peut s'expliquer par le fait qu'ils sont moins appétents et probablement plus riches en nutriments.

Il ressort aussi de nos résultats qu'un aliment qui est bien consommé n'offre pas nécessairement le meilleur taux de conversion alimentaire. quand on considère les quantités de fruits (4 g) et d'aliment concentré reproducteur (0,9 g) consommés par jour par des escargots de poids moyen ≥ 250 g et sachant que ces deux aliments contiennent respectivement 80 % et 13 % d'eau, les valeurs de manière sèche correspondantes sont de 0,8 et 0,78 g , donc des valeurs équivalents . Cependant c'est l'aliment concentré reproducteur que donne les meilleurs gains de poids et indice de consommation.

Un aliment très riche en nutriments peut donc être peu ou pas sollicité parce que l'animal pour lequel il est destiné ne le consomme pas en quantité suffisante (OTCHOUMOU *et al.*, 1990). Un aliment, pour être ingéré, doit être appétant.

2.4.2. Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance des achatines

Nos résultats montrent que le degré de saturation en eau du substrat d'élevage a une influence sur les performances de croissance et le taux de survie de l'escargot *Achatina achatina* (L.).

Les animaux qui recevaient 125 ml d'eau, présentent le meilleur poids vif moyen (5,77 g) la plus grande longueur de coquille (4,04 mm) et le meilleur taux de survie (95 %). Les valeurs moyennes de poids vif des traitements hydriques 100, 125, 150 et 175 ml observées étaient significativement différentes ($P < 0,05$) de celle de 50 ml d'eau. Dans l'enceinte d'élevage où les animaux ne recevaient que 50 ml d'eau 3 fois/ semaine tous les animaux sont morts de déshydratation après dix semaines d'expérimentation parce que la litière était sèche et poussiéreuse.

L'eau semble jouer un rôle fondamental dans la biologie de *Achatina achatina* (L.). Dans la nature, il la trouve essentiellement dans les fourrages verts qu'il consomme, lors des pluies et sur les herbes couvertes de rosée. Si l'apport hydrique se révèle insuffisant, on constate des troubles de croissance, notamment le nanisme ou la malformation de la coquille (ROUSSELET,

1982, CHEVALIER, 1985). SCHEERBOOM (1978) note chez les Limmés élevés au laboratoire et privées d'eau, un arrêt de la croissance ; ce résultat est parfaitement en accord avec ce que nous avons observé chez les escargots du traitement 50 ml qui recevaient un apport insuffisant d'eau et qui présentaient une croissance négative de poids vif ($-7,14 \pm 19,98$ mg/j).

CHARRIER (1980), DAGUZAN (1982) et CHEVALLIER (1985) indiquent que les facteurs abiotiques (eau, température, humidité relative de l'air) ont un impact déterminant sur l'activité et la croissance des Gastéropodes Pulmonés. Les limites de tolérance vis-à-vis de ces facteurs écologiques sont si réduites de part et d'autre des valeurs optimales que leur rythme de vie et leur croissance en sont fortement dépendants.

L'activité de l'achatine est étroitement liée à l'eau ; mais, si le substrat d'élevage est mal drainé, comme ce fut le cas pour les traitements 150 et 175 ml, l'excès d'eau devient nuisible. A ce terme, on assiste à l'anaérobiose du milieu par compactage et /ou surcharge en eau, les escargots étaient souvent collés aux couvercles et aux parois des bacs, à la recherche d'un peu d'air. MARASCO et MURCIANO (1989) ajoutent que les escargots aiment l'humidité mais craignent les eaux stagnantes.

Les croissances journalières de poids vif observées sont dans l'ensemble faibles. Ce résultat est en accord avec ceux de HODASI (1979), WAITKUWAIT (1987), ZONGO *et al.*, (1990) chez *Achatina achatina* (L.). Ces croissances semblent se présenter en dents de scie, probablement par suite des fluctuations du temps et de leur rythme d'ingestion. Aussi tout comme ZONGO *et al.*, (1990) nous estimons que les résultats obtenus en ce qui concerne l'évolution de la croissance pondérale doivent être rapportées aux conditions d'élevage et à l'état physiologique du moment des animaux.

La meilleure croissance mensuelle de longueur de coquille que nous avons obtenue est de 4,04 mm. Ce résultat est dans la gamme de ceux trouvés par WAITKUWAIT (1987) et ZONGO *et al.*, (1990), mais ces derniers auteurs notent que la fréquence des mesures et la pression sur les lèvres coquillières du pied à coulisse entraînent des ruptures fréquentes des parties néoformées, d'où une nette tendance à sous estimer l'évolution de ce paramètre.

D'une manière générale, une mortalité en élevage relève d'une carence d'hygiène (STIEVENART, 1990-1). Pour l'hygiène, nous nous sommes efforcés de nettoyer quotidiennement les bacs d'élevage afin d'y retirer les animaux morts et les restes d'aliment.

Il nous semble que c'est le manque de confort par insuffisance ou par excès en eau, qui a été la principale cause de mortalité observée

On peut aussi associer aux substrats d'élevage des vers de terre, *Eudrilus eugeniae* qui, en même temps qu'ils recyclent tous les restes alimentaires et les fèces laissés par les escargots, sont d'excellents indicateurs du degré d'humidité des substrats d'élevage (STIEVENART, 1990-1. Un repère pratique consiste en la fuite de ces vers hors de la lisière lorsque celle-ci est trop humide.

L'association escargots-vers de terre peut être réalisée avec les achatines de toute taille, et même déjà dès la naissance, comme on le pratique au CARIA.

2.4.3. Influence de la densité de la densité d'élevage sur les performances de la reproduction de l'escargot *Achatina achatina* (LINNE).

2.4.3.1. Influence de la densité

Nos résultats indiquent que la densité de 12 reproducteurs /m² améliore à la fois le taux de reproduction et le nombre d'œufs mis en incubation. Pour des animaux de même poids, les différences observées au niveau de ces deux paramètres ne peuvent être attribuées qu'aux différentes densités utilisées. OOSTERHOFF (1977) avait montré que chez *Capaca nemoralis*, la densité influence directement la reproduction.

Les taux de reproduction et le nombre moyen d'œufs mis en incubation sont en accord avec les travaux de HODASI, 1979) et de ZONGO *et al.*, (1990). Ces auteurs avaient montré que le nombre d'œufs par ponte était variable à l'intérieur de l'espèce *Achatina achatina* (L.) L'âge et le substrat d'élevage peuvent être des facteurs importants de la variation de ce paramètre. En effet GOMOT *et al.*, (1986) ont montré que chez *Helix aspersa* MIULLER l'escargot mange le sol et utilisé de ce fait, certaines de ses composantes.

Contrairement à ZONGO *et al.*, (1990) qui notent qu'en ce qui concerne les animaux de poids supérieur à 200g, une charge biotique de plus de 1 kg/m² semble encore très élevée, nos résultats montrent qu'une charge de 3,6 kg/m² constituée avec des animaux de poids vif 250 g

peut être compatible avec une faible mortalité. Nos résultats ne montrent pas de différence sensible entre les tailles et les poids des pontes selon la densité.

WOLDA (1963,1965 et 1967), WOLDA et KREULEN (1973), étudiant l'effet de l'âge sur les performances de la reproduction de la reproduction, observent que les adultes semblent les plus indiquées pour la production de grandes quantités d'œufs .Il existerait cependant une corrélation significative négative entre la densité et certains paramètres de la reproduction comme la taille des pontes. Selon YOM-TOV (1972), le mucus en est la cause, du moins, chez l'escargot terrestre *Trochoidea seetzeni*.

Le poids moyen de l'œuf ne semble pas être influence par la densité. OOSTERHOFF (1977), travaillant sur *Cepae nemoralis*, ne trouve pas non plus de relation précise entre ces deux paramètres.

Les dimensions moyennes des œufs obtenues sur nos traitements sont conformes à celles obtenues par HODASI (1979), MARCHE-MACHAD (1977), ZONGO *et al.*, (1990), et ne semblent pas être influencées par la densité d'élevage des reproducteurs. La taille des œufs pris individuellement est très variable selon les auteurs ; les raisons de cette variable peuvent être attribuées à des erreurs de mesure, à des lots peu homogènes ou à une influence de l'alimentation sur la production (PAWSON et CHASE, 1984). Notons que plus les œufs sont gros, plus les jeunes éclos sont plus gros et plus viables.

2.4.3.2. Reproduction et conditions atmosphériques

La répartition des pontes sur la période de l'expérimentation révèle que la majorité des pontes chez *Achatina achatina* (L.) s'obtient pendant la grande saison des pluies de mai à juillet , ce qui est en accord ave les travaux de MARHE-MARCHAD, AJAYI *et al.*, (1978) , HODASI (1979, ZONGO (1994 a) .Chez l'escargot *Achatina achatina* (L.), la fréquence des pontes est en relation avec les conditions du milieu tout comme chez l'escargot *Hélix aspersa* (M) (CHEVALLIER, 1985). Il apparait en effet que la pluviométrie est un acteur prédominant, ce qui peut expliquer l'absence de ponte au mois d'avril et l'unique ponte du mois de septembre, en relation avec une très faible pluviométrie. AJAYI *et al* (1978) rapportent qu'en élevage, les escargots qui reçoivent de façon régulière l'eau, la nourriture et un complément calcique, croissent et se reproduisent toute l'année.

2.4.3.3. *Durée d'incubation et taux d'éclosion*

Tous les œufs récoltés ont été triés et incubés sous abri, dans le même substrat d'incubation, soumis aux mêmes conditions de température et d'humidité relative du sol.

Les pourcentages élevés d'œufs mis en incubation par la densité (plus de 90 %) indiquent que les animaux sexuellement adultes et multi ovipares produisent des œufs plus gros, de dimensions plus uniformes, donc plus homogènes.

Dans nos conditions d'incubation, les marges obtenues pour les différentes durées ne sont pas très grandes, mais comme ZONGO *et al.*, (1990), elles paraissent liées au mois de ponte. Nous n'observons aucune corrélation entre la durée d'incubation et la taille de la ponte, résultat en accord avec l'observation faite par AJAYI *et al.*, (1978).

Les durées d'incubation sont variables d'un auteur à l'autre ; cette variabilité pourrait être liée à la méconnaissance de la date exacte de l'oviposition, elle pourrait aussi venir du fait que certains escargots gardent dans leur utérus les œufs fécondés en développement et ne les pondent que quelques temps avant leur éclosion : c'est le phénomène d'ovoviviparité décrit par de nombreux auteurs.

Les taux d'éclosion obtenus sont assez variables. Bien qu'évoluant indépendamment de la durée d'incubation, les causes de variations peuvent être les mêmes. La taille de l'œuf et sa qualité doivent être pris en compte dans l'analyse de ce paramètre.

Les taux d'éclosion semblent fonction de l'âge des reproducteurs, de la date de ponte, des conditions atmosphériques et de la nature du substrat d'incubation comme l'indiquent OOSTERHOFF (1977), HODASI (1973), ZONGO *et al.*, (1990), ZONGO (1994b).. Le pourcentage d'éclosion serait aussi fortement influencé par la température (WOLDA, 1963).

Après l'éclosion, mes escargots de la famille des Achatinidés ingèrent la coquille d'où ils sont sortis et quelques fois, celle des non-éclos (REES, 1951; OWINY, 1974; PLUMMER, 1975; HODASI, 1979).

Ce comportement, qui est fréquemment observé, fausse les calculs des taux d'éclosion, d'où la nécessité de retirer les premiers éclos des nids ce qui permettrait de préserver de bons taux d'éclosion (HARDOUIN *et al.*, 1995-2)

2.4.4. Conclusion

L'escargot *Achatina achatina* (L.) consomme expérimentalement une gamme variée d'aliments : feuilles de cultures vivrières et farines à base de céréales ou de tubercules. Les préférences alimentaires et les niveaux d'ingestion semblent dépendre de la taille des animaux en présence et de l'appétence de l'aliment.

Pour grandir, l'escargot doit disposer de tous les éléments alimentaires et non alimentaires indispensables à son épanouissement et physiques. L'eau représente l'un des facteurs abiotiques déterminants dans la physiologie de *Achatina achatina* (L.).

En élevage, une densité de 12 reproducteurs de poids vifs supérieur ou égal à 250 grammes au mètre carré, donne un meilleur taux de reproduction.



CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude, on peut retenir les grands points suivants :

- 1) De l'applicabilité du concept de mesure de états comportementaux à l'escargot géant africain *Achatina achatina* (L.), il ressort que l'état comportementale et la note qui le caractérise (NEC) sont fortement corrélés à l'activité motrice , laquelle est fortement influencée par l'humidité relative de l'air. La connaissance de la NEC d'un animal pendant sa phase de vie active est très importante car elle pourrait guider les éleveurs dans le choix des jeunes à engraisser ou dans celui des reproducteurs. Il est apparu aussi lors d cette étude, que l'eau semble moduler de façon significative le comportement de *Achatina achatina* (L.) en captivité, elle améliore, en l'absence de tout autre stimulus, la NEC .Un jeûne limité par contre, aucun effet déterminant sur ce comportement.

- 2) L'étude de quelques facteurs abiotiques alimentaires et non alimentaires comme l'eau, l'aliment et la densité d'élevage, nous a permis de montrer que :
 - L'escargot *Achatina achatina* (L.) consomme expérimentalement une gamme variée de feuilles, de fruits t de farines à base de céréales ou de tubercules. Les préférences alimentaires et les niveaux d'ingestion semblent cependant dépendre de la taille des animaux en présence et de l'appétence de l'aliment. Toutefois, un aliment qui est bien consommé n'offre pas nécessairement les meilleurs performances de gain de poids et de taux de conversion alimentaire, d'où la nécessité d'équilibrer les régimes alimentaires.

 - Pour un développement harmonieux, *Achatina achatina* (L.) a besoin d'un sol humide, aéré et bien drainé. La litière ne doit donc être ni trop sèche ni trop humide. Tout apport d'eau sous forme d'arrosage doit être donc être modulé.

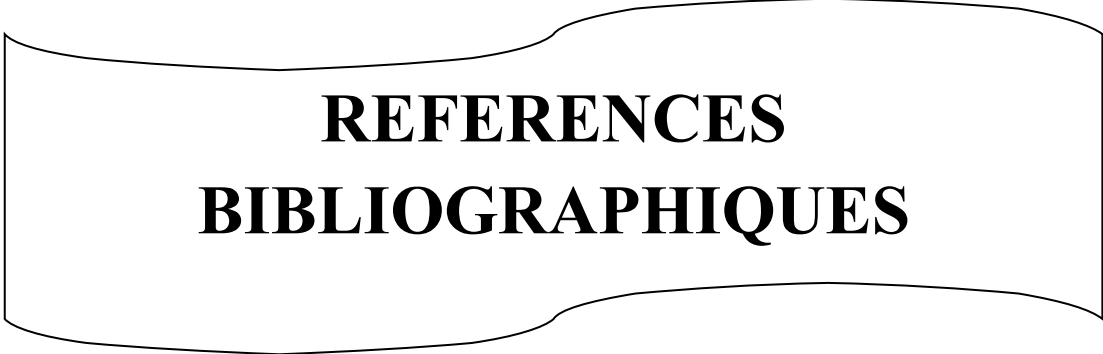
 - La saison de reproduction se déroule de mai à juillet c'est-à-dire pendant la saison des pluies. Pour obtenir de meilleures performances de la reproduction une densité de 12 reproducteurs au mètre carré soit une charge biotique de 3,6 kg/m² est vivement recommandée. Les durées d'incubation identiques (température et humidité relative du sol, nature). Globalement, les performances de reproduction présentent des fluctuations en rapport avec les conditions atmosphériques.

L'élevage des escargots géants africains *Achatina achatina* est possible est très prometteur .Son développement permettrait, dans une certaine mesure, de réduire les déficits saisonniers, d'atténuer la forte pression de ramassage qui s'exerce sur les éléments sauvages, laquelle menace la survie même de l'espèce.

Dans la perspective de la sécurité alimentaire et du développement durable, il faudra :

- Appréhender tous les facteurs pouvant améliorer la vitesse de croissance des escargots géants africains,
- Améliorer l'alimentation en vue d'augmenter les niveaux d'ingestion,
- Accroître la fertilité, la fécondité et le rendement de reproduction à travers une alimentation reproducteur adéquate, une meilleure densité d'élevage et une bonne maîtrise des substrats d'incubations,
- Mieux connaître les Ressources Alimentaires Non Conventionnelles (RANC),
- Appuyer les communautés locales pour la production, la gestion, la conservation et l'utilisation de ces RANC.

Nous souhaiterions que cette contribution vienne s'ajouter à celles de nombreux autres chercheurs, en vue de former une base pour une méthode rationnelle d'élevage d'une espèce en danger d'extinction.



**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

- ADAMO S.A. & CHASE R., 1990: The « love dart» of the snail *Helix aspersa* injects a pheromone that decreases courtship duration. *Journal of Experimental Zoology*, **255**: 80-87.
- ADAMO S.A. & CHASE R., 1991: the interactions of courtship, feeding and locomotion in the behavioral hierarchy of the snail *Helix aspersa*. *Behavioral and Neural Biology*, **55**: 1-18.
- AJAYI S.S., TEWE O.O., MORIARTY C. & AWESU M.O., 1978: Observations of the biology and nutritive value of African giant snail *Archachatina marginata*. *E. Afr. Wild. Journal*, **16**: 85-95.
- ARVAMITAKI A. & CARDOT H., 1932: Sur les variations de la concentration du milieu intérieur chez les mollusques terrestres. *J. Physiol. Pathol. Gen.*, **30** : 577-592.
- BALABAN P. & CHASE R., 1990: Stimulation of mesocerebrum in *Helix aspersa* inhibits the neural network underlying avoidance behavior. *Journal of Comparative Physiology*, **166**: 421-427.
- BERRY A.J. & CHAN L.C., 1968: Reproductive condition and tentacle extirpation in Malayan *Achatina fulica* (Pulmonata). *Australian Journal of Zoology*, **16**: 849-855.
- CHARRIER M., 1980: Contribution à la biologie et à l'écophysiologie de l'escargot « Petit-gris » *Helix aspersa* MÜLLER (Gastéropode Pulmoné Stylommatophore). Thèse de Doctorat de 3ème Cycle. Université de Rennes I. 318 p.
- CHASE R., 1986: Brain cells that command sexual behavior in the snail *Helix aspersa*. *Journal of Neurobiology*, **17**: 669-679.
- CHEVALLIER H., 1985: L'élevage des escargots : production et préparation du Petit-gris. Ed. du point Vétérinaire, Maison Alfort, 128 p.
- CROWELL H.H., 1973: Laboratory study of calcium requirements of the brown garden snail *Helix aspersa* (MÜLLER). *Proc. Malac. Soc. Lond.*, **40**: 491-503.
- DAGNELIE P., 1975: Théories et Méthodes statistiques. Applications Agronomiques, *Presses Agronomiques de Gembloux*, 2^e édit., **2** : 245-250.
- DAGUZAN J., 1982 : Contribution à l'élevage de l'escargot Petit-gris : *Helix aspersa* (MÜLLER) (Mollusque Gastéropode Pulmoné Stylommatophore). III.

Elevage mixte (reproduction en bâtiment contrôlé et engraissement en parc extérieur ; activité des individus et évolution de la population juvénile selon la charge biotique du parc. *Ann. Zootech.*, **34**: 127-148.

DAINTON B.H., 1954: The activity of slugs. I. The induction of activity by changing temperature. *J. Comp. Biol.*, **31**: 165-187.

DAVIS W.J. MPITSOS G.J. & PINNEO J.M., 1974: The behavioral hierarchy of the mollusk *Pleurobranchaea*. I. The dominant position of the feeding behavior. *Journal of Comparative Physiology*, **90**: 207-224.

DUNCAN C.J., 1975: Reproduction. In Pulmonates (V. Fretter and J. Peake eds), *Academic Press*, London, **1**: 309-365.

EGONMWAN R.I., 1991: Food selection in the land snail *Limicolaria flammea* MÜLLER (Pulmonata: Achatinidae). *Journal of Moll. Stud.*, **58**: 57-64.

ELMSLIE L.J., 1982: Snails and snail farming. *Wild Anim. Rev.*, **41**: 20-26.

ESOBE S.O., 1987: Feeding of the giant African snail *Achatina achatina* (LINNE): Some feeds compared. In: Snail Farming Research. Associazione Nazionale Elicicoltori Ed., **8**: 50-54.

EVERETT R.A., OSTFELD R.S., & DAVIS W.J., 1982: The behavioral hierarchy of the garden snail *Helix aspersa*. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, **59**: 109-126.

FAO, 1988: Apprentissage agricole: l'élevage des escargots. ISSN Edit., **2** ;: 35 p.

FAURE J.M., 1981 : Analyse génétique du comportement en open-field du jeune poussin *Gallus gallus domesticus*. Thèse de Doctorat d'Etat. Université Paul Sabatier, Toulouse, Vol **I**, 170 p.

FAURE J.M & RICHARD F.H., 1977 : Relation entre la croissance et l'activité en open-field chez la poule. I. Effet de la sélection pour le poids vif sur l'activité en open-field. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **9** : 247-250.

FOURNIE J. & NEAUPORT C., BIZET C., & CHETAİL M., 1987 : Importance de la capture du calcium au niveau de la sole pédieuse chez *Helix aspersa*. 7^e congrès de la société Française de Malacologie et Symposium International sur la Biologie Appliquée à la Conchyloculture et à l'héliciculture. Rennes, 31 Août-5 Septembre 1987.

- GHOSE K.C., 1960: Observations on the gametes, fertilization and gonadal activities of two land Pulmonates, *Achatina fulica* BOWDICH and *Macrochlamys indica* GODWIN-AUSTEN. *Proceedings of the Zoological Society of Calcuta*, **13**: 91-96.
- GILLES R., 1972: Biochemical ecology of mollusks. In: *Chemical Zoology*, Academic Press, London. **Vol. VII** (Edited by Florkin M. and Scheer B.), pp 467-499.
- GOMOT A., BRUKERT S., GOMOT L., & COMBE J.C., 1986: A contribution of the study of the beneficial effects of soil on the growth of *Helix aspersa*. Snail Farming Research. *Associazione Nazionale Elicicoltori*, **1**: 76-83.
- GRASSE P.P., POISSON R.A. & TUZET O., 1961 : *Zoology des Invertébrés. Précis de Sciences Biologiques*. Masson & Cie, Ed., 1 : 919 p.
- HARDOUIN J. & STIEVENART C., 1992: Invertebrates (mini-livestock) Farming. ECC-DGXII/CTA/IFS/DMMMSU/ITM, Philippines, 32 p.
- HARDOUIN J., STIEVENART C., & CODJIA J.T.C., 1995-2 : L'achaticulture. *WAR/RMZ*, 83 : 29-39.
- HEYMANS J.C. & EVRARD A., 1972 : Les achatines africaines : une nouvelle source insoupçonnée de protéines animales. Extrait du Bulletin trimestriel du CEPSE « Programmes Sociaux et Economiques », N° 94/95.
- HODASI J.K.M., 1975: Preliminary studies on the feeding and burrowing habits of *Achatina achatina*. *Ghana Journal of Science* **15**: 193-199.
- HODASI J.K.M., 1979: Life history studies of *Achatina achatina* (LINNE). *J. Moll. Stud.*, **45**: 328-339.
- HODASI J.K.M., 1984: Some observations on the edible giant snail of West-Africa. *Wild. Anim. Rev.*, **52**: 24-28.
- HONDO Y., 1964: Growth rates of *Achatina fulica* BOWDICH. *Nautilus*, **78**: 6-15.
- IMEVBORE E.A., 1991: The beneficial effects of dietary calcium supplementation on snail growth. Department of Fisheries and Wildlife. Federal University of Technology, Akure, Nigeria, 8 p.

- KOVAC M.P. & DAVIS W.J., 1980b: Reciprocal inhibition between feeding and withdrawal behavioral in *Pleurobranchaea*. *Journal of Comparative Physiology*, **139**: 77-86.
- KORN V.S., MORKRAMMER G., PETERS K.J., WAITKUWAIT E., 1989: Opportunities of utilizing the African giant snail. *Animal Research and Development*, **29**: 60-71.
- LEE R.M., & PALOVCIK R.A., 1976: Behavioral states and feeding in the gastropod *Pleurobranchaea*. *Behavioral Biology*, **16**: 251-266.
- MACHIN J., 1977: Role of integument in molluscs in transport of ions and water in animals (Edited by Gupta B. L., Oschman R.B., Oschman J.J. & Wall B.J. pp 735-762. Academic Press, London.
- MARASCO F., & MURCIANO C., 1989: Guide complet de l'élevage des escargots. Editions de Vecchi, 20, rue de la Trémoville, 75008 Paris, 110 p.
- MARCHE-MARCHAD J., 1977 : L'Achatine. In : le Monde Animal en Afrique Intertropicale. Editions de l'Ecole, pp 296-305
- MEAD A.R., 1950: Comparative genital anatomy of some African Achatinidae (Pulmonata). *Bull. Comp. Zool.*, **105**: 219-291.
- OOSTERHOFF L.M., 1977: Variation in growth rate as an ecological factor on the landsnail *Cepaea nemoralis* (L.). *Neth. J. Zool.*, **27**(1): 1-132.
- OTCHOUMOU A., ZONGO D., & DOSSO H., 1990: Contribution à l'étude de l'escargot géant africain *Achatina achatina* (LINNE). *Annales d'Ecologie*, UNACI. Tome **XXI** : 35-58.
- OWINY A.M., 1974: Some aspects on breeding biology of the equatorial landsnail *Limicolaria martensiana* (Achatinadae Pulmonata). *Journal of Zoology*, London, **172**: 191-206.
- PAWSON P.A. & CHASE R., 1984: The life-cycle and reproductive activity of *Achatina fulica* (BOWDICH) in laboratory culture. *J. Moll. Stud.*, **50**: 85-91.
- PILSBRY H.A., 1919: A review of land molluscs of the Belgian Congo chiefly based on the collection of the American Museum Congo expedition, 1909-1915. *Bulletin of the American Museum of national History*, XI: 1-369.

PLUMMER J.M., 1975: Observations on the reproduction, growth and longevity of a laboratory colony of *Archachatina (Calachatina) marginata* (SWAINSON), sub-species ovum. *Proc. Malac. Soc. Lond.*, **41**: 395-413.

PRESTON R.J. & LEE R.M., 1973: Feeding behavioral in *Aplysia californica*. Role of chemical and tactile stimuli. *Journal of Comparative and Biological Psychology*, **82**: 368-381.

PRIOR D.J. 1981: Hydratation related behavior and the effects of osmotic stress on motor function on the slugs *Limax maximus* and *Limax pseudoflavus*. In: *Advances in Physiological Science*. Edited by Slanki J. Pergamon Press. Oxford. Vol. **23**: pp 131-145.

RESS W.J., 1951: The giant African Snail. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **120**: 577-598.

ROUSSELET M., 1979: L'élevage des escargots. Ed. du point vétérinaire, Maison Alfort, 123 p.

ROUSSELET M., 1982 : L'élevage des escargots. Ed. du point vétérinaire, Maison Alfort, 132 p.

SARIEGO F., 1980: A study on the effect of combined camote tips and banana on the growth of giant African snail (a scientific paper presented on the Faculty of the Palawan National agricultural college PNAC) as one of requirements for graduation of the PNAC Agricultural Science High School, pp. 7-11.

SCHEERBOOM J.E.M., 1978: The influence of food quantity and food quality on assimilation, body growth and egg production in the pond snail *Lymnaea stagnalis* (L.) with particular reference to the haemolymph-glucose concentration. *Proceedings Koninklijk Nederlandae Akademie von Wetenschappen*, **81**: 184-197.

SIEGMUND R., 1987: Untersuchungen Zur Wachstums-und reproductionsleistung bei der Achatschneche Diplomarbeit am institute für Tierzucht und hanstiergenetik der Universität Göttingen.

STIEVENART C. & HARDOUIN J., 1990: Manuel d'élevage des escargots géants africains sous les tropiques, CTA, 38 p.

STIEVENART C., 1990-1: Rearing of giant African snails on soil containing a population of earthworms (*Eisenia foetida*). « *Snail Farming Research* » (Charasco, Italie), **3**: 12-14.

TAKEDA N. & OZAKI T., 1986: Induction of locomotor behavior in the giant African snail, *Achatina fulica*. *Comp. Biochem. Physiol. A* (**83**): 77-82.

WAITKUWAIT E., 1987: Nutzungsmöglichkeiten der west afrikanischen riesenschnecken (Achatinidae). Rapport LACENA/GTZ, 80 p. LACENA, 06 B.p. 353 Abidjan, Côte d'Ivoire.

WEBER P.W., 1954: Studies on the giant African snail. Proceedings Hawaiian Entomological Society, **XV** (2): p. 364.

WOLDA H., 1963: Natural populations of the polymorphic landsnail *Cepaea nemoralis* (L.). *Archs Neerl., Zool.*, **15**: 381-471.

WOLDA H., 1965: The effect of drought on egg production in *Cepaea nemoralis* (L.). *Archs Neerl., Zool.*, **16**: 387-389.

WOLDA H., 1967: The effect of temperature on reproduction in some morphs of the landsnail *Cepaea nemoralis* (L.). *Evolution* **21**: 117-129.

WOLDA H., & KREULEN D., 1973: Ecology of some experimental populations of the landsnail *Cepaea nemoralis* (L.). II. Production and survival of eggs and juveniles. *Neth. J. Zool.*, **23**: 168-188.

YOM-TOV Y., 1972: Field experiments on the effect of population density and slope direction on the reproduction of the desert snail *Trochoidea (Xerocrassa) seetzeni*. *J. Anim. Ecol.*, **41**: 17-22.

ZONGO D., COULIBALY M., DIAMBRA O.H., & ADJIRI E., 1990: Note sur l'élevage de l'escargot géant africain *Achatina achatina*. *Nature et Faune*, **6** (2) : 32-44.

ZONGO D., 1994a : Guide technique de l'élevage des escargots géants africains (héliciculture). Fiche Technique N° 94-002/DZ/ENSA/ZOOT., 50 p.

ZONGO D., 1994b : L'élevage des escargots : une source insoupçonnée de protéines de haute valeur nutritionnelle. Fiche Technique N0 2, Déc. 1992, LACENA/ENSA, 10 p.

ZONGO D., 1996 : Perspectives de développement des ressources alimentaires non conventionnelles (RANC) dans le contexte de la sécurité alimentaire et du développement durable : cas des escargots géants africains (Achatines), CEA/AGRIC/96/INF/6-30 p., Addis-Abéba (Ethiopie).



ANNEXE

Fiche de collecte des données

Date

Espèce

N° du lot.....

PARAMETRES DE REPRODUCTION	PONTES		
	1	2	3
Date de ponte			
Nombre d'œufs pondus			
Poids total des œufs (g)			
Longueur de l'œuf (mm) Largeur grand diamètre			
Nombre d'œufs mis en incubation			
Date d'éclosion			
Durée d'incubation (j)			
Poids des juvéniles éclos			
Nombre des juvéniles éclos			
Taux d'éclosion			
Observations			

RESUME

- Le concept de mesure des états comportementaux est applicable à *Achatina achatina* (L.). La NEC est nettement corrélée à l'activité locomotrice, laquelle est influencée par l'humidité de l'air. L'eau améliore cette note qui ne semble pas être influencée par un jeûne de 30 jours.
- En élevage, *Achatina achatina* n'apprécie pas les terres trop humides ou trop sèches et poussiéreuses. Les juvéniles élevés sur 2145 g de terreau et qui recevaient 50, 100, 125, 150 et 175 ml d'eau 3 fois par semaine, ont présenté les poids vifs suivants : 1,93; 8,67; 9,81; 7,60 ; 8,08 g après 16 semaines. La meilleure croissance journalière (66,79 mg/j) et le meilleur taux de survie (95 %) à la fin de l'essai a été obtenu avec le 3^{ème} traitement.
- Les consommations alimentaires et les niveaux d'ingestion semblent dépendre de la taille des animaux et de l'appétence de l'aliment. Il est apparu qu'un aliment qui est bien consommé n'offre pas nécessairement les meilleurs gains de poids et taux de conversion alimentaire, d'où la nécessité d'équilibrer les régimes alimentaires.
- La majorité des pontes (plus de 80 %) a lieu en mai, juin et juillet. Pour obtenir les meilleures performances de reproduction, une densité de 12 reproducteurs au mètre carré, soit une charge biotique de 3,6 kg/m² est vivement recommandée. Les durée d'incubation et les taux d'éclosion ne semblent pas dépendre de la densité mais sont en rapport avec les fluctuations des conditions atmosphériques

Mots-clés : NEC - jeûne - facteurs abiotiques - préférences alimentaires – croissance – reproduction - taux de survie.