

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	5
TABLE DES MATIERES	9
TABLE DES ILLUSTRATIONS	13
INTRODUCTION	15
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	11
FIGURES :.....	11
INTRODUCTION.....	13
CHAPITRE UN : BIOLOGIE, ELEVAGE.....	15
1. BIOLOGIE :.....	15
1.1 Morphologie :.....	15
1.1.1 La coquille : (fig 1).....	16
1.1.2 Le corps : (fig 2).....	17
1.1.3 Anatomie :.....	18
1.1.4 Appareil digestif :.....	18
1.1.5 Système nerveux :.....	18
1.1.6 Appareil circulatoire et respiratoire :.....	19
1.1.7 Appareil génital :.....	19
1.3 Physiologie :.....	24
1.3.1 Activité saisonnière :.....	24
1.3.2 Activité journalière :.....	24
1.3.3 Hibernation :.....	25
1.3.4 Reproduction :.....	25
2. ELEVAGE :.....	26
2.1. Elevage d'escargots «petit-gris » dans des parcs extérieurs :.....	26
2.2. L'élevage mixte d'escargots «petit-gris » :.....	27
2.2.1 Unités hors sol et parcs extérieurs :.....	27
2.2.1.1 Unités hors sol :.....	27
2.2.1.2 Parcs extérieurs :.....	30
2.2.2 Méthode d'élevage :.....	32
2.2.3 Elevage hors-sol :.....	36
CHAPITRE DEUX : PREDATION, PARASITISME, ET PATHOLOGIES INFECTIEUSES.....	38
1.1 LES PREDATEURS :.....	38

1.1.1 Les vertébrés :	38
1.1.2 Les mammifères :	38
1.1.3 Les oiseaux :	39
1.1.4 Les reptiles :	40
1.1.5 Les batraciens :	40
1.1.6 Les Invertébrés :	40
1.2.1 Famille des Drilidae :	40
1.2.2 Famille des Lampyridae ou Ver luisant (<i>Lampyris noctiluca</i>) :	41
Fig 9 : Le ver luisant : <i>Lampyris noctiluca</i> (4) :	41
1.2.3 Superfamille des Staphylinoidae :	42
1.2.4 Famille des Carabidae :	47
1.2.5 Classe des Hirudinées :	48
1.2 LE PARASITISME :	48
1.2.1 Acarien ectoparasite : <i>Riccardoella limacum</i> :	48
1.2.2 Trématodes :	49
1.2.3 Nématodes :	50
1.2.4 Nématodes à larves parasites et adultes libres :	50
1.2.5 Nématodes à adultes parasites :	53
1.2.6 Les protozoaires :	55
1.2.7 Les mycoses :	55
2.5.1 La « maladie des pontes roses » :	55
2.5.2 <i>Verticillium</i> sp. :	56
1.2.8 Les bactérioses :	56
1.2.9 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> :	56
1.2.10 Aéromonoses :	57
CHAPITRE TROIS : ETUDE DU GENRE AEROMONAS	59
1.1 TAXONOMIE :	59
1.1.1 Historique :	59
1.1.2 Classification actuelle :	64
1.1.3 Place du genre <i>Aeromonas</i> dans la classification :	65
1.2 BACTERIOLOGIE :	66
1.2.1 La famille des Aeromonadaceae : (9) :	66
1.2.2 Le genre <i>Aeromonas</i> :	66
1.2.3 Les espèces :	67
1.3 ECOLOGIE ET POUVOIR PATHOGENE :	68
1.3.1 Environnement :	68
1.3.2 Aliments :	68
1.3.3 Contamination humaine :	69
3.4 Contamination animale :	70
3.4.1 Animaux poïkilothermes :	70
3.4.2 Animaux homéothermes :	73
1.3.4 Pouvoir pathogène :	73
CHAPITRE QUATRE : PATHOLOGIES ESTIVALES, CIRCONTANCES D'APPARITION ET REPRODUCTION EXPERIMENTALE	75
1.1 DESCRIPTION DE L'EPIDEMIE :	75
1.1.1 Les symptômes :	75

1.1.2 Circonstances d'apparition :.....	76
1.1.3 Comparaison mortalité / conditions climatiques :.....	77
.....	77
1.2 REPRODUCTION EXPERIMENTALE :.....	78
2.1 Matériel et méthodes :.....	78
2.1.1 Réalisation d'une enceinte isotherme :.....	78
2.1.2 Paramètres d'ambiance :.....	79
Niveau 1 : bac à escargots contenant 16l d'eau.....	81
Niveaux 2,3,4 : bacs à escargots contenant des animaux.....	81
Niveau 5 : radiateur.....	81
2.1.3 Choix des escargots :.....	81
2.1.4 Aliment :.....	82
2.1.5 Réalisation pratique :.....	82
2.2 Résultats :.....	82
2.2.1 Première série :.....	83
2.2.2 Deuxième série :.....	84
2.2.3 Troisième série :.....	84
2.3 Discussion :.....	86
TOULOUSE, 2003.....	99

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures :

Fig 1 : Coquille d'escargot Petit-Gris (4).....	18
Fig 2 : Escargot en extension (4).....	19
Fig 3 : Appareil digestif, génital et système nerveux (Tixier et Gaillard, 1963).....	21
Fig 4 : Schéma de l'anatomie interne de l'escargot (selon James, 1904).....	22
Fig 5 : Dessin d'une boîte de reproduction. (4).....	27
Fig 6 : Schéma de l'incubateur hors-substrat. (4).....	28
Fig 7 : Boîte de nursery (4).....	29
Fig 8 : Vue en coupe (A) et en plan (B) d'un grand parc (4).....	31
Fig 9 : Le ver luisant : <i>Lampyrus noctiluca</i> (4).....	40
Fig 10 : Staphylin <i>Ocipus olins</i> (4).....	41
Fig 11 : Vue ventrale de <i>Riccardoella limacum</i> (4).....	43
Fig 12 : <i>Alloionema appendiculatum</i> (4).....	45
Fig 13 : Cycle de <i>Alloionema appendiculatum</i> (d'après Morand, 1988).....	46
Fig 14 : Femelle (A) et mâle (B) de type Rhabditide (Morand, 1988).....	46
Fig 15 : Cycle de <i>Angiostoma aspersae</i> (Morand 1988).....	47
Fig 16 : Cycle de <i>Nemhelix bakeri</i> (Morand 1988).....	48

Tableaux :

Tabl 1 : Paramètres d'ambiance.....	32
Tabl 2 : Historique du genre <i>Aeromonas</i> (24).....	54

Tabl 3 : Correspondance entre genospecies et phenospecies, souches types (9).....	56
Tabl 4 : Caractères de différenciation des genres voisins d' <i>Aeromonas</i> (9).....	58
Tabl 5 : Pathologies humaines à germes du genre <i>Aeromonas</i> (9).....	62
Tabl 6 :Genre des bactéries isolées chez les escargots reproducteurs.(9).....	77

Graphiques :

Graph 1 : Mortalité entre 25 et 35 °C , escargots sauvages.....	73
Graph 2 : Mortalité entre 25 et 35 °C , escargots d'élevage.....	74
Graph 3 : Mortalité à 35°C.....	75
Graph 4 : Mortalité à 25°C.....	76

Schémas :

Sch 1 : Dispositif isotherme.....	70
Sch 2 : Bac à escargots.....	71

INTRODUCTION

L'élevage d'escargots Petit-Gris (*Helix aspersa*) se divise en deux phases. La première est la reproduction qui se déroule hors-sol pendant l'hiver ; la seconde consiste en l'engraissement des jeunes à partir du printemps et jusqu'à la fin de l'été, dans des serres.

Il est apparu une mortalité importante dans ces élevages durant les périodes de fortes chaleurs qui a atteint jusqu'à 70% des effectifs, essentiellement en Midi-Pyrénées et dans les Pyrénées Orientales. Cette mortalité semble être due à une *Aeromonas*, naturellement présente dans le tube digestif des escargots et qui se développerait à la faveur de certaines conditions climatiques.

Dans une première partie, nous évoquerons la biologie et les différents modes d'élevages du Petit-Gris, pour préciser le cadre dans lequel se développe cette maladie.

Après avoir, dans une deuxième partie, énuméré les différents prédateurs, parasites et maladies de l'escargot ; nous nous intéresserons dans une troisième partie aux *Aeromonas* et à leur rôle pathogène dans d'autres espèces.

Enfin, nous nous attacherons à recréer de façon expérimentale la pathologie estivale de l'escargot, en recréant les conditions climatiques adéquates.

CHAPITRE UN : BIOLOGIE, ELEVAGE

Nous allons prendre pour modèle l'escargot Petit-Gris (*Helix aspersa*).

Cet escargot appartient à l'embranchement des *Mollusques*, animaux à corps mou et dépourvus de squelette. Sa masse viscérale présente une torsion de 180° par rapport au pied d'où une asymétrie de certains de ses organes : il fait partie de la classe des *Gastéropodes* . Il possède un poumon (ou cavité palléale) ce qui le situe dans la sous classe des *Pulmonés*. Il appartient au sous-ordre des *Stylommatophores* caractérisés par le port des yeux à l'extrémité des tentacules oculaires. La forme de sa coquille enroulée caractérise la super famille des *Helicacea* .Il appartient à la famille des *Hélicidés*.

1. BIOLOGIE :

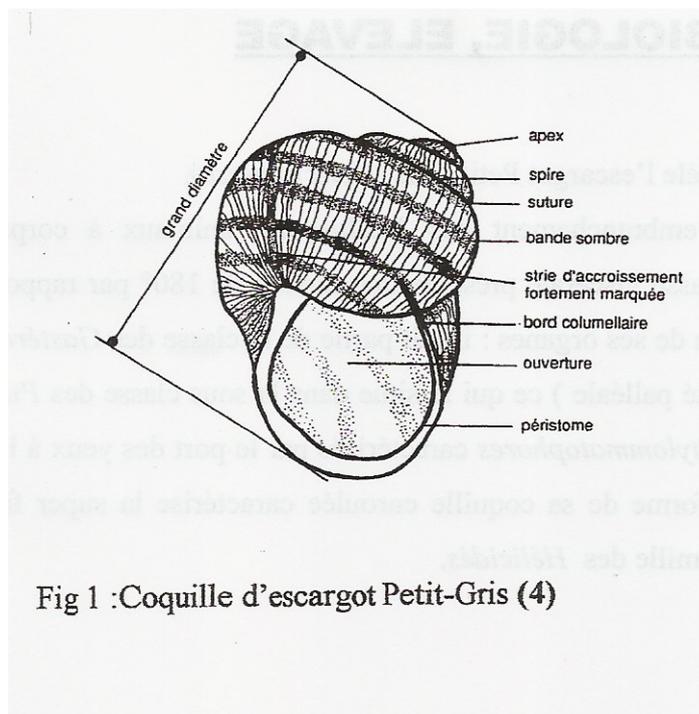
1.1 Morphologie :

L'escargot *Helix aspersa* possède une coquille spiralée pouvant contenir tout son corps. Lorsqu'il est en extension, seul le pied apparaît, la masse viscérale étant retenue dans la coquille par le muscle columellaire.

1.1.1 La coquille : (fig 1)

Elle s'enroule autour d'un axe central appelé columelle, dans le sens des aiguilles d'une montre : enroulement dextre. Elle est composée :

- d'une partie organique : trame protéique, représentant 1 à 2% de la coquille.
- d'une partie minérale : carbonate de calcium sous forme de calcite et d'aragonite, représentant 98% de la coquille.



La coquille est sécrétée par le bord du manteau. A la fin de la croissance, le bord de la coquille se retourne et se durcit, l'escargot est dit *bordé*.

1.1.2 Le corps : (fig 2)

Il comprend une partie renfermée dans la coquille et une partie visible chez l'animal en extension. Cette dernière est une masse musculaire dont la fonction est essentiellement locomotrice : le pied.

La partie antérieure du pied, appelée tête comprend une bouche, deux tentacules oculaires (postérieures, les plus grandes), deux tentacules tactiles (antérieures, les plus petites), un orifice génital sur le côté droit.

La bouche est entourée de quatre lèvres et est pourvue d'une « mâchoire » supérieure cornée.

La partie contenue dans la coquille s'appelle le tortillon. Il s'agit d'une masse viscérale. En région antérieure se trouve le manteau, fin et transparent, il constitue la cavité palléale, dont le plafond richement vascularisé correspond au poumon.

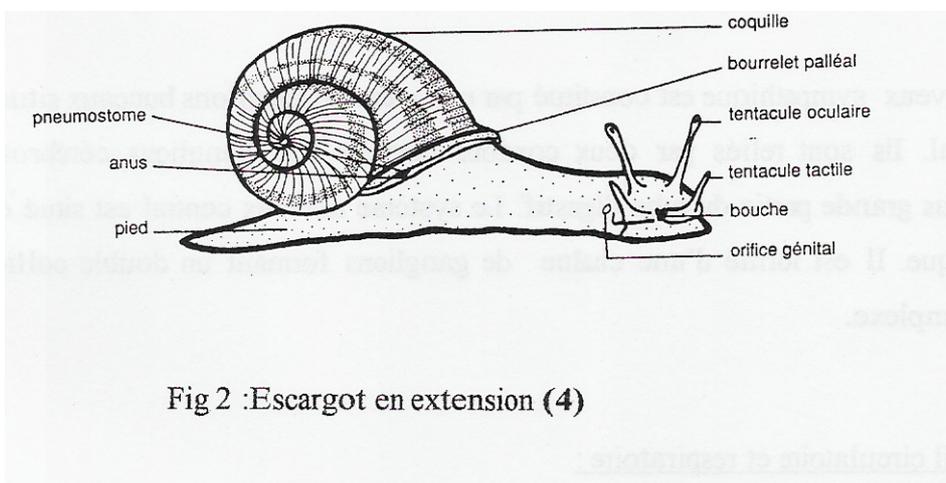


Fig 2 :Escargot en extension (4)

La partie du manteau en contact avec le péristome forme un renflement : le bourrelet palléal. Sur le bord inférieur droit de ce bourrelet, s'ouvrent l'anus, l'orifice excréteur et le pneumostome (orifice respiratoire).

En arrière se trouve un rein jaunâtre (organe de *Bojanus*) et un cœur. Sur la partie postérieure du tortillon se trouve un organe plus sombre brun verdâtre ayant un rôle comparable à celui du foie des vertébrés : l'*hépatopancréas*. Sur ce dernier, se trouve une zone blanchâtre : la *glande de l'albumen*.

1.1.3 Anatomie :

1.1.4 Appareil digestif :

En raison de la torsion à 180° du corps de l'escargot, le tube digestif forme une boucle ramenant l'anus vers l'avant. La bouche se prolonge par un bulbe buccal à l'intérieur duquel se trouve une langue musculaire recouverte d'une lame cornée : la *radula*, son rôle est de broyer les aliments. Dans la partie postérieure du bulbe buccal on trouve deux glandes salivaires. Ce bulbe se prolonge par un œsophage qui se renfle en un estomac, lui-même prolongé par un intestin formant une double circonvolution autour de l'hépatopancréas et aboutissant à l'anus.

1.1.5 Système nerveux :

Le système nerveux sympathique est constitué par une paire de ganglions buccaux situés sous le bulbe buccal. Ils sont reliés par deux cordons nerveux aux ganglions cérébroïdes et innervent la plus grande partie du tube digestif. Le système nerveux central est situé dans la région céphalique. Il est formé d'une chaîne de ganglions formant un double collier péri œsophagien complexe.

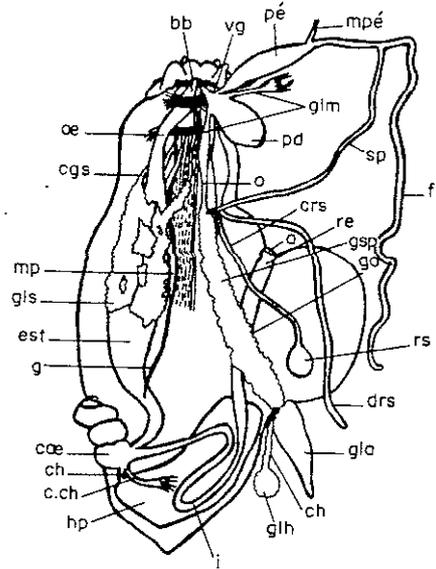
1.1.6 Appareil circulatoire et respiratoire :

Le cœur est constitué d'une oreillette antérieure et d'un ventricule postérieur. Le sang ou *hémolymphe* contient un pigment, l'*hémocyanine*. Il est incolore sous sa forme désoxydée et bleu sous sa forme oxydée. Le sang est propulsé dans le réseau artériel via deux aortes. L'aorte antérieure irrigue le pied et la postérieure le tortillon. Le sang revient au cœur par un système de veines et de sinus veineux.

Le poumon est une poche formée de l'épithélium palléal, irrigué par les vaisseaux pulmonaires, l'air y circule au travers du pneumostome par des mouvements de contraction de son ouverture.

1.1.7 Appareil génital :

L'escargot est hermaphrodite. Cette particularité explique la complexité de l'appareil, formé d'organes à la fois mâles et femelles et d'organes uniquement mâles ou femelles. Il comprend



(a : anus ; b.b. : bulbe buccal ; coe : coecum ; c.ch : canal cholédoque ; c.g.s. : canal des glandes salivaires ; c.h. : canal hermaphrodite ; c.h.e. : canal hépatique ; c.r.s. : canal de la poche copulatrice ou réceptacle séminal ; d.r.s. : diverticule du réceptacle séminal ; est : estomac ; fl : flagelle ; g.c. : ganglion cérébroïde ; gl.a. : glande de l'albumine ; gl.h. : glande hermaphrodite ou ovotestis ; gl.m. : glandes multifides ; gl.s. : glandes salivaires ; g.o. : gouttière oviductaire ; g.sp. : gouttière spermiductaire ; hp. : hépatopancréas ou glande digestive ; i : intestin ; m.p. : muscle pédieux ; m.pé : muscle rétracteur du pénis ; o. : oviducte ; œ : œsophage ; p.d. : poche du dard ; pé : pénis ; re : rectum ; rs : réceptacle séminal ; sp : spermiducte ; v.g. vestibule génital commun ; 8 : nerf palléal droit ; 9 : nerf viscéral ; 13 : nerf aortique ; 14 : nerf palléal gauche).

Fig 3 : Appareil digestif, génital et système nerveux (Tixier et Gaillard, 1963)

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

Puis l'appareil se divise en deux voies :

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

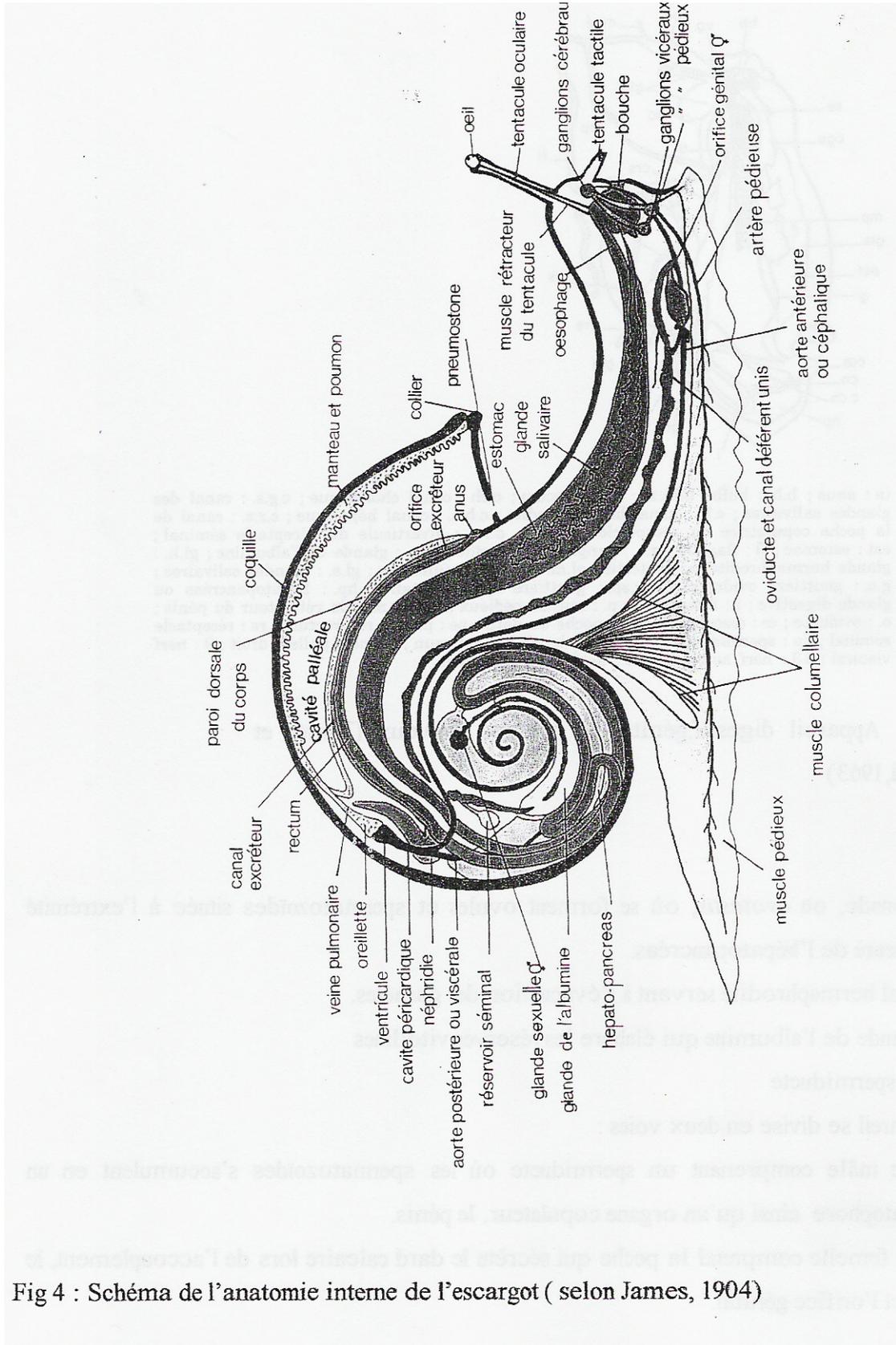


Fig 4 : Schéma de l'anatomie interne de l'escargot (selon James, 1904)

1.3 Physiologie :

1.3.1 Activité saisonnière :

L'escargot est un poïkilotherme : il ne peut réguler sa température corporelle. Il s'est donc adapté, en climat tempéré aux variations thermiques saisonnières selon trois rythmes d'activités annuels marqués par trois états physiologiques :

- l'un se caractérise par un ralentissement du métabolisme et intervient lors des basses températures hivernales : l'*hibernation*.
- l'autre s'étend entre le printemps et l'automne. Il se caractérise par une reprise de l'activité locomotrice, le déclenchement de la croissance des jeunes et la reproduction des adultes.
- durant les périodes sèches et chaudes, l'escargot présentera également une période de vie ralentie, appelée *estivation*. Contrairement à l'hibernation, l'estivation est un état de résistance ponctuel qui disparaît lorsque les conditions climatiques redeviennent favorables.

Il a été montré **(2)** que l'hibernation est constante en durée et en période dans une région donnée indépendamment des variations thermohydrométriques, ce qui laisse supposer que la photopériode règle l'activité saisonnière de l'escargot.

1.3.2 Activité journalière :

Il a été établi **(11)** un modèle théorique du rythme d'activité nycthéral de l'escargot en condition de photopériode «jour long» :

- La première phase d'activité débute à la tombée de la nuit et a une durée supérieure à 6 heures

- La phase dite d'inactivité relative a une durée inférieure à 18 heures
- Une autre phase d'activité, ne concernant pas tous les individus, se produit avant le lever du jour.

L'activité des escargots est étroitement liée à l'hygrométrie ; un taux de 100% d'actifs est rare et ne s'observe que pendant des nyctémères pluvieux.

1.3.3 Hibernation :

Elle se caractérise par un état de vie ralentie durant lequel le métabolisme de l'animal est diminué. En début d'hibernation, l'escargot sécrète un voile muqueux appelé *épiphragme* qui vient obturer l'ouverture de sa coquille. Celui-ci limite les pertes en eau qui atteignent cependant 30% du poids frais de l'animal **(1)**.

1.3.4 Reproduction :

accouplement : les escargots matures sont généralement bordés. Dans la nature, ils sont alors âgés de 2 à 3 ans. En ce qui concerne *Helix aspersa*, deux escargots s'accouplent tête-bêche, le pénis de chacun pénétrant dans le vagin de l'autre. Les spermatozoïdes sont alors émis sous forme d'un long filament : le spermatophore. L'accouplement dure de 10 à 12h. Suivant les régions, les escargots s'accouplent durant toute la période d'activité avec une périodicité bien définie ; ce qui synchronise les individus.

ponte : l'intervalle entre l'accouplement et la ponte est variable. En conditions constantes de température et d'hygrométrie (20° C et 85%) les durées moyennes sont de 10 à 15 jours.

Pour pondre, l'escargot creuse dans la terre ou le sable un «nid de ponte », la ponte dure 12 à 48 heures. Généralement, chez un animal en ponte, seule la coquille est visible, le reste du corps (le pied) est à l'intérieur du nid. Les œufs, petites sphères blanches de 4 mm de

diamètre et pesant 30 à 40 mg, sont émis un à un par l'orifice génital. Un escargot pond en moyenne 120 œufs par ponte.

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

On peut souligner l'importance de la lumière, l'hygrométrie et la température dans le déterminisme de la reproduction ainsi que la nécessité d'une hibernation suffisante préalable.

(1).

2. ELEVAGE :

2.1. Elevage d'escargots «petit-gris » dans des parcs extérieurs :

Ce mode d'élevage se déroule dans des parcs extérieurs uniquement. Une clôture entourant chaque parc est nécessaire pour éviter la fuite des animaux. De plus, contre les prédateurs terrestres (mulots : *Apodemus sylvaticus*, rats : *Rattus rattus*, campagnols : *Microtus arvalis*), un mur de parpaings est érigé autour de l'élevage. Un filet anti-oiseaux permet une protection totale des escargots.

Divers abris sont disposés (tuiles, plaques de polystyrène, planches) pour faciliter le ramassage.

L'arrosage permet de maintenir une certaine humidité à l'intérieur des parcs.

Les escargots se nourrissent exclusivement des plantes semées dans les parcs (chou fourrager : *Brassica oleracea*, colza : *Brassica napus oleifera*, radis : *Raphanus sativus*).

L'élevage se déroule du mois de mars au mois de juin. Des reproducteurs sont placés dans les parcs ; ils pondent...les escargots bordés sont ramassés régulièrement.

Mais, ce type de production présente une reproduction aléatoire et se tourne vers un élevage d'engraissement ; avec achat de jeunes. C'est donc tout naturellement que l'élevage mixte s'est développé. **(23)**

2.2. L'élevage mixte d'escargots «petit-gris » :

Ce mode d'élevage se divise en deux temps : le premier consistant en la reproduction hors-sol, la deuxième phase étant celle d'engraissement, elle se déroule dans des parcs extérieurs. Cette technique d'élevage est celle qui est décrite et préconisée par le Centre National d'Héliciculture du Magneraud.**(4)**

2.2.1 Unités hors sol et parcs extérieurs :

2.2.1.1 Unités hors sol :

Il s'agit d'un bâtiment isolé thermiquement de l'extérieur, les fenêtres en sont obturées. L'éclairage est assuré par des tubes fluorescents type lumière du jour. Le local est chauffé et un dispositif permet de réguler l'hygrométrie .

Le bâtiment peut être séparé en deux parties, l'une consacrée à la nursery, l'autre à la reproduction.

Le local de reproduction :

Ce local est occupé par des cages de reproduction. Ces cages sont réalisées en polystyrène avec des ouvertures grillagées pour leurs parties supérieures tandis que le fond est constitué d'une grille rigide recouverte d'un grillage en matière plastique de 10mm de maille .

Dans la partie du fond, un abreuvoir en PVC vient s'adapter dans une gouttière d'alimentation en eau. Afin d'assurer un taux d'humidité suffisant , le fond est recouvert d'un géotextile synthétique (Septofeutre) imbibé d'eau.

Chaque boîte reçoit également deux mangeoires en toile plastifiée ainsi que 4 pots de ponte transparents remplis de sable. Ces pots sont en fait des godets perforés de pépiniéristes

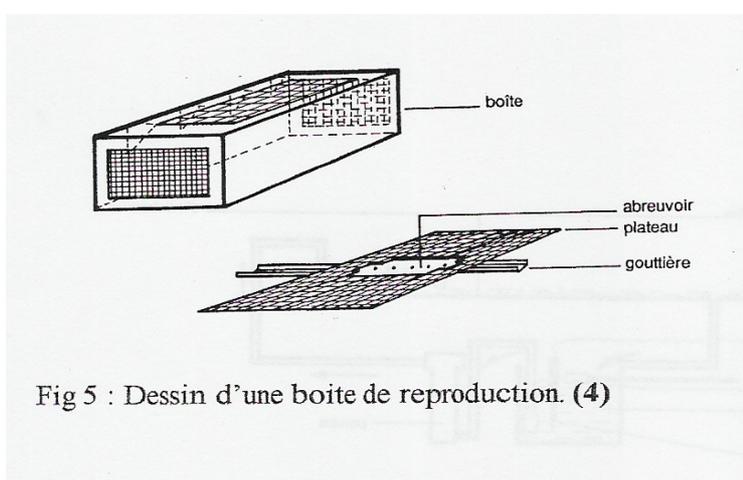


Fig 5 : Dessin d'une boîte de reproduction. (4)

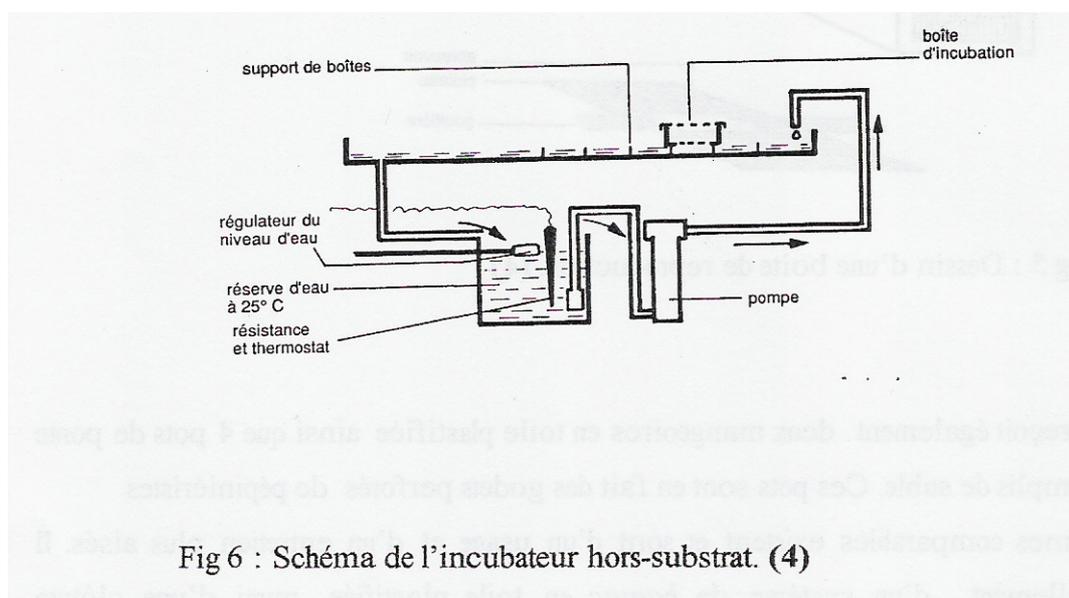
D'autres systèmes comparables existent et sont d'un usage et d'un entretien plus aisés. Il s'agit essentiellement d'un système de *hamac* en toile plastifiée, muni d'une clôture électrique périphérique et d'un fond en grillage plastique. Dans la partie médiane, un plancher amovible permet l'écoulement permanent de l'eau et sert à la fois de mangeoire et d'abri. Les pots de ponte sont posés au niveau de ce plancher sur des supports maintenus par des tringles métalliques transversales.

Incubation :

- méthode avec substrat de ponte : les œufs incubent dans leur pot de ponte. Les petits présentent un phototropisme positif et un géotropisme négatif , les pots sont donc placés dans un deuxième pot opaque tandis qu'une vitre est posée en guise de couvercle. Les petits viendront se coller sur celle-ci à l'éclosion. Une mousse synthétique humide

disposée sur le fond assure une humidité suffisante. Cette technique est peu coûteuse et ne nécessite pas de local spécifique.

- méthode hors substrat : cette méthode nécessite un local particulier ainsi qu'une stricte maîtrise des paramètres d'ambiance : éclairage mais aussi température et humidité, ceci grâce à un système de courant d'eau obtenu par des pompes à aquarium et des résistances comme il est schématisé ci-dessous .



Nursery :

Cette cellule possède des équipements identiques à ceux cités en reproduction dans le maintien des conditions thermohygrométriques. La durée d'éclairage est augmentée de 2 minutes par jour.

Les boîtes ont des côtés en contre-plaqué, le dessus est en toile moustiquaire plastique, le fond est en PVC, recouvert de mousse synthétique maintenue humide en permanence. Une gouttière est disposée au fond.

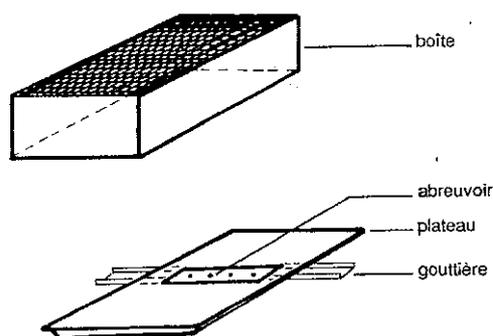


Fig 7 : Boîte de nursery (4)

2.2.1.2 Parcs extérieurs :

Petits parcs :

Les parcs extérieurs sont des structures de plein air destinées à l'engraissement des jeunes. Chaque parc d'une surface inférieure à 10 m² est entouré d'une paroi en plaque de Fibrociment d'une hauteur de 80 cm. La partie inférieure est enterrée sur 20 cm.

A l'intérieur des parcs, le sol a été creusé puis comblé avec une couche de tessons de bouteille, recouverte d'un grillage galvanisé et de terre végétale. Ce système empêche la pénétration des prédateurs du sol tels que les rongeurs. Les parcs sont recouverts par des cadres en bois grillagés (type moustiquaire ou toile d'ombrage) articulés sur des traverses.

Ces couvercles ont deux fonctions :

- antiprédatrice contre les oiseaux (merle : *Turdus merula* et grives : *Turdus philomelos*, *T. pilaris*, *T. iliacus*, *T. viscivarus*) et certains insectes volants (sylphe : *Aclypea opaca* et lampyre : *Lampyrus noctiluca*)
- ils empêchent les escargots de sortir des parcs.

Une rampe d'arrosage en tuyaux polyéthylènes munie d'un brumisateur tous les mètres, traverse le parc dans sa partie longitudinale qui est reliée à un programmeur horaire. Une

sonde hygrométrique située à proximité des parcs peut, en cas de pluie, mettre ce système hors circuit.

Le tapis végétal (type ray-grass : *Lolium sp.* ou trèfle : *Trifolium sp.*) constitue l'équipement de base du parc. Il assure un maintien de l'hygrométrie élevée et le recyclage des déjections. Les abris d'une longueur d'un mètre sont des toits en bois (sapin blanc non traité) ; ils recouvrent des mangeoires en plastique rigide à raison de dix abris mangeoire par parc. De plus, le bois utilisé dans la construction des abris a des propriétés de rétention d'eau, ce qui crée un climat frais et humide favorable à l'activité.

Grands parcs : (Fig 8)

Il s'agit d'une structure serre-tunnel, en tube galvanisé recouverte d'une toile d'ombrage identique à celle utilisée pour les couvercles des petits parcs. Au Magneraud (centre d'étude sur l'escargot), la surface au sol est de 126 m², la hauteur au centre est de trois mètres. Le sol est constitué d'un grillage galvanisé de mailles de 10mm scellé à sa périphérie dans une semelle de béton et recouvert de terre végétale pour les zones d'élevage et de gravier pour les zones de passage. Le pourtour intérieur du parc est réalisé en plaques de fibrociment de 50 cm de hauteur, formant une murette périphérique sur laquelle a été fixée une clôture électrique. Ce système empêche les escargots de monter dans la partie supérieure de la serre. Il existe un système d'arrosage programmé.

Comme pour les petits parcs, les zones d'élevage sont recouvertes d'un tapis végétal réensemencé chaque année. Des abris en bois recouvrent des mangeoires en plastique PVC destinées à recevoir l'aliment déshydraté.

Ainsi, chaque zone d'élevage possède les mêmes caractéristiques structurales (végétation, abris, mangeoires) que les petits parcs extérieurs.

2.2.2 Méthode d'élevage :

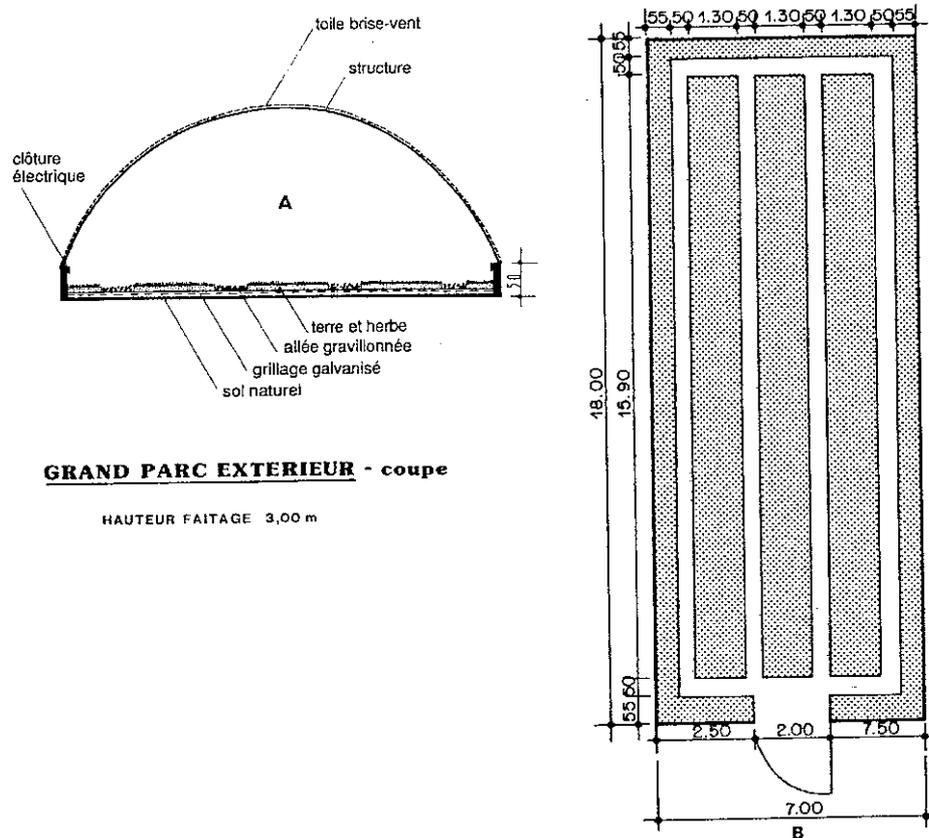


Fig 8 : Vue en coupe (A) et en plan (B) d'un grand parc (4)

Approvisionnement en reproducteurs :

Il est préconisé d'utiliser des animaux bordés en provenance de la nature, ramassés ou achetés sur un marché local entre les mois de mai et de septembre. Après un premier cycle de production, l'éleveur averti pourra utiliser des animaux en provenance de son élevage pour les mettre en reproduction. Il choisira les individus ayant eu la croissance la plus rapide et les

placera en hibernation à partir de juillet , pendant six mois. Il faut compter sur un rendement d'environ 25 jeunes par reproducteur.

Stockage des reproducteurs en hibernation :

L'utilisation de chambres froides pour l'hibernation permet de « désaisonner » la reproduction au mois de janvier. Les animaux sont stockés en boîtes aérées de 200 individus, sans aliments et sans eau. Une phase de transition à 15°C est effectuée avant le passage en chambre froide dans les conditions suivantes :

- température 5°C
- hygrométrie 85%
- photopériode 6h jour / 18h nuit

On notera que la plupart des éleveurs réalisent une hibernation dans un réfrigérateur, à l'obscurité 24h sur 24.

A la sortie d'hibernation, les animaux vivants sont placés dans des caisses de reproduction propres à raison de 100 individus par cage ou 500 par hamac.

Reproduction :

Les conditions d'ambiance en reproduction sont schématisées dans le tableau 1 :

	Jour	Nuit
Durée d'éclairage	18h	6h

Température	20°C	17°C
Hygrométrie	75%	90%

Tabl.1 : Paramètres d'ambiance

Les escargots sont nourris *ad libitum*. Les accouplements sont observés dès les premiers jours d'activité. La période de ponte s'étale sur 10 à 15 semaines. Les pots de pontes (décrits plus haut) sont placés en incubation lorsqu'ils contiennent une ou plusieurs pontes.

Il est déconseillé de placer les animaux ayant reproduit en hibernation, la mortalité étant alors très élevée.

L'incubation se déroule selon les modalités décrites plus haut. Selon les conditions, l'éclosion survient en 2 à 3 semaines.

Nursery :

Les jeunes sont élevés dans des boîtes de nursery pendant 6 à 7 semaines pour les premiers nés, 1 à 2 semaines pour les derniers. La nourriture est distribuée à volonté et le poids des animaux double toutes les semaines.

Engraissement en parcs extérieurs :

Les jeunes sont répartis régulièrement à proximité des mangeoires à raison de 300 jeunes par mètre linéaire d'abris mangeoires. L'aliment est distribué une fois par semaine et la quantité distribuée est ajustée en fonction de la consommation. Un arrosage est réalisé 3 à 4 fois par jour. Il faut prévoir 1 m³ d'eau par m² de parc au cours de saison de production.

La date de chargement des parcs sera décidée en fonction de la température et du risque de gel (avril), la récolte des premiers escargots bordés débutera en juillet et se poursuivra tous les 15 jours. Ceci a 2 avantages : il est inutile de nourrir des animaux bordés et la diminution de la

densité favorise la croissance des animaux restants. Les animaux récoltés seront vendus dès que possible.

Le centre du Magneraud rapporte des rendements de 3 kg de petits-gris bordés par m².

Planning d'élevage:

Cycle de production sur un an : il nécessite un engraissement continu en parcs extérieurs d'avril à septembre. Pour disposer de jeunes à partir du mois d'avril, il faut « désaisonner » la reproduction et donc l'hibernation.

Les reproducteurs sont ramassés dans la nature fin mai et placés en hibernation. Après 7 mois, en janvier, ils reprennent leur activité et se reproduisent, ce qui permet de disposer de jeunes qui pourront être placés en parcs à partir d'avril. En septembre, entre 70 et 80% des animaux sont bordés.

Cycle de production sur 2 ans : la reproduction est alors plus tardive et les jeunes sont placés en parcs à partir du mois de juin ; ils ne pourront pas tous terminer leur croissance avant l'automne et devront être mis en hibernation. Ils seront bordés au mois de juin de l'année suivante, laissant la place aux petits de l'année.

Ces 2 méthodes ne s'excluent pas et pourront être pratiquées simultanément.

Alimentation :

L'aliment est une farine dont la composition est la suivante, préconisée par l'INRA : (7)

- 40% de farine de céréales
- 18% de son de blé
- 20% de farine de protéagineux
- 20% de carbonate de calcium
- 2% de complément vitaminé et minéral

En effet, l'élevage intensif ne permet pas l'utilisation de végétaux verts. Ceux-ci s'altèrent rapidement, posent des problèmes de nettoyage, de main-d'œuvre et enfin donnent de moins bons rendements.

Le calcium est un élément capital pour l'escargot dans l'élaboration de sa coquille et pour permettre la calcification de ses œufs. L'introduction de 25 à 30% de carbonate de calcium dans les formules en croissance permet d'obtenir les meilleurs performances. **(6)** Le taux de calcium de la ration doit avoisiner les 12%.

La cellulose est contenue dans tous les végétaux consommés par l'escargot dans la nature. Mais il ne recherche pas les plantes très riches en ce constituant. En croissance, le meilleur taux de cellulose brute est de 4,6%. Il a été montré en pratique que ce taux convenait aussi à l'adulte. L'augmentation du taux de cellulose dans un régime se traduit par une production croissante de fèces, ce qui exige un nettoyage en conséquence. Il n'est donc pas nécessaire de trop augmenter ce taux.

Les protéines doivent être présentes à raison de 13 à 16% .

Les vitamines et oligo-éléments minéraux doivent être apportés à l'escargot dans son alimentation.

Il faut noter que ces éléments doivent être pris avec prudence dans la mesure où ce domaine n'a été que peu exploré.

2.2.3 Elevage hors-sol :

Ce type d'élevage est le plus intéressant scientifiquement ; mais pour l'éleveur, il nécessite trop de techniques et de maîtrise d'élevage ainsi que d'investissements.

En effet, le principe est celui d'un élevage mixte dans lequel l'engraissement est réalisé non pas dans les parcs extérieurs mais dans des bacs d'engraissement analogues à ceux utilisés pour la croissance.

CHAPITRE DEUX : PREDATION, PARASITISME, ET **PATHOLOGIES INFECTIEUSES.**

L'escargot est la proie de nombreux animaux Vertébrés ou Invertébrés, insectivores, malacophages ou omnivores. Il n'existe pas d'animaux strictement malacophages.

1.1 LES PREDATEURS :

1.1.1 Les vertébrés :

1.1.2 Les mammifères :

L'homme :

Il détruit volontairement les populations d'escargots de par la consommation qu'il en fait, mais aussi involontairement et dans une proportion beaucoup plus importante par la destruction des biotopes et l'emploi de pesticides.

Les rongeurs :(5)

Les souris *Mus musculus*, mulots *Apodemus sylvaticus* et rats *Rattus rattus* sont en général omnivores mais peuvent dévorer entre autre des Gastéropodes. Ces *Murinés* possèdent la faculté de détecter et de pénétrer dans les lieux à forte concentration de nourriture, à ce titre les élevages d'escargots sont des cibles de choix pour eux.

Les insectivores :

Ils se nourrissent d'aliments carnés et certains consomment des escargots.

Parmi eux, le hérisson commun *Erinaceus europaeus* consomme des insectes, grenouilles, serpents, jeunes souris et également des limaces et escargots. On notera que le hérisson est fréquemment victime de vers intestinaux et respiratoires contractés lors de l'ingestion de Gastéropodes et d'Insectes pouvant être pathogènes pour lui.

Les taupes *Talpa europaea* sont essentiellement insectivores, se nourrissant des animaux rencontrés dans les galeries. Mais certains individus, surtout les jeunes, chassent parfois en surface et s'attaquent aux escargots.

Les musaraignes *Crocidura suaveolens* peuvent utiliser les galeries construites par ces taupes. Ainsi, ces galeries peuvent constituer un passage pour ces prédateurs. C'est pourquoi les mesures préconisées dans la première partie (verre pilé, clôture enterrée...) s'avèrent indispensables.

1.1.3 Les oiseaux :

Certains oiseaux sont aussi prédateurs d'escargots. Principalement des *Turdidés* et des *Corvidés*.

Les Turdidés :

Ce sont des passereaux de taille moyenne vivant principalement dans un habitat mixte d'arbres, de buissons, de clairière et de prairies. Ils sont essentiellement polyphages, se nourrissant de baies, de fruits mais surtout de larves d'insectes et d'escargots. C'est le cas de la grive musicienne *Turdus philomelos* et du merle noir *Turdus merula*. Ils fracassent la coquille du Gastéropode contre une pierre pour en extraire la chair. On retrouve parfois des amoncellements de coquilles à proximité des pierres utilisées par ces oiseaux.

Les Corvidés :

Ils ont un régime alimentaire varié et possèdent un bec puissant qui leur permet de tuer les escargots à coups de bec. Ce sont les geais des chênes *Garrulus glandarius*, la pie bavarde *Pica pica*, le corbeau freux *Corvus frugilegus* et la corneille noire *Corvus corone corone*.

1.1.4 Les reptiles :

Dans nos régions, les Gastéropodes ne constituent pas l'essentiel du régime alimentaire des reptiles. Ce sont surtout ceux de la famille des *Lacertidés* qui s'attaquent aux escargots : parmi eux, le lézard des murailles (*Podarcis muralis*) .

1.1.5 Les batraciens :

Ces animaux vivent dans des zones humides et leurs déplacements terrestres se font surtout la nuit lorsque la température est supérieure à 10°C. Ce mode de vie, proche de celui des escargots fait que ces derniers rentrent parfois dans l'alimentation des Anoures. Les grenouilles *Rana* (verte : *lessonae* et rousse : *temporaria*) ne mangent que des escargots de moins de 1 an ; par contre, le crapaud commun *Bufo bufo* s'attaque même aux escargots adultes.

1.1.6 Les Invertébrés :

De nombreux Invertébrés se nourrissent d'escargots, ce sont essentiellement des insectes coléoptères **(18)**

1.2.1 Famille des *Drilidae* :

Ils sont en majorité crépusculaires et nocturnes, surtout en période pluvieuse. Adultes et larves se nourrissent de Gastéropodes. L'escargot est paralysé par l'injection d'une sécrétion toxique, puis d'une salive protéolytique qui prépare la digestion.

Drilus flavescens est souvent cité comme prédateur d'escargots mais il semble assez peu fréquent.

1.2.2 Famille des *Lampyridae* ou Ver luisant (*Lampyris noctiluca*) :

Tous les *Lampyridae* sont des carnassiers. Parmi eux, le ver luisant *Lampyris noctiluca* se distingue par son dimorphisme sexuel et la faculté pour la femelle d'émettre une lumière froide de couleur verte. Elle possède des ailes très courtes la faisant ressembler à une larve. A l'état adulte, ces animaux ne se nourrissent pratiquement pas. Les larves, pourvues d'un appareil buccal fortement développé, consomment des escargots (surtout de petite taille). Comme pour les *Drilidae*, les Gastéropodes vivants sont paralysés puis prédigérés.

On rencontre ces animaux dans différents habitats tels que les forêts de feuillus, les jardins et les parcs, surtout pendant la période estivale.

Dessin montrant le dimorphisme sexuel chez le Lampyre *Lampyris noctiluca*.

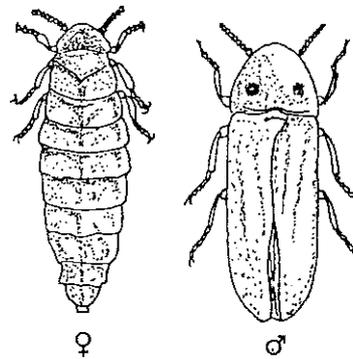


Fig 9 : Le ver luisant : *Lampyris noctiluca* (4)

1.2.3 Superfamille des *Staphylinoidae* :

Les *Staphylinoidae* renferment entre autres 2 familles : les *Staphylinidae* et les *Silphidae*.

Les *Staphylinidae* ou staphylins se rencontrent souvent dans les endroits humides, parmi des matières en décomposition. Certains d'entre eux sont des prédateurs d'Invertébrés et particulièrement d'escargots. Le staphylin *Ocypus olins* possède une paire de mandibules proéminentes qu'il utilise pour tuer et dévorer sa proie.

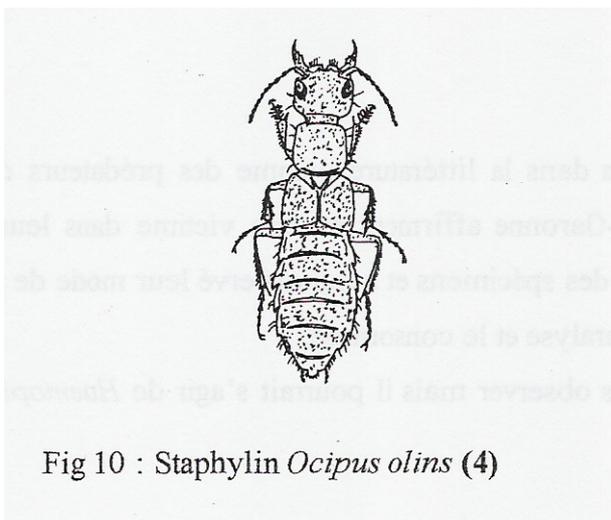


Fig 10 : Staphylin *Ocypus olins* (4)

Les *Silphidae* habitent les mêmes lieux que les escargots qu'ils consomment. On les trouve généralement à proximité des jardins, dans les prairies et dans certains sous-bois. Citons *Phosphuga atrata* qui est un redoutable chasseur d'escargots. Sa tête étroite et allongée est en relation avec son comportement alimentaire. L'adulte paralyse sa proie par sa salive toxique. Il peut aussi s'attaquer à des escargots en hibernation dont il fore l'épiphragme avec ses pièces mandibulaires. La larve, par contre, ressemble à un cloporte et est phytophage.

1.2.4 Famille des *Carabidae* :

Certains d'entre eux (larves et adultes) se nourrissent de proies vivantes : vers de terre, insectes mais aussi limaces, escargots et leurs œufs.

Pour consommer un escargot, la larve pénètre à l'intérieur de la coquille, mais doit éviter la bave de ce dernier qui l'asphyxierait. Pour cela, elle s'insinue en maintenant toujours sa partie ventrale contre la coquille, protégeant ainsi ses stigmates par les expansions latérales de son abdomen.

La malacophagie a entraîné des modifications anatomiques des adultes : la région céphalique étroite et l'allongement des mandibules favorisent leur pénétration dans les coquilles.

Notons que les diptères ayant des régimes alimentaires très variés, peuvent être attirés par des mollusques morts ou affaiblis.

1.2.5 Classe des *Hirudinées* :

Les sangsues ne sont pas décrites dans la littérature comme des prédateurs de l'escargot. Toutefois, des éleveurs de Haute-Garonne affirment en être victime dans leur élevage. Ils expliquent même en avoir capturé des spécimens et avoir observé leur mode de prédation : la sangsue se fixe sur l'escargot, le paralyse et le consomme.

Il ne nous a pas été possible de les observer mais il pourrait s'agir de *Haemopsis sanguisuga* ou sangsue du cheval.

Retenons donc, de ce survol des principaux prédateurs qu'une attention particulière devra être portée à la protection des élevages et au stockage des escargots.

1.2 LE PARASITISME :

1.2.1 Acarien ectoparasite : *Riccardoella limacum* :

Cet acarien fut longtemps considéré commensal des mollusques terrestres. Mais BAKER (3) en 1970 montre très clairement son caractère de parasite. De couleur blanche, mesurant moins de 1 mm, il est visible sur le pied de l'escargot et peut également se rencontrer à l'intérieur de la cavité palléale. Il s'alimente d'hémolymphe qu'il obtient en produisant un tube d'alimentation ou « *stylostome* » dans les tissus de l'hôte, à la manière de *Thrombicula autumnalis*, ce qui affaiblit l'animal .

Riccardoella limacum peut accomplir la totalité de son cycle sur le même individu, mais il peut aussi passer d'un escargot à un autre (infestation par contact).

Cet acarien peut entraîner chez des juvéniles un retard de croissance en relation avec le taux d'infestation, mais n'entraîne pas la mort.

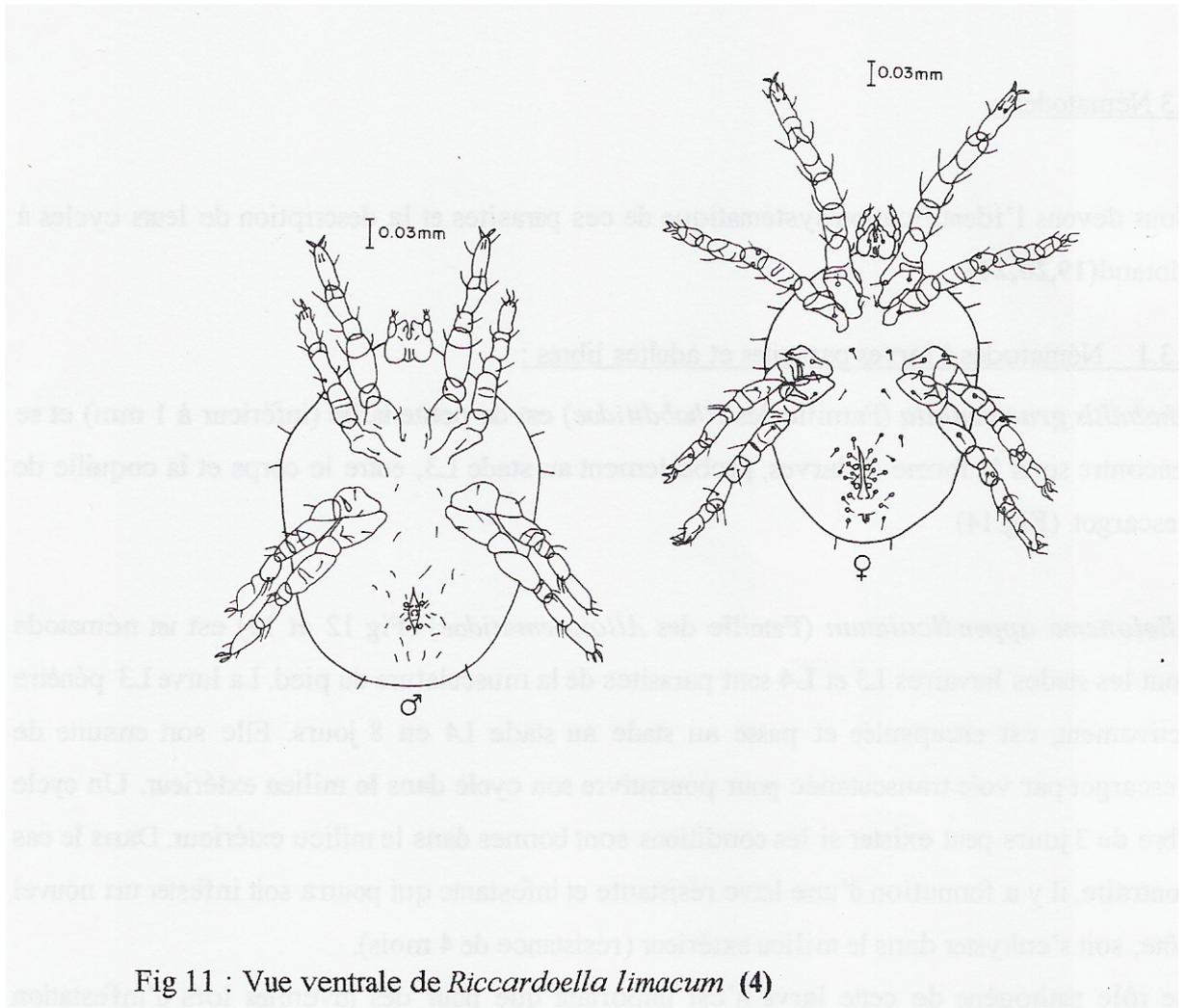


Fig 11 : Vue ventrale de *Riccardoella limacum* (4)

1.2.2 Trématodes :

Dans la nature, l'escargot est utilisé en tant qu'hôte intermédiaire chez lequel s'effectue une partie du cycle de développement complexe tandis que les stades adultes sont parasites de

vertébrés. L'action pathogène des trématodes sur les mollusques est difficile à définir et les troubles qui en résultent sont d'intensité variable, en relation avec l'intensité de l'infestation. Il existe une action spoliatrice exercée par le parasite et la multiplication des sporocystes, lorsqu'elle est considérable, comprime certains organes, et l'on a noté des cas de « castration parasitaire », due à cette action mécanique qui bloque indirectement les sécrétions hormonales.

1.2.3 Nématodes :

Nous devons l'identification systématique de ces parasites et la description de leurs cycles à Morand(19,20,21)

1.2.4 Nématodes à larves parasites et adultes libres :

Rhabditis gracicaulata (Famille des *Rhabditidae*) est de petite taille (inférieur à 1 mm) et se rencontre sous la forme de larves, probablement au stade L3, entre le corps et la coquille de l'escargot. (Fig.14)

Alloionema appendiculatum (Famille des *Alloionematidae*) (Fig 12 et 13) est un nématode dont les stades larvaires L3 et L4 sont parasites de la musculature du pied. La larve L3 pénètre activement, est encapsulée et passe au stade au stade L4 en 8 jours. Elle sort ensuite de l'escargot par voie transcutanée pour poursuivre son cycle dans le milieu extérieur. Un cycle libre de 3 jours peut exister si les conditions sont bonnes dans le milieu extérieur. Dans le cas contraire, il y a formation d'une larve résistante et infestante qui pourra soit infester un nouvel hôte, soit s'enkyster dans le milieu extérieur (résistance de 4 mois).

Le rôle pathogène de cette larve n'est important que pour des juvéniles lors d'infestation massive ; elle entraîne alors la mort du jeune escargot.

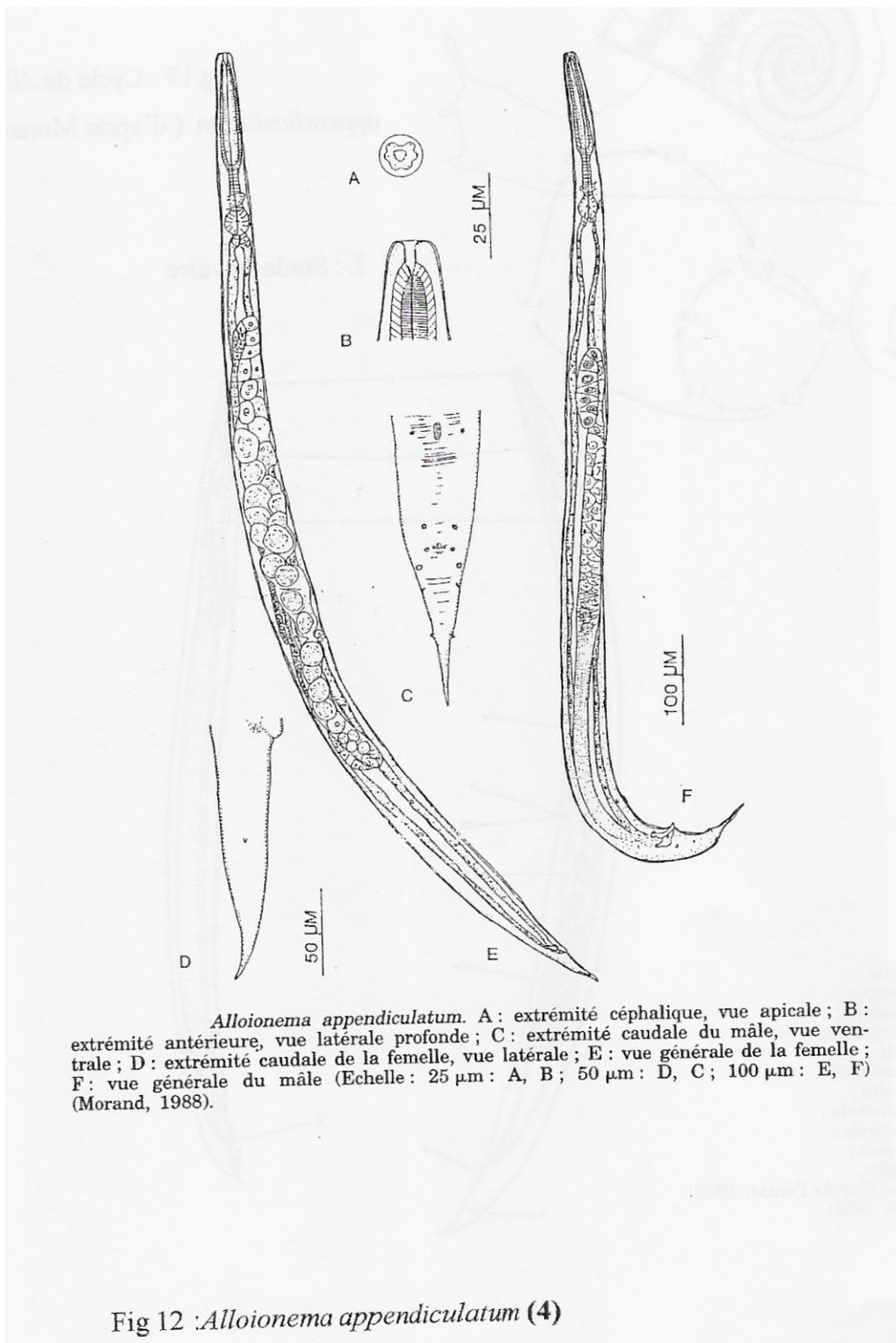
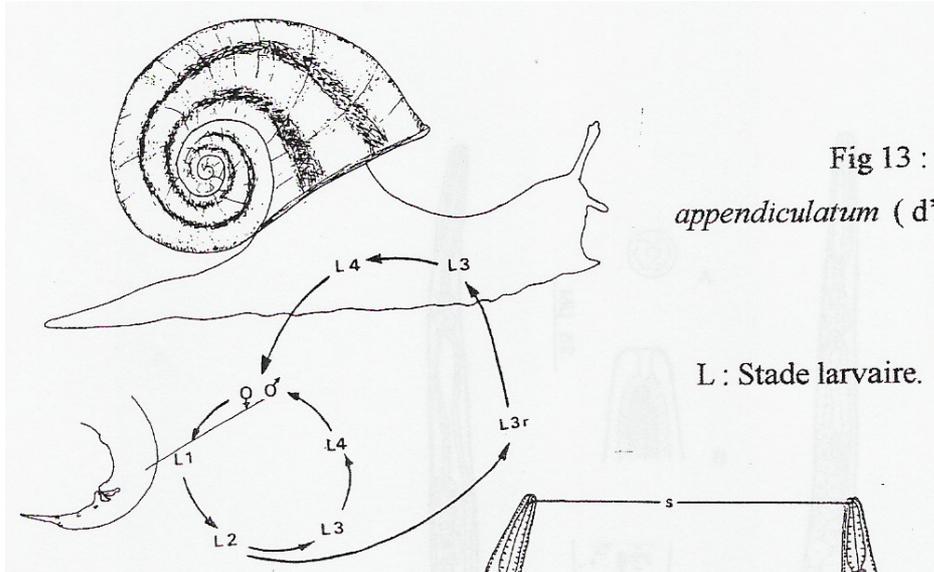


Fig 12 : *Alloionema appendiculatum* (4)

Fig 13 : Cycle de *Alloionema appendiculatum* (d'après Morand, 1988)



L : Stade larvaire.

- A : anus ;
 - C : cloaque ;
 - I : intestin ;
 - O : œsophage ;
 - Oe : œuf ;
 - Oj : ovojecteur ;
 - Ov : ovaire ;
 - P : phasme ;
 - T : testicule ;
 - U : utérus ;
 - V : vagin.
- (modifiés d'après Poinar, 1977)
(Morand, 1988).

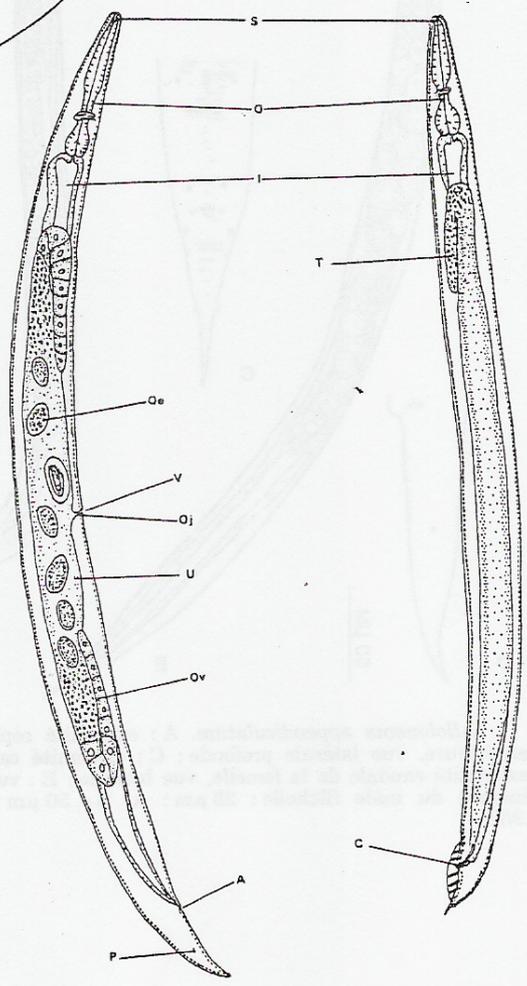


Fig 14 : Femelle (A) et mâle (B) de type Rhabditide (Morand, 1988)

1.2.5 Nématodes à adultes parasites :

Angiostoma aspersae (Famille des *Angiostomatidae*) se rencontre à l'état adulte dans la cavité palléale de l'escargot. C'est un ver de grande taille (>2 mm). Les femelles libèrent des L1 dans le mucus de l'hôte ; la larve va infester un nouvel escargot en se plaçant entre la coquille et le manteau ; elle passe en 5 jours au stade L2 puis au stade L3. Celui-ci est le stade de migration vers la cavité palléale où il évoluera vers le stade adulte. La période prépatente est d'environ 1 mois chez *Helix aspersa*.

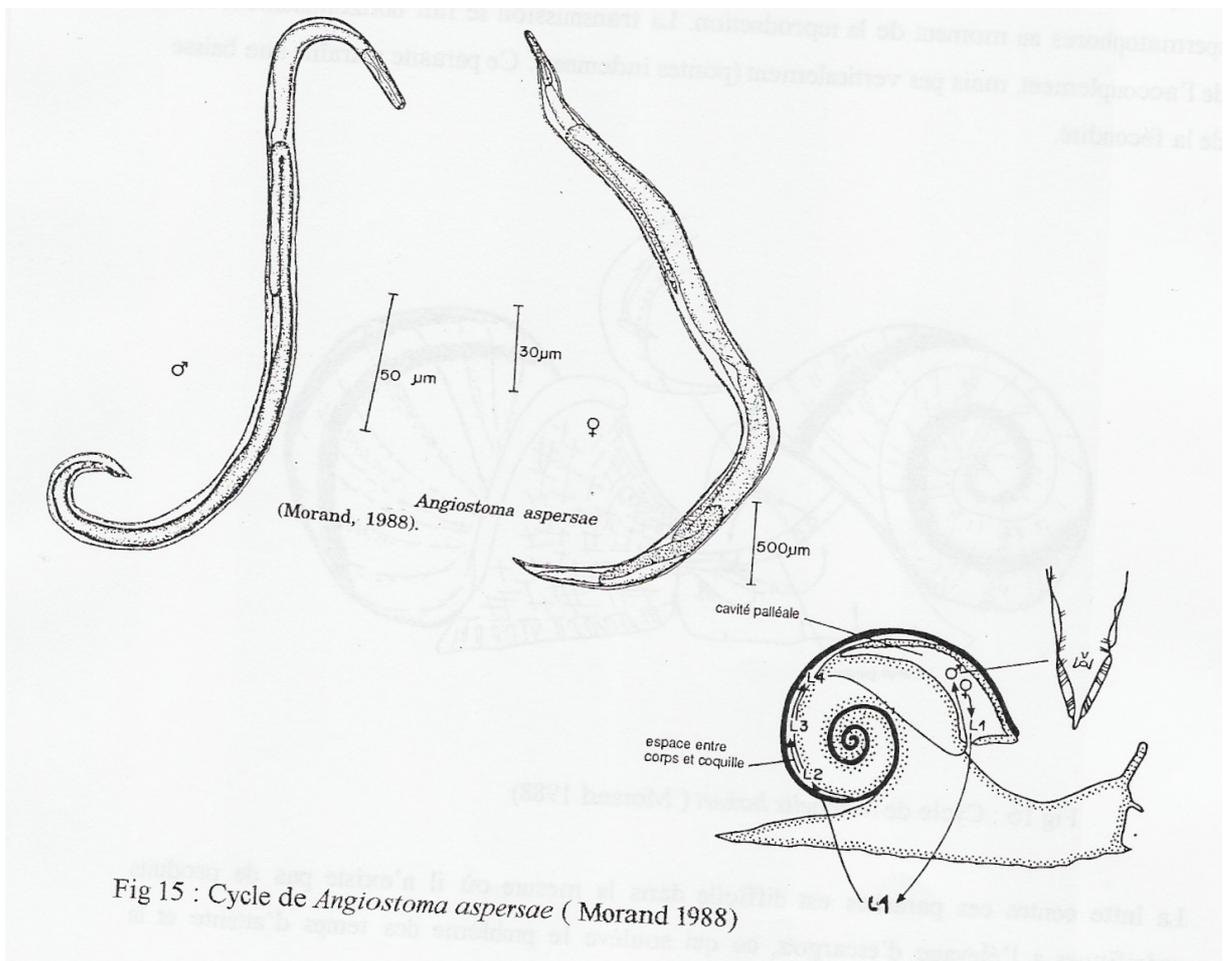


Fig 15 : Cycle de *Angiostoma aspersae* (Morand 1988)

L'infestation prédomine chez les escargots adultes, mais il est généralement admis que l'impact de ce parasite sur la croissance et la mortalité est vraisemblablement nul. Par contre, un genre voisin, *Angiostoma helicis*, localisé dans l'appareil génital de l'escargot influe sur la croissance et la fertilité.

Nemhelix bakeri (Famille des *Cosmocercidae*) est un parasite strict de l'appareil génital du « Petit-gris ». Il est de grande taille et ne possède pas de phase libre. Les adultes pondent des œufs qui évoluent de L1 à L4 puis en adultes tout en restant dans l'appareil génital.

Les parasites ne sont pas résistants dans le milieu extérieur et se retrouvent dans les spermatophores au moment de la reproduction. La transmission se fait horizontalement lors de l'accouplement, mais pas verticalement (pontes indemnes). Ce parasite entraîne une baisse de la fécondité.

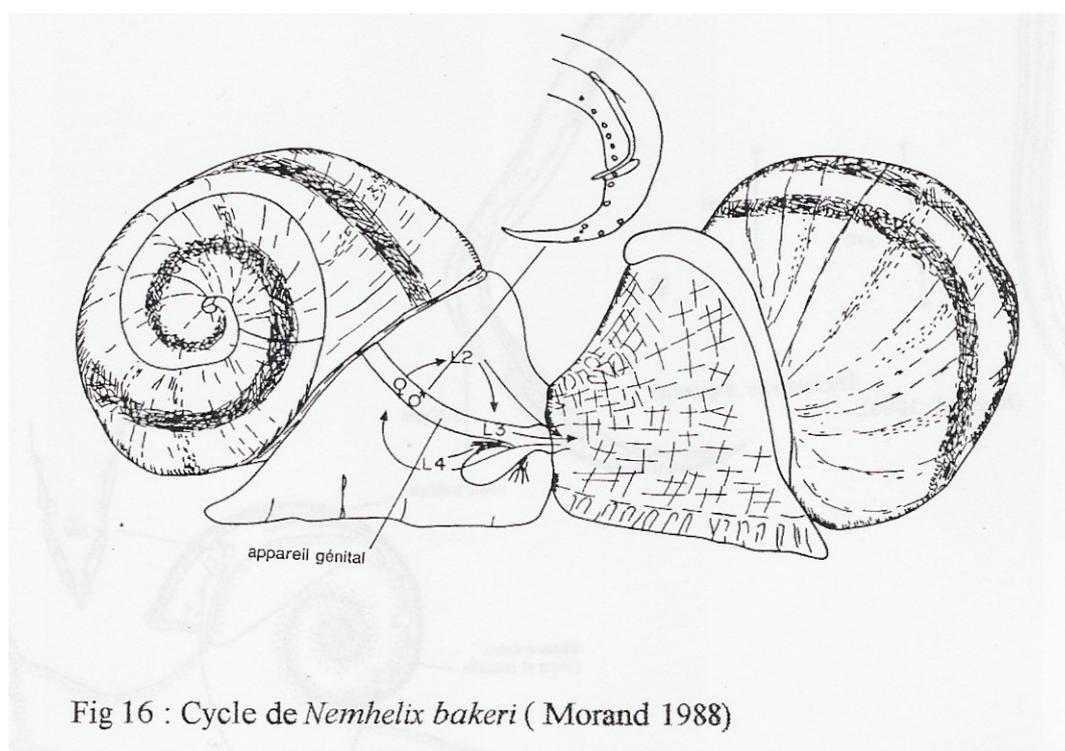


Fig 16 : Cycle de *Nemhelix bakeri* (Morand 1988)

La lutte contre ces parasites est difficile dans la mesure où il n'existe pas de produits spécifiques à l'élevage d'escargots, ce qui soulève le problème des temps d'attente et la responsabilité du vétérinaire.

On insistera donc surtout sur l'hygiène : la désinfection étant la seule arme dont nous disposons.

1.2.6 Les protozoaires :

On remarque parfois des micro-organismes enkystés dans des pseudo-tumeurs chez l'escargot. Ainsi, *Cryptobia helicis* est rencontré dans le réceptacle séminal de l'escargot et se transmet lors de l'accouplement.

Klossia helicina est une coccidie qui se retrouve parfois dans le rein des escargots.

Le rôle pathogène exact de ces protozoaires reste encore à déterminer mais il semble qu'il soit mineur. **(15)**

1.2.7 Les mycoses :

2.5.1 La « maladie des pontes roses » :

Elle a été décrite en 1977 pour la première fois. Normalement, les œufs d'une ponte sont blancs nacrés, bien individualisés. Parfois, les pontes sont roses, les œufs sont agglomérés, leur consistance est diminuée. Ces œufs n'éclosent pas.

Un examen histologique de ces pontes a montré la présence de mycélium envahissant le chorion, le vitellus et parfois même l'embryon. Le champignon en cause est un Hyphomycète, *Fusarium sp.* qui donne des colonies d'aspect cotonneux devenant rosâtres en 10 à 15 jours.

Les modalités d'infection ne sont pas connues et ce champignon n'est pas retrouvé systématiquement. Dans son travail de thèse, DEGEZ **(8)** a tenté de mettre en évidence le rôle

pathogène des *Aeromonas* mais il n'a pas été possible de savoir si la contamination était la cause ou la conséquence des pontes roses.

2.5.2 *Verticillium sp.* :

Ce champignon se développe aux dépens de l'embryon qu'il envahit d'un feutrage mycélien, provoquant un avortement. **(14)**

1.2.8 Les bactérioses :

1.2.9 *Pseudomonas aeruginosa* :

La seule maladie épizootique décrite chez *Helix aspersa* l'a été en 1964 **(16)** Lors de sa survenue dans le Vaucluse, le taux de mortalité a atteint 70%. Les escargots infectés se rassemblent en grand nombre autour des mangeoires et sous les abris. Ils se rétractent dans leur coquille mais ne sécrètent pas le mucus qui assure la fermeture de l'orifice comme le font les animaux sains quand ils sont au repos. Un liquide verdâtre et mucopurulent d'odeur désagréable apparaît autour de la coquille. Ce liquide correspond à des putréfactions réalisées par *Pseudomonas aeruginosa*. Sous d'autres formes, la mortalité est plus sporadique et se traduit avant tout par une perte de réflexes, la région céphalique est tuméfiée, les tentacules oculaires non rétractés et le pore génital est dilaté : l'escargot se paralyse et meurt.

Il semblerait que *Pseudomonas aeruginosa* exerce son pouvoir pathogène lorsque les conditions climatiques et d'entretien sont mauvaises. L'affection primaire serait localisée à l'intestin où s'accumule les bactéries. Les cellules de l'épithélium intestinal sont lésées et se détachent alors qu'elles renferment de nombreuses bactéries. Il en résulte une colonisation des cellules proches de l'intestin puis des autres tissus de l'hémolymphe.

Les prélèvements réalisés dans cet élevage ont permis la culture et l'isolement de *Pseudomonas aeruginosa*.

La reproduction expérimentale est positive après inoculation mais son évolution est lente. En outre, l'ingestion de son souillé n'entraîne pas nécessairement l'infection. Dans ce dernier cas, le taux d'infection serait supérieur dans les élevages où règnent une température et une hygrométrie trop élevées. Ce qui a conduit à écrire qu'il s'agit d'un agent pathogène facultatif qui vit dans le tube digestif des escargots et peut se multiplier anormalement sous l'influence de mauvaises conditions d'élevage.

1.2.10 Aéromonoses :

Une vague de mortalité a été rapportée au sein des élevages hélicicoles français durant l'été 1994. Le tableau clinique est proche de celui évoqué lors des épidémies due à *Pseudomonas aeruginosa*, les auteurs ne s'accordant pas sur la présence d'une odeur nauséabonde, ni sur la couleur du cadavre. HAOND, en 1995, rapporte que le corps de l'animal baigne dans un liquide jaunâtre et qu'il n'y a pas d'odeur.

Par contre, des éleveurs de Midi-Pyrénées, victimes d'épidémies décrivent les escargots comme liquéfiés, de couleur bleuâtre et d'odeur nauséabonde.

Dans la reproduction expérimentale que nous décriront plus bas, il nous a été donné d'observer les 2 types.

Ces épidémies seraient dues à des *Aeromonas* (9). Nous envisagerons cette hypothèse dans le chapitre 5. Compte tenu des circonstances d'apparition de cette maladie, le terme de « *pathologies estivales de l'escargot* » sera retenu dans notre exposé.

CHAPITRE TROIS : ETUDE DU GENRE AEROMONAS

Les *Aeromonas* sont des germes ubiquitaires qui se rencontrent dans les eaux douces, les boues et les coquillages. Chez les poïkilothermes, leur rôle pathogène est bien connu, les maladies qui leurs sont imputées se traduisant d'une manière générale par un syndrome hémorragique. De plus, le genre *Aeromonas* est fréquemment isolé lors de divers syndromes, aussi bien chez l'homme que chez les animaux à sang chaud.

Ces bactéries ont une importance en bactériologie alimentaire car elles peuvent altérer les aliments. Ceci, d'autant plus qu'elles sont présentes dans l'environnement aquatique de manière habituelle et que leurs résistances aux antibiotiques ont été soulignées.

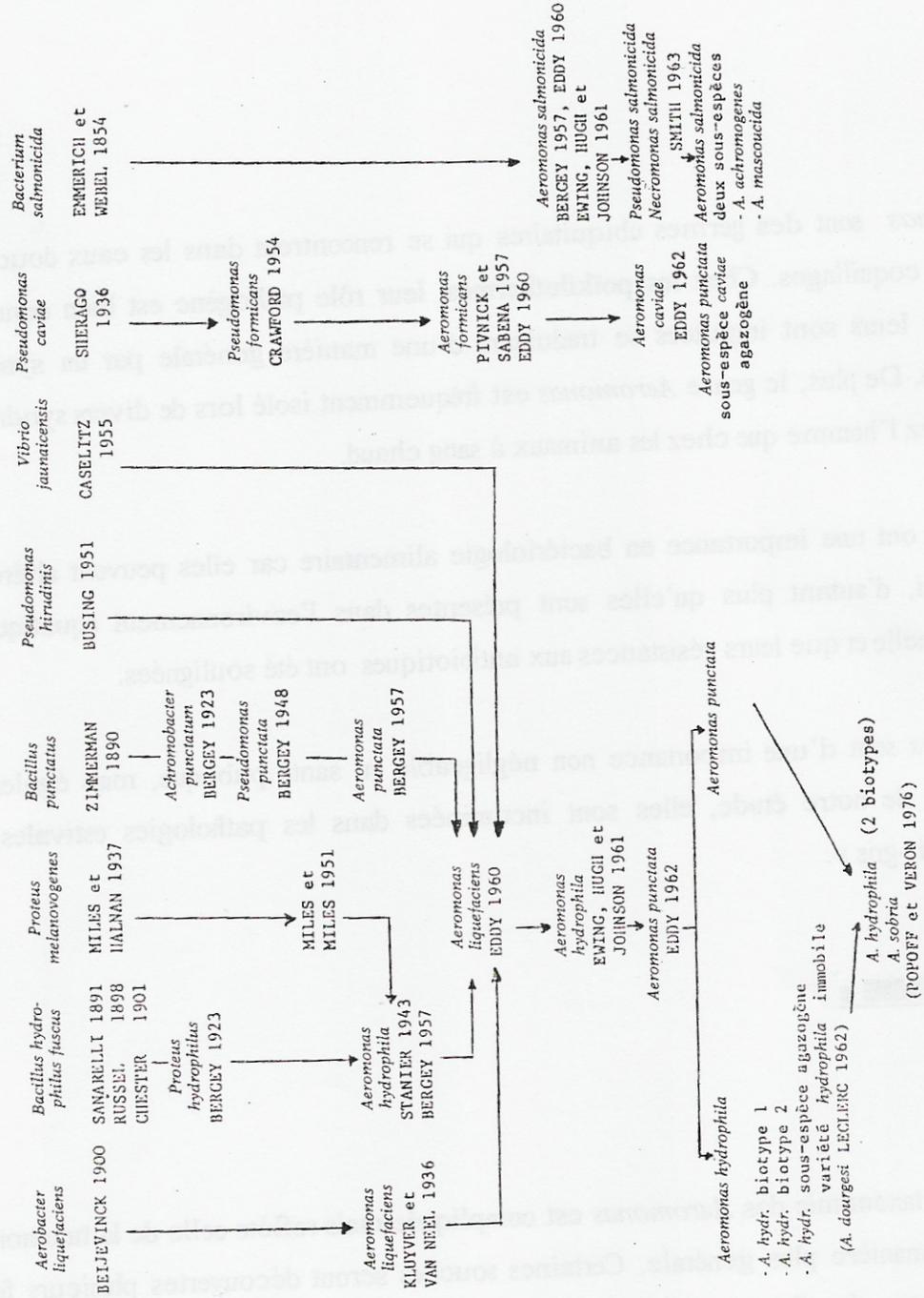
Les *Aeromonas* sont d'une importance non négligeable en santé publique, mais également dans le cadre de notre étude, elles sont incriminées dans les pathologies estivales des escargots « Petit-gris ».

1.1 TAXONOMIE :

1.1.1 Historique :

L'histoire de la taxonomie des *Aeromonas* est compliquée mais reflète celle de la taxonomie bactérienne de manière plus générale. Certaines souches seront découvertes plusieurs fois, prendront le nom de *Proteus*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*. Le nom d'*Aeromonas* n'apparaîtra qu'en 1936 et ne sera définitivement accepté par la communauté scientifique qu'en 1957.

Le tableau 2 retrace l'histoire du genre *Aeromonas*. (24,25)



Tabl 2 : Historique du genre *Aeromonas* (24)

L'apparition de nouvelles techniques de biologie moléculaire au début des années 1980 a permis de donner de nouveaux critères pour définir le terme d'espèce chez les bactéries : sont considérées comme faisant partie de la même espèce les bactéries dont les génomes ont plus de 70% d'homologie.

Il y a alors eu controverse car il y avait contradiction entre les anciennes classifications phénotypiques et les critères génomiques. Ainsi dans le genre *Aeromonas*, phenospecies et genospecies ne se superposaient pas. Cependant un compromis s'est mis en place et une dizaine d'espèces sont actuellement définies.

1.1.2 Classification actuelle :

Phenospecies :

On compte 11 espèces mésophiles dont une, *A. veronii*, comporte 2 biogroupes : *sobria* et *veronii*.

Il existe une espèce psychrophile *A. salmonicida*, divisée en 4 sous-espèces.

Genospecies :

Il en existe 12, notés dans le tableau n°3 (9)

Au vu de ce tableau, la complexité du genre *Aeromonas*, liée au décalage entre la réalité génotypique et la réalité phénotypique apparaît clairement : certains phenospecies regroupent plusieurs genospecies et réciproquement.

Par exemple : *Aeromonas hydrophila* comprend les groupes d'hybridation HG1, HG2 et HG3.
A l'inverse, le groupe HG3 comprend *Aeromonas hydrophila* et *Aeromonas salmonicida*.

Groupe d'Hybridation (HG*)	Phénotypiquement	Souche type
1	<i>A. hydrophila</i>	ATCC 7966
2	<i>A. hydrophila</i>	CDC 9533-76
3	<i>A. hydrophila</i> et <i>A. salmonicida</i>	CDC 0434-84
4	<i>A. caviae</i>	ATCC 15468
5A	<i>A. caviae</i>	CDC 0862-83
5B	<i>A. caviae</i> et <i>A. media</i>	CDC 0435-84
6	<i>A. eucrenophila</i>	ATCC 23309
7	<i>A. sobria</i>	CDC 9538-76
8 (=HG10)	<i>A. sobria</i>	CDC 0437-84
9	<i>A. jandaei</i>	CDC 0787-80
10 (=HG8)	<i>A. veronii</i>	ATCC 35624
11	<i>A. veronii</i>	CDC 1306-83
12	<i>A. schubertii</i>	ATCC 43700
13	<i>A. trota</i>	ATCC49657

Tableau n°3 :Correspondance entre genospecies et phenospecies,
souches types (9)

1.1.3 Place du genre *Aeromonas* dans la classification :

Ce genre crée par Kluyver et Van Niel pour nommer *Aeromonas liquefaciens* a été choisi par Stanier en 1943 pour regrouper les bacilles droits à Gram négatif anaérobies facultatifs. Il est classé en 1965 dans la famille des *Vibrionaceae* au côté des genres *Vibrio*, *Plesiomonas* et

Photobacterium. Mais, au vu des analyses génétiques, ceci a été remis en question et c'est finalement en 1992 que la famille des *Aeromonadaceae* est apparue. (17)

1.2 BACTERIOLOGIE :

1.2.1 La famille des *Aeromonadaceae* : (9)

La famille des *Aeromonadaceae* comprend un seul genre : *Aeromonas*. Ce genre regroupe les bacilles Gram moins droits ou courbés qui ne forment pas d'endospores.

Chimio-organotrophes et anaérobies facultatifs, ces souches sont capables d'un métabolisme respiratoire et fermentaire. Elles réduisent les nitrates mais ne font pas la dénitrification.

La majorité des souches sont positives au test de l'oxydase. La plupart utilisent le glucose comme seule et unique source de carbone et les sels d'ammonium comme seule source d'azote.

Les souches sont soit immobiles soit possèdent un flagelle polaire.

D'origine aquatique, on les retrouve chez les animaux aquatiques mais également dans les eaux d'égouts. L'homme et les animaux peuvent être porteurs asymptomatiques.

La seule *Aeromonas* pour laquelle une température optimale de croissance a été définie est *A. hydrophila* : la meilleure croissance est obtenue à **28°C**. Nous verrons dans notre étude expérimentale que cette température est en corrélation avec les températures de développement de la maladie.

(27)

1.2.2 Le genre *Aeromonas* :

C'est le genre unique de la famille des *Aeromonadaceae* mais il reste difficile de le différencier des genres voisins de la famille des *Vibrionaceae*.

Le tableau 4 présente les propriétés qui permettent de différencier les *Aeromonas* des autres genres de son ex- famille.

Caractère	<i>Vibrio</i>	<i>Photobacterium</i>	<i>Plesiomonas</i>	<i>Aeromonas</i>
G+C%	38-51	40-44	51	57-63
Halophile	D	+	-	-
Oxydase	+*	D	+	+
Gaz en glucose	-**	D	-	D
LDC	+	+	+	D
ODC	D	-	+	-
ADH	-	+	+	+
Luminescence	D	+	-	-
Sensibilité au O/129	+	+	+	-

Commentaire: D=différent selon les espèces; +=résultat positif; -=résultat négatif

Exceptions: **V. metschnikovii* et *V. gazogenes* sont oxydase négatifs

***V. furnissii* et *V. gazogenes* produisent du gaz

Tabl 4 : Caractères de différenciation des genres voisins
d'*Aeromonas* (9)

1.2.3 Les espèces :

Elles se répartissent en 2 groupes : les espèces psychrophiles et les mésophiles. Les espèces décrites récemment le sont sur la base d'un ou deux caractères biochimiques différents par rapport à un caractère réputé constant dans le genre.

On compte : *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. sobria*, *A. salmonicida*, *A. media*, *A. veronii*, *A. schubertii*, *A. eucrenophila*, *A. enteropelogenes*, *A. ichtyosmia*, *A. trota*, *A. jandaei*, *A. allosaccharophila*.

1.3 ÉCOLOGIE ET POUVOIR PATHOGENE :

1.3.1 Environnement :

Les *Aeromonas* sont fréquemment isolées dans les eaux douces, les eaux stagnantes, les eaux courantes, les eaux de boisson... **(22)** Ce sont des bactéries caractéristiques des eaux de surface non traitées. Les *Aeromonas* peuvent se multiplier dans les eaux douces si elles trouvent les conditions appropriées de température, de pH et en fonction de la présence d'éléments nutritifs, en particulier phosphorés. La concentration en *Aeromonas* est utilisée comme indicateur de l'état trophique des cours d'eau.

Dans les eaux d'égout, leur concentration peut dépasser 10^4 bactéries /ml. Dans les eaux phréatiques et de rivières, on les isole toujours et on les retrouve souvent dans les eaux dites potables.

La répartition des *Aeromonas* est variable selon les régions en fonction du pH des eaux et de leur degrés de pollution.

La présence d'*Aeromonas* a également été signalée dans le sol.

1.3.2 Aliments :

On a isolé des *Aeromonas* dans divers types d'aliments comme les légumes, la viande (surtout le bœuf, le porc ou le poulet). **(13)** le lait cru ou les crèmes glacées. On en trouve également

dans les huîtres, les moules ou d'autres sortes de coquillages susceptibles d'être mangés crues.

Comme *Aeromonas* peut croître, se multiplier à +4°C et produire des toxines, on pourrait penser qu'il s'agit d'un agent d'intoxications dangereux. En réalité, bien que le consommateur soit exposé statistiquement à des taux élevés d'*Aeromonas*, l'apparition de signes cliniques n'est pas fréquente et est souvent difficile à rattacher à la présence d'*Aeromonas*.

1.3.3 Contamination humaine :

Portage asymptomatique :

En Europe et aux USA 3% des Hommes sont porteurs tandis que dans des pays exotiques comme la Thaïlande cela concerne jusqu'à 27% des adultes. Ce portage peut apparaître rapidement après la naissance, la source de contamination pouvant être l'ingestion de l'eau du bain.

Pouvoir pathogène :

Il se traduit chez l'Homme le plus souvent par des infections d'origine hydrique et plus rarement d'origine alimentaire.

Quelques cas seulement ont été décrits. Tableau 5

Les espèces pathogènes pour l'Homme sont : *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. sobria*, *A. veronii*, *A. schubertii*, *A. trota*, *A. jandaei*. Il est difficile de rattacher une espèce à un type de syndrome d'autant plus que l'infection se déroule le plus souvent sur un mode opportuniste.

3.4 Contamination animale :

3.4.1 Animaux poïkilothermes :

Chez les poissons :

Aeromonas salmonicida est la seule espèce psychrophile. Quasiment toutes les souches isolées l'ont été chez les poissons lors d'épidémies, ce qui pose le problème du réservoir. La forme principale de l'infection, appelée *furunculose*, atteint les salmonidés et parfois des cyprinidés, aussi bien en eaux douces qu'en eaux salées.

La maladie est une septicémie qui conduit rapidement à la mort du poisson avec l'apparition de foyers nécrotiques sur les masses musculaires.

Aeromonas hydrophila est responsable de la septicémie hémorragique des poissons vivant dans les eaux chaudes. Rapidement mortelle, la maladie se caractérise par le syndrome de la « bouche rouge » (chez la truite) **(10)**

Chez la grenouille :

C'est la maladie appelée « red leg ». C'est une septicémie fulgurante, caractérisée par une dégénérescence musculaire flasque suivie d'hémorragies et d'ulcérations se finissant par des convulsions.

Pathologie	Origine du germe	Commentaire	Référence
Surinfection de plaies	<ul style="list-style-type: none"> • baignade en mer ou rivière • sangsues médicinales en chirurgie plastique 	<ul style="list-style-type: none"> • Blessure aquatique ou infection d'une plaie existante • présence d'<i>Aeromonas</i> en symbiose dans l'estomac de la sangsue pour digestion des hématies 	(39)
Surinfection de brûlures	eau		(49)
Ostéomyélite et arthrites septiques	eau	Lors de fractures ouvertes	(81)
Otites	eau	Relativement rare	(69)
Ulcère cornéen	<ul style="list-style-type: none"> • Blessure avec un roseau • Lentille de contact 	Forte pathogénicité de <i>A.sobria</i>	(21)
Infection pulmonaire	Noyade		(69)
Infections gastro-intestinales	Eaux, aliments contaminés	de la simple gastro-entérite au syndrome cholérimforme. Bactérie opportuniste sur terrain débilisé	(49), (29)
Péritonite		Conséquences du syndrome	
Bactériémie	cf. ci-dessus	précédent chez les sujets	(43)
Méningite		débilisés à métastases septiques	
Infections urinaires	Inconnue	Relativement rare Patient éthylique	(70)
Endocardite	Métastase septique	Sujets débilisés	(43)
Septicémie	Origine la plus souvent intestinale	Présence d'une infection du liquide d'ascite	(70)

Tabl 5: Pathologies humaines à germes du genre *Aeromonas* (9)

Chez les reptiles :

Les *Aeromonas* sont incriminées dans les septicémies aiguës et également dans des pneumonies qui constituent une cause importante de mortalité dans les colonies de serpents. Elles sont également responsables de stomatites ulcérées qui se traduit par la présence d'un exsudat fibrineux autour de la bouche et d'une incapacité à se nourrir.

Chez les escargots :

La présence d'*Aeromonas* a été montrée chez les achatines : *Achatina fulica*. De plus, elles sont incriminées dans la pathologie des pontes roses de l'escargot « Petit-gris ». Enfin, nous étudieront leur rôle dans les pathologies estivales de l'escargot « Petit-gris » dans les parties suivantes.

3.4.2 Animaux homéothermes :

Il n'existe que peu de données sur ces pathologies mais quelques cas ont été décrits :

- septicémies chez le chien
- pneumonies et dermatites chez le dauphin
- avortements chez les ruminants
- diarrhées du porcelet
- pourriture rouge des œufs de canes

1.3.4 Pouvoir pathogène :

Dans son mémoire, HAOND propose une classification des espèces en allant du plus au moins pathogènes :

- HG 9 *A. jandaei*
- HG 1 *A. hydrophila* et HG 12 *A. schubertii*

- HG 10 *A. veronii*
- HG 8 *A. veronii*
- HG 11
- HG 2
- HG 3 *A. salmonicida*, HG 4 *A. caviae* et HG 6 *A. eucrenophila*
- HG 5 *A. media*
- HG 7 *A. sobria*

En ce qui concerne les facteurs de virulence (protéase, hémagglutinine, hémolysine, entérotoxine...), il est difficile de les associer à telle ou telle espèce, d'autant que la sécrétion de ces derniers varie selon les conditions de culture.

CHAPITRE QUATRE : PATHOLOGIES ESTIVALES,

CIRCONTANCES D'APPARITION ET

REPRODUCTION EXPERIMENTALE

Il est apparu une mortalité importante dans les élevages français et notamment en Midi-Pyrénées et dans les Pyrénées Orientales durant les périodes de fortes chaleurs de l'été 1994, qui a atteint jusqu'à 70% des effectifs. Les autres années, la mortalité a existé sous des formes moins importantes, mais a persisté durant les périodes les plus chaudes des mois de juillet et août.

Partant de l'hypothèse selon laquelle les conditions climatiques joueraient un rôle déterminant dans le déclenchement de cette mortalité ; nous avons mis au point un dispositif expérimental recréant ces conditions en vue de la reproduire.

1.1 DESCRIPTION DE L'EPIDEMIE :

1.1.1 Les symptômes :

Les escargots Petit Gris infectés se rétractent dans leur coquille et un liquide verdâtre à jaunâtre, mucopurulent, d'odeur désagréable, apparaît autour de la coquille. Puis l'escargot se liquéfie entièrement laissant une coquille vide.

Sous d'autres formes la mortalité est plus sporadique : la région céphalique est tuméfiée, les tentacules oculaires non rétractées, l'escargot se paralyse et meurt.

La mortalité se manifeste donc par une liquéfaction pure et simple de l'escargot, l'éleveur ne retrouvant qu'une coquille vide, ne contenant que quelques ml d'un liquide nauséabond. Ces coquilles sont regroupées sous les abris et près des mangeoires où s'accumulent les animaux mourants.

La mortalité, égale à la morbidité (la létalité est de 100%), au sein des élevages atteints varie de 40 à 70%. Une année normale, sans pathologie, on compte habituellement 5 à 10% de pertes.

1.1.2 Circonstances d'apparition :

L'existence d'une mortalité est quasi systématique dans les élevages d'escargots. La mortalité est répartie sur toute l'année :

En hibernation, elle est très variable selon les lots et peut varier de 1 à 50%. (4) Il faut ainsi éviter de placer en hibernation des escargots ayant reproduit, des escargots très jeunes (mortalité de 100% à l'âge de 7 jours). Chez les jeunes, une augmentation de la durée d'hibernation provoque une augmentation de la mortalité.

En reproduction, nous avons affaire à des animaux bordés, se réveillant après un séjour en chambre froide et la mortalité sur toute la période de reproduction avoisine les 50%.

En parcs extérieurs, il y a habituellement 5 à 10% de pertes. Mais, et c'est l'objet de cette étude, la mortalité a atteint jusqu'à 70% lors de fortes chaleurs, il s'agit donc des *«pathologies estivales de l'escargot petit gris »*.

1.1.3 Comparaison mortalité / conditions climatiques :

-

L'étude des relevés météorologiques correspondant aux années 1992, 1993, 1994, 1995 annexes I, II, III, IV a permis d'établir une corrélation entre les taux de mortalité relevés dans des élevages situés à proximité de Toulouse (31).

Ces relevés, obtenus auprès de Météo-France, indiquent les températures minimales et maximales quotidiennes de deux communes de la banlieue toulousaine. L'élevage dont nous citerons les taux de mortalité est situé à Cadours, à une vingtaine de km de là.

En 1992 et 1993, la mortalité oscillait entre 10 et 25%. On notera que les températures moyennes pour le mois de juillet sont 15-16°C (nuit) et 25-26°C (jour). En août elles sont de 16-18°C (nuit) et 27-28°C (jour). De plus, il n'y a pas de longues périodes où les températures nocturnes sont restées supérieures à 20°C.

En 1994, la mortalité avoisinait 70%. On notera que les températures moyennes pour le mois de juillet sont 18,5°C (nuit) et 29,5°C (jour). En août, elles sont de 18,5°C (nuit) et 29°C (jour). De plus, il y a de longues périodes où les températures nocturnes sont restées supérieures à 20°C. Ainsi, sur trois périodes d'une semaine au mois de juillet, et sur une semaine au mois d'août, il n'y a pas eu le moindre rafraîchissement.

En 1995, la mortalité oscillait entre 5 et 10%. On notera que les températures moyennes pour le mois de juillet sont 17°C (nuit) et 29°C (jour). En août elles sont de 17°C (nuit) et 29°C (jour). De plus, il n'y a pas de longues périodes où les températures nocturnes sont restées supérieures à 20°C.

Il y a donc une évidente corrélation entre les épisodes de fortes chaleurs et la mortalité, et plus particulièrement avec les périodes où les températures nocturnes restent élevées (supérieures à 20°C).

Soulignons enfin que l'utilisation de filets d'ombrage et le maintien d'une atmosphère humide en permanence font du parc à escargots une véritable serre où la température est nettement supérieure à celle relevée à l'extérieur.

Il est également rapporté (9) que la mortalité dans les élevages hélicoles de l'été 1994 qui a été générale à toute la France coïncide avec un des étés les plus chauds pour le pays.

1.2 REPRODUCTION EXPERIMENTALE :

Partant de ces différentes données, on a souhaité savoir s'il était possible de reproduire la maladie expérimentalement en exposant des escargots à de fortes températures (35°C le jour, 25°C la nuit), l'atmosphère étant à 90% d'humidité, afin que les animaux soient actifs et n'estivent pas.

2.1 Matériel et méthodes :

2.1.1 Réalisation d'une enceinte isotherme :

On utilise comme enceinte isotherme un congélateur vertical hors d'usage, ses parois assurant l'isolation thermique. Les étagères ont été découpées de manière à permettre le passage d'un néon true-light verticalement. (schéma1)

Un radiateur électrique, soufflant, situé dans le congélateur, permet de maintenir une température minimale de 25°C. Le néon est quant à lui responsable de l'augmentation de

température de par son échauffement. Il fonctionne pendant six heures ce qui élève la température jusqu'à 35°C. Le néon est ensuite éteint pendant une heure et demi, puis rallumé pendant une heure et demi.

La température varie, donc, de 25 à 35°C avec de légères fluctuations en fonction de la température extérieure. Un fonctionnement continu du néon pendant la journée entraînerait un échauffement excessif supérieur à 50°C provoquant une mort non désirée des escargots.

Les escargots sont placés dans des bacs à souris en polycarbonate qui laissent passer les rayons ultraviolets. (schéma 2)

2.1.2 Paramètres d'ambiance :

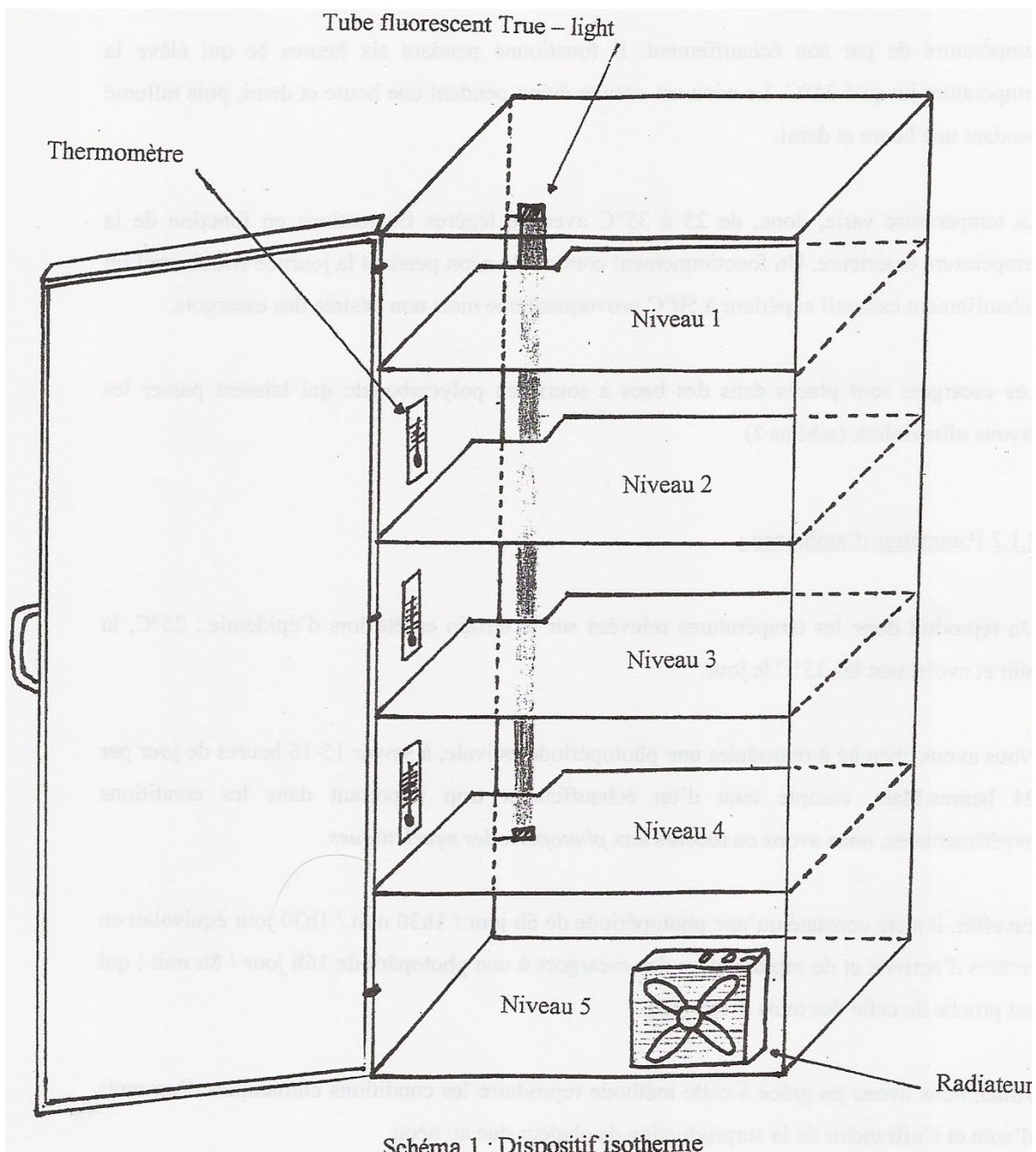
On reproduit donc les températures relevées sur le terrain en été lors d'épidémie : 25°C, la nuit et avoisinant les 35°C le jour.

Nous avons cherché à reproduire une photopériode estivale, à savoir 15-16 heures de jour par 24 heures. Mais, compte tenu d'un échauffement trop important dans les conditions expérimentales, nous avons eu recours aux *photopériodes squelettiques*.

En effet, il a été constaté qu'une photopériode de 6h jour / 1h30 nuit / 1h30 jour équivalait en termes d'activité et de reproduction des escargots à une photopériode 16h jour / 8h nuit ; qui est proche de celle des mois d'été. **(12)**

Ainsi, nous avons pu grâce à cette méthode reproduire les conditions climatiques d'un mois d'août et s'affranchir de la surproduction de chaleur due au néon.

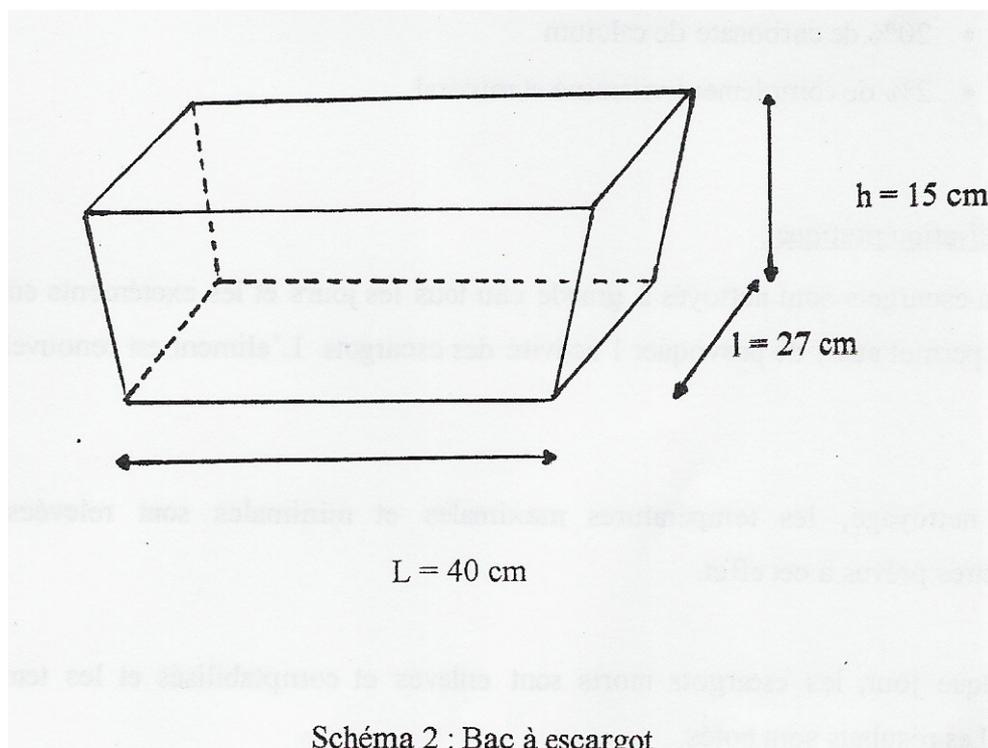
Enfin, la présence de bacs d'eau disposés en haut et en bas de l'enceinte a permis de maintenir une humidité proche de la saturation, humidité nécessaire à l'activité des escargots.



Niveau 1 : bac à escargots contenant 16l d'eau

Niveaux 2,3,4 :bacs à escargots contenant des animaux

Niveau 5 : radiateur



2.1.3 Choix des escargots :

On a utilisé des escargots Petit Gris bordés (adultes). Ces escargots proviennent de ramassage dans la nature, sur le site de l'ENVT. On utilisera également des escargots fournis par des éleveurs.

2.1.4 Aliment :

L'aliment est une farine dont la composition est la suivante, préconisée par l'INRA :

- 40% de farine de céréales
- 18% de son de blé
- 20% de farine de protéagineux
- 20% de carbonate de calcium
- 2% de complément vitaminé et minéral

2.1.5 Réalisation pratique :

Les bacs à escargots sont nettoyés à grande eau tous les jours et les excréments enlevés. Ce nettoyage permet aussi de provoquer l'activité des escargots. L'aliment est renouvelé chaque jour.

Lors du nettoyage, les températures maximales et minimales sont relevées sur les thermomètres prévus à cet effet.

Ainsi chaque jour, les escargots morts sont enlevés et comptabilisés et les températures relevées. Les résultats sont notés.

Les premiers morts apparaissent en 7 à 10 jours.

2.2 Résultats :

Après une dizaine de jours dans ces conditions, on observe une mortalité identique à celle décrite par les éleveurs, tant par les symptômes que par la proportion d'animaux atteints.

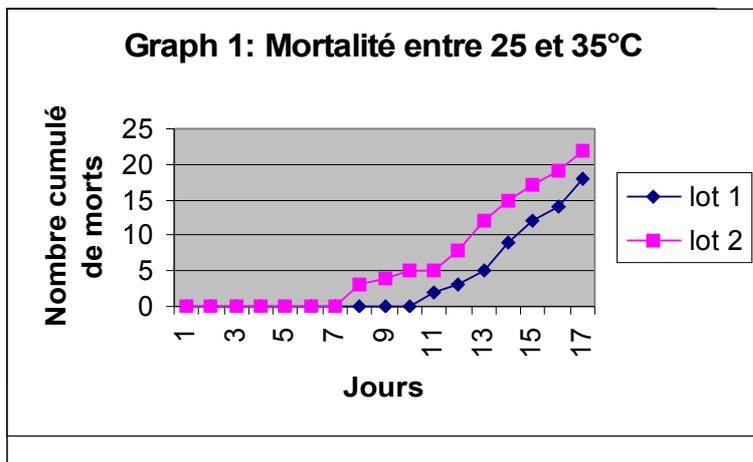
Rappelons qu'avant d'être exposés à la chaleur, les escargots sont nourris avec le même aliment dans le même bac pendant une dizaine de jours et qu'aucune mortalité ne doit être observée pour que l'expérience soit poursuivie.

2.2.1 Première série :

Des escargots petit-gris sont **ramassés dans la nature** et répartis de façon aléatoire en deux lots .Chaque lot contient 50 escargots.

L'intervalle de température est 35°C le jour et 25°C la nuit.

On obtient les résultats suivants :



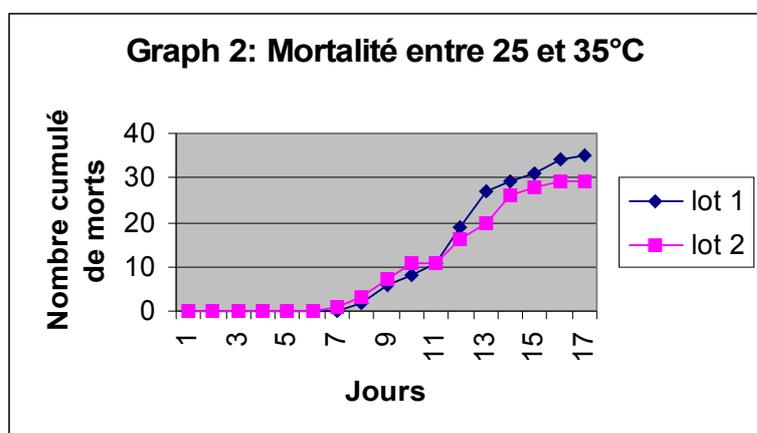
On a donc dans le lot 1 18 morts soit un taux de mortalité de 36% et 22 morts dans le lot 2 soit 44% de mortalité.

2.2.2 Deuxième série :

Des escargots petit-gris **d'élevage** sont répartis de façon aléatoire en deux lots .Chaque lot contient 50 escargots.

L'intervalle de température est 35°C le jour et 25°C la nuit.

On obtient les résultats suivants :



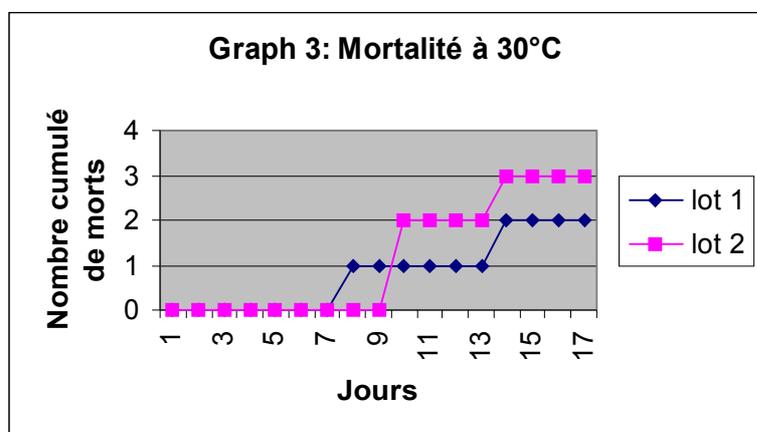
On a donc dans le lot 1 35 morts soit un taux de mortalité de 70% et 29 morts dans le lot 2 soit 58% de mortalité.

2.2.3 Troisième série :

Des escargots provenant de ramassage dans la nature sont répartis de façon aléatoire en deux lots .Chaque lot contient 50 escargots.

La température est maintenue constante à 30°C pendant toute l'expérience.

On obtient les résultats suivants :



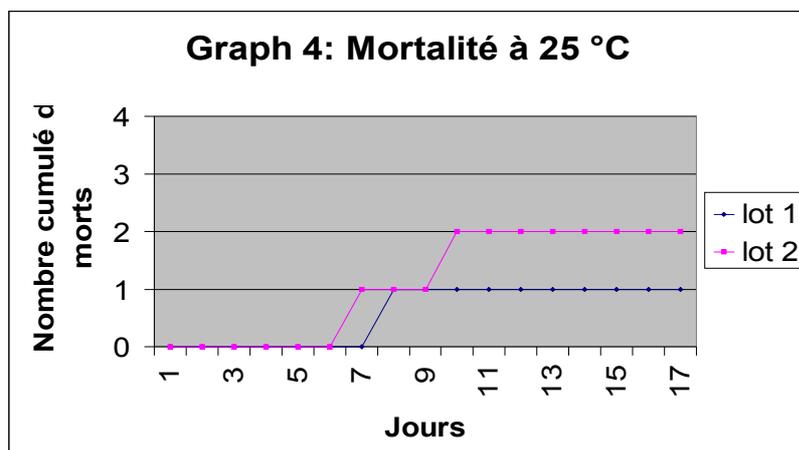
On constate donc dans les 2 lots une très faible mortalité : 4 à 6 %.

2.2.4 Quatrième série :

Des escargots petit-gris **d'élevage** sont répartis de façon aléatoire en deux lots .Chaque lot contient 50 escargots.

L'intervalle de température est constant à 25°C, jour et nuit.

On obtient les résultats suivants :



On constate donc dans les 2 lots une très faible mortalité : 2 à 4 %

2.3 Discussion :

Il apparaît donc qu'il existe un intervalle de température critique pour les escargots. Lorsqu'ils sont exposés à des températures de **35°C le jour et 25°C la nuit**, la maladie épidémique observée sur le terrain se trouve reproduite.

A l'inverse, une température constante de 30°C ou 25°C ne provoque quasiment pas de mortalité.

Au vu des relevés météorologiques, il apparaissait que la mortalité était plus importante dans les périodes où la température restait élevée la nuit. Mais la troisième série d'expérience nous apprend qu'il n'en est rien. On peut donc penser que les températures nocturnes élevées

relevées sur le terrain ne sont pas la cause directe de la mortalité mais signent plutôt le fait que les températures diurnes soient très hautes.

De plus, le fait que n'importe quelle population d'escargots (élevage, ramassage) soumise au facteur de risque soit atteinte par la maladie conforte l'hypothèse selon laquelle la pathologie serait due au développement d'une bactérie commensale du tube digestif des escargots et non pas à la rencontre avec un germe pathogène. Des études bactériologiques nous permettent de tenter de confirmer cette hypothèse, et de mettre en évidence le rôle pathogène des *Aeromonas*.

Les auteurs s'accordent sur le fait que la flore soit très majoritairement Gram - .

Degez (8) et Rous (26) ont isolé 438 souches chez l'escargot. 377 étaient Gram - et 61 Gram + soit 86% de Gram - .

Leur résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Genre	Escargot sain (%)	Escargot à pontes anormales (%)
<i>Aeromonas</i>	20	35
<i>Pseudomonas</i>	53	39
<i>Sphingobacterium</i> ou <i>Flavobacterium</i>	0	4,5
<i>Acinetobacter</i>	23,5	21
<i>Chryseomonas</i>	3	0
<i>Ochrobacterium</i>	0	1,5

Tabl 6 : genre des bactéries isolées chez les escargots reproducteurs. (9)

Richard (25), rapporte quand à lui que la flore est à 90% Gram -, il cite les entérobactéries comme dominantes et en particulier les genres *Citrobacter* et *Enterobacter*. L'isolement des genres *Aeromonas* et *Pseudomonas* est selon lui inconstant. Enfin, il signale que la flore Gram + est quasi inexistante chez le jeune . Les espèces Gram + seraient représentées par les genres *Enterococcus* et *Staphylococcus*.

Ces études sont en fait celles de la flore génitale et il est difficile de les extrapoler à la flore digestive de l'escargot.

Néanmoins, au vu des résultats précédents, les *Aéromonas* , dont le rôle pathogène dans de nombreuses espèces est bien connu et dont la présence en tant que bactérie commensale de l'escargot apparaît très vraisemblable, pourront être supposées responsables de ce type de pathologie. De plus, rappelons que la température optimale de croissance de *A. hydrophila* est de 28°C, ce qui conforte d'autant plus notre hypothèse.

Afin de le confirmer, il serait intéressant de réaliser des études bactériologiques sur des cadavres d'escargots morts de cette maladie.

CONCLUSION

Il a donc été possible de recréer expérimentalement la pathologie estivale de l'escargot Petit-Gris sur des animaux d'origine différentes, tous placés dans les mêmes conditions climatiques.

Il apparaît donc que dans le cadre d'une lutte contre cette maladie il est important de jouer sur les conditions d'élevage en évitant une élévation de température trop importante durant l'été. A ce sujet, l'usage des filets d'ombrage semble à l'origine d'un véritable « effet de serre » et il appartient aux éleveurs de voir si leur usage ne peut pas être remplacé par des filets anti-oiseaux, aux mailles plus large permettant donc une meilleure circulation de l'air.

D'autre part, le développement microbien à l'origine de cette maladie étant vraisemblablement dû à une bactérie commensale, il apparaîtra intéressant de concurrencer cette bactérie en créant une flore de barrière. En effet, des probiotiques pourraient être utilisés, le but étant de développer des flores lactiques non pathogènes, entrant en compétition avec les *Aeromonas*. L'usage de ces probiotiques paraît d'autant plus justifié que les antibiotiques sont d'un emploi particulièrement difficile sur des animaux hétéothermes destinés à la consommation humaine, les temps d'attente variant avec le métabolisme de l'animal c'est à dire avec la température.

Annexe I : Données Climatologiques Départementales

HAUTE-GARONNE

Mois	Juin 92		Juillet 92		Août 92	
Poste	BLAGNAC					
Param Unité	Tmini °C	TMaxi °C	Tmini °C	TMaxi °C	Tmini °C	TMaxi °C
1	12.6	18.2	14.1	21.2	21.0	33.4
2	13.8	22.0	15.6	24.1	20.6	33.3
3	12.4	20.6	13.6	29.0	22.4	26.8
4	12.1	15.5	15.0	21.9	19.5	26.5
5	10.2	14.2	14.4	19.0	14.4	30.9
6	10.3	20.3	13.7	20.2	17.5	33.2
7	11.4	20.3	15.1	22.6	20.6	34.9
8	12.6	19.9	15.3	23.9	22.0	31.5
9	12.7	19.4	15.3	26.0	16.1	20.6
10	10.3	14.0	15.7	17.9	12.6	25.4
11	10.5	16.0	14.0	23.3	17.9	23.1
12	12.0	19.4	15.0	22.1	17.5	25.9
13	12.6	21.7	13.5	24.6	17.3	23.6
14	11.8	25.4	13.0	28.1	15.5	23.2
15	13.1	26.7	15.4	33.0	16.3	25.1
16	13.8	25.0	20.1	23.8	15.2	28.7
17	16.7	19.9	18.7	23.4	15.7	34.5
18	17.4	26.1	15.3	28.6	21.9	33.4
19	13.9	19.2	18.0	33.1	22.9	31.6
20	8.5	19.7	21.1	33.4	20.4	28.2
21	9.7	22.2	20.6	23.9	18.3	28.5
22	12.7	18.5	16.7	25.7	17.9	31.6
23	11.2	22.5	13.7	32.1	19.6	27.6
24	13.1	17.5	18.8	24.3	17.2	31.3
25	13.6	20.6	16.4	28.0	18.0	36.1
26	13.6	22.1	17.5	32.8	21.7	26.3
27	12.6	26.6	19.5	29.2	17.2	32.1
28	15.0	29.9	17.6	31.2	22.4	31.0
29	17.5	27.9	19.0	33.7	15.3	20.0
30	18.3	23.3	20.3	33.2	9.9	27.9
31			20.2	31.8	13.9	18.3
Dec 1	11.8	18.4	14.8	22.6	18.7	29.7
Dec 2	13.0	21.9	16.4	27.3	18.1	27.7
Dec 3	13.7	23.1	18.2	29.6	17.4	28.2
Mois	12.9	21.2	16.5	26.6	18.0	28.5

Abréviations utilisées

Tmini : Température mini

TMaxi : Température Maxi

METEO-FRANCE

TOULOUSE

Annexe II : Données Climatologiques Départementales

HAUTE-GARONNE

Mois	Juin 93		Juillet 93		Août 93	
Poste	BLAGNAC					
Param Unité	Tmini °C	TMaxi °C	Tmini °C	TMaxi °C	Tmini °C	TMaxi °C
1	13.0	27.5	15.8	20.0	10.2	27.0
2	13.9	20.6	15.7	22.7	15.5	28.6
3	12.1	19.8	14.3	24.7	16.7	26.9
4	11.3	25.0	15.9	31.0	19.8	31.0
5	12.8	27.6	17.7	24.3	18.6	29.9
6	16.2	26.6	17.0	22.4	20.3	28.0
7	17.4	30.4	11.2	23.6	19.6	32.7
8	15.7	30.2	11.8	27.0	19.0	25.7
9	17.5	28.1	14.4	29.1	15.2	24.8
10	17.2	25.9	12.6	19.3	16.4	24.7
11	12.8	19.7	11.0	19.5	17.6	22.8
12	11.7	18.3	11.7	20.3	13.0	30.0
13	11.9	15.4	12.6	21.9	19.3	31.4
14	12.6	19.9	12.3	27.5	20.8	29.4
15	14.2	20.9	15.3	32.8	16.4	24.8
16	14.6	24.5	19.5	29.0	16.1	31.5
17	14.9	23.8	19.2	24.3	16.4	33.6
18	12.2	31.2	19.8	24.4	16.6	33.6
19	16.3	28.4	17.0	22.4	17.0	32.0
20	16.9	28.9	14.5	20.9	15.6	32.0
21	18.2	27.3	13.2	22.6	15.9	32.6
22	15.6	21.2	13.4	21.7	19.2	31.4
23	13.8	22.3	15.9	24.0	17.3	24.4
24	15.3	23.8	13.0	29.4	15.5	19.1
25	13.2	25.3	18.4	21.4	13.8	27.1
26	13.3	26.9	12.3	22.1	17.0	23.9
27	13.1	29.1	11.0	25.2	13.6	19.0
28	15.3	32.0	14.3	31.3	13.6	19.4
29	17.6	23.3	17.2	34.8	10.9	21.9
30	16.3	22.3	18.1	23.3	8.3	23.4
31			13.7	23.5	9.4	25.4
Dec 1	14.7	26.2	14.6	24.4	17.1	27.9
Dec 2	13.8	23.1	15.3	24.3	16.9	30.1
Dec 3	15.2	25.4	14.6	25.4	14.0	24.3
Mois	14.6	24.9	14.8	24.7	16.0	27.4

Abréviations utilisées

Tmini : Température mini

TMaxi : Température Maxi

METEO-FRANCE

TOULOUSE

Annexe III : Données Climatologiques Départementales

HAUTE-GARONNE

Mois	Juin 94		Juillet 94		Août 94	
Poste	BLAGNAC					
Param Unité	Tmini °C	TMaxi °C	Tmini °C	TMaxi °C	Tmini °C	TMaxi °C
1	19.2	26.0	20.0	27.6	18.0	25.3
2	16.4	22.2	18.6	28.9	16.4	32.4
3	10.6	24.5	18.8	33.8	20.6	34.4
4	11.9	19.8	20.6	30.4	21.2	33.7
5	12.8	20.9	20.2	26.3	20.8	30.5
6	9.8	22.6	16.6	23.6	20.3	33.1
7	11.0	29.4	15.0	24.2	24.0	33.3
8	14.5	21.6	13.4	25.3	22.3	28.2
9	13.9	19.6	17.4	25.6	23.8	32.1
10	7.9	21.8	13.0	29.5	18.5	29.2
11	12.2	19.2	15.3	33.3	16.7	27.5
12	7.5	18.4	18.1	31.5	16.4	26.8
13	12.9	22.6	20.2	27.4	18.2	24.9
14	14.0	25.9	20.6	29.0	14.8	26.0
15	15.4	27.6	19.7	31.4	16.8	31.5
16	13.1	29.1	21.2	33.3	17.2	33.5
17	15.0	31.3	21.5	28.0	18.5	24.7
18	18.4	29.5	19.5	24.7	17.3	26.4
19	16.2	21.8	18.8	23.3	15.1	29.1
20	15.7	25.0	16.6	25.8	16.4	33.2
21	14.4	25.4	14.7	30.1	17.8	35.4
22	13.8	28.3	16.6	31.4	20.3	28.2
23	15.3	34.6	19.5	31.7	20.0	27.4
24	19.7	33.2	17.2	33.6	17.1	23.3
25	13.4	17.2	20.7	32.0	15.9	22.4
26	13.3	16.8	18.7	32.4	17.7	24.8
27	15.2	25.6	19.6	35.9	16.1	29.9
28	14.7	31.2	22.2	27.7	17.6	23.2
29	18.4	23.3	20.2	33.0	18.0	28.0
30	19.9	34.1	21.7	32.6	16.5	29.3
31			18.2	32.3	18.7	28.5
Dec 1	12.8	22.8	17.4	27.5	20.6	31.2
Dec 2	14.0	25.0	19.2	28.8	16.7	28.4
Dec 3	15.8	27.0	19.0	32.1	17.8	27.3
Mois	14.2	25.0	18.5	29.5	18.4	28.9

Abréviations utilisées

Tmini : Température mini

TMaxi : Température Maxi

METEO-FRANCE

TOULOUSE

Annexe IV : Données Climatologiques Départementales

HAUTE-GARONNE

Mois	Juin 95		Juillet 95		Août 95	
Poste	BLAGNAC					
Param Unité	Tmini °C	TMaxi °C	Tmini °C	TMaxi °C	Tmini °C	TMaxi °C
1	11.5	17.8	20.4	32.3	17.0	31.9
2	12.0	19.4	18.1	28.4	20.4	34.7
3	12.8	21.0	15.9	25.0	19.4	31.4
4	13.1	20.8	14.7	22.1	21.3	31.9
5	12.0	21.6	15.5	25.0	18.1	29.0
6	9.1	23.1	13.8	27.3	19.0	23.7
7	10.9	25.4	14.7	29.3	16.7	25.9
8	11.5	24.5	17.6	31.2	17.0	25.9
9	14.5	23.1	19.3	31.5	15.7	28.7
10	12.2	18.2	18.9	30.8	20.9	29.2
11	11.9	17.6	17.7	26.0	18.4	30.7
12	12.2	17.9	15.7	31.4	20.6	29.7
13	12.6	21.1	17.4	33.3	19.2	27.7
14	12.4	21.3	17.1	26.2	18.3	28.1
15	10.2	22.9	17.2	29.1	16.3	26.9
16	9.9	23.8	20.9	26.0	13.2	29.8
17	10.0	28.8	15.6	28.1	14.1	31.1
18	15.6	26.6	17.3	28.0	17.6	29.3
19	16.7	31.6	16.4	34.6	18.9	28.4
20	19.3	29.5	20.6	34.8	18.6	29.4
21	18.0	24.1	21.5	33.8	19.2	26.9
22	18.3	26.2	19.8	24.6	17.7	26.7
23	13.8	24.8	16.7	28.7	16.7	27.4
24	11.0	23.7	14.3	33.5	18.4	26.6
25	12.6	26.1	17.9	33.5	16.5	25.6
26	14.0	30.8	18.3	29.9	18.0	27.0
27	17.3	30.6	19.4	26.8	16.1	24.8
28	16.9	29.9	16.9	29.9	17.1	22.9
29	18.4	28.7	18.1	33.3	8.2	24.4
30	18.4	32.5	20.7	31.2	10.5	24.5
31			19.9	27.6	9.4	23.2
Dec 1	12.0	21.5	16.9	28.3	18.6	29.2
Dec 2	13.1	24.1	17.6	29.8	17.5	29.1
Dec 3	15.9	27.7	18.5	30.3	15.3	25.5
Mois	13.6	24.4	17.7	29.5	17.0	27.9

Abréviations utilisées

Tmini : Température mini

TMaxi : Température Maxi

BIBLIOGRAPHIE :

1-AUPINEL,P. Etude de l'importance de l'hibernation pour la reproduction de l'escargots « Petit-gris » *Helix aspersa*. D.E.A de l'université de Rennes.1984

2-BAILEY, S.E.R. Circannual and circadian rhythms in the snail *Helix aspersa* and the photoperiodic control of annual activity and reproduction. *J. Comp. Physiol.* , 142, 89-94. 1981

3-BAKER, R.A. Studies on the life history of : *Riccardoella limacum* . *J. Nat. Hist.* , 4. 511-519 . 1970

4-BONNET, J.C., AUPINEL, P. , VRILLON, J.L.L'escargot *Helix aspersa*, biologie, élevage. Du labo au terrain . INRA. 1990

5-CHEVALIER, H. L'élevage des escargots : production et préparation du « Petit-gris » . Ed. du point vétérinaire . 144 pages. 1992

6-CONAN, L. , BONNET ,J.C. , AUPINEL, P. L'escargot « Petit-gris ». Progrès en alimentation. *Revue de l'alimentation animale*. Septembre, 3, 24-27. 1989

7-DAGUZAN, J. Contribution à l'élevage de l'escargot « Petit-gris » *Helix aspersa* : élevage mixte (reproduction en bâtiment contrôlé – engraissement en parcs extérieurs). Activité des individus et évolution de la population juvénile selon la charge biotique du parc. *Annales Zootechniques*. 34 : 127 –148 . 1985

8-DEGEZ, P. Contribution à l'étude de la pathologie des pontes associée aux pontes anormales chez *Helix aspersa*. Th. : Med,vet. : Lyon.1992

9-HAOND, F. Etude de 47 souches d'*Aeromonas* isolées chez l'escargot : mise en évidence d'un pathotype. Mémoire de DEA, Université Claude Bernard de Lyon.1995

10-KHARDORI, N., and FAINSTEIN ,V. *Aeromonas* and *Plasiomonas* as etiological agents. Annual reviews of Microbiology. **42** :395-419. 1988

11-LORVELLEC, O. Etude de l'activité et de l'hibernation chez l'escargot « Petit-gris ». Journées nationales de l'héliciculture ,I.T.A.V.I.1982

12-LORVELLEC, O. Contribution à l'étude des caractéristiques écophysiologiques et chronobiologiques de l'escargot Petit-gris . Thèse de doctorat de l'université de Rennes I . 285p. 1988

13-MARMONIER, A. Le genre *Aeromonas*, mise au point succincte et diagnostic de laboratoire. Technique et biologie. 2 : 49-57. 1993

14-MARTIN, P. Evolution des connaissances et perspectives en héliciculture. Thèse Med Vet. Alfort, 144 pages. 1985

15-MEYNADIER, G. Etat actuel des connaissances sur la pathologie des Gastéropodes. Haliotis. 8, 241-251. 1979

16-MEYNADIER, G, BERGOIN, M. and VAGO, C. Bactériose épizootique chez les Hélicidés. Journal of Microbiology and Serology. 30, 76-80. 1964

17-Minutes of the meeting, 18 and 20 september 1990, Osaka, Japan. International Committee on Systematic Bacteriology Subcommittee on the Taxonomy of *Vibrionaceae*. International Journal of Systematic Bacteriology. 42, 199-201.1992.

18-MORAND, S. Recherches préliminaires sur quelques cas de prédation et de parasitisme observés chez l'escargot « Petit-gris ». DEA de l'université de Rennes I , 40 pages 1983.

19-MORAND, S. Importance du parasitisme observé chez l'escargot « Petit-gris ». Journée nationale de l'héliciculture, ITAVI. 1983

20-MORAND, S. Le parasitisme (principalement les nématodes) des escargot « Petit-gris » en élevage. Journée nationale de l'héliciculture, ITAVI. 1984

21-MORAND, S. Cycles de développement de quelques nématodes associés à l'escargot « Petit-gris ». Journée nationale de l'héliciculture, ITAVI. 1985

22-NOTHERMANS, S., A. HAVELAAR, W. JANSEN, S. KOSAKI, and P. GUINEE. Production of Asao Toxin by *Aeromonas* strains isolated from feces and drinking water. Journal of Clinical Microbiologie. **23** : 1140-1142. 1986

23-RIBIER, C. Techniques d'élevage et mortalité dans les élevages d'escargots. Thèse med vet . Toulouse 1990



24-RICHARD, Y. MICHELF. Aéromonoses animales. Revue Med. Vet. ,136,5, 373-381 . 1985

25-RICHARD Y., Flore bactérienne normale chez l'escargot. Revue Med. Vet. ,147, 11, 825-830

26-ROUS V., Contribution à l'étude de la flore bactérienne associée à une ponte anormale chez *Helix aspersa* : les pontes transparentes. Th med vet Lyon 1993

Site internet :

27-EUZEBY J.P. (site consulté le 22/04/03) Dictionnaire de bactériologie vétérinaire
Adresse : [http :www.bacterio.cict.fr](http://www.bacterio.cict.fr)

