

CIRAD-EMVT
Campus de Baillarguet
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général de Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

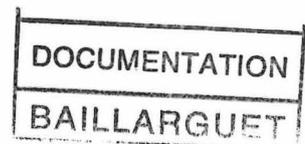
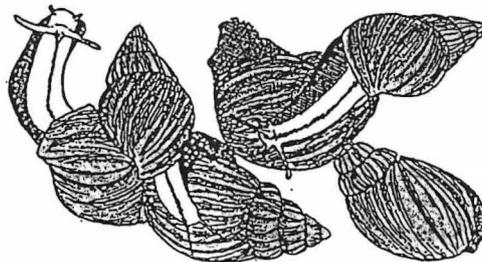
**DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

MEMOIRE DE STAGE

ETUDE DU COMPORTEMENT ET CONTRIBUTION À LA MISE
AU POINT DE MÉTHODES D'ÉLEVAGE DE L'ESCARGOT DE
L'ILE DES PINS *PLACOSTYLUS FIBRATUS* (ESPÈCE
ENDÉMIQUE ET MENACÉE DE NOUVELLE-CALÉDONIE)

par

Fabrice BRESCIA



Année universitaire 1996-1997

VT 970337

BA-TH 199

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

ETUDE DU COMPORTEMENT ET CONTRIBUTION À LA MISE
AU POINT DE MÉTHODES D'ÉLEVAGE DE L'ESCARGOT DE
L'ILE DES PINS *PLACOSTYLUS FIBRATUS* (ESPÈCE
ENDÉMIQUE ET MENACÉE DE NOUVELLE-CALÉDONIE)

par

Fabrice BRESCIA

Lieu de stage : Port-Laguerre (Nouvelle-Calédonie)

Organisme d'accueil : CIRAD-EMVT

Période de stage : mai 1997- octobre 1997

Rapport présenté oralement le : 12 novembre 1997



* TH02598 *

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| RESUME..... | 1 |
| REMERCIEMENTS..... | 2 |
| INTRODUCTION..... | 3 |
| PREMIÈRE PARTIE: APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE | |
| A/ PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE | |
| 1- Relief - Géologie..... | 4 |
| 2- Eléments généraux du climat | |
| 2-1- Les saisons..... | 4 |
| 2-2- Les précipitations..... | 6 |
| 2-3- Les températures..... | 6 |
| 2-4- Les vents..... | 7 |
| 3- La végétation..... | 7 |
| B/ LE GENRE <i>PLACOSTYLUS</i> EN NOUVELLE-CALÉDONIE ET DANS LE PACIFIQUE. ETAT DES CONNAISSANCES | |
| 1. Le genre <i>Placostylus</i> en Nouvelle-Calédonie (bulimes) | |
| 1- Généralités | |
| 1-1- Position systématique..... | 8 |
| 1-2- Taxinomie..... | 9 |
| 1-3- Répartition géographique et milieu de vie..... | 9 |
| 2- L'escargot de l'Ile des Pins, <i>Placostylus fibratus</i> | |
| 2-1- Le marché du bulime en Nouvelle-Calédonie | |
| 2-1-1- Quantités exploitées..... | 12 |
| 2-1-2- La réglementation en vigueur..... | 13 |

| | |
|--|----|
| 2-2- La taille des populations naturelles | |
| 2-2-1- Le stock disponible..... | 15 |
| 2-2-2- La tendance jusqu'en l'an 2000..... | 15 |
| 2-2-3- Le marché du bulime et son impact sur la population..... | 18 |
| 2-3- Eléments de biologie de l'escargot de l'Ile des Pins | |
| 2-3-1- Morphologie..... | 19 |
| 2-3-2- Anatomie..... | 19 |
| 2-3-3- Ecophysiologie..... | 19 |
| 2-3-4- Reproduction et ponte..... | 22 |
| 2-3-5- Croissance..... | 23 |
| 2-3-6- Alimentation..... | 23 |
| 2-3-7- Principaux prédateurs..... | 23 |
| 2-4- Premiers résultats d'élevage | |
| 2-4-1- La reproduction..... | 25 |
| a- Pontes et éclosions..... | 25 |
| b- Elevage des infantiles en nurserie..... | 26 |
| 2-4-2- L'embouche des juvéniles..... | 26 |
| a- Les essais..... | 27 |
| b- Discussion..... | 27 |
| 2-4-3- Mise en place de fermes expérimentales à l'Ile des Pins..... | 28 |
| 2- Le genre <i>Placostylus</i> dans le Pacifique. Le cas de la Nouvelle-Zélande | |
| 1- Espèces présentes..... | 28 |
| 2- Eléments de biologie observés en milieu naturel ou en captivité..... | 29 |
| 2-1- Habitat-Alimentation..... | 29 |
| 2-2- Activité..... | 29 |
| 2-3- Reproduction..... | 30 |
| 2-4- Croissance et performances..... | 31 |
| 2-5- Mortalité..... | 31 |
| 3- Mesures de protection..... | 32 |

2 ÈME PARTIE : PARTIE EXPÉRIMENTALE

ETUDE DU COMPORTEMENT DE L'ESCARGOT DE L'ILE DES PINS ET CONTRIBUTION A LA MISE AU POINT DE METHODES D'ELEVAGE

A- MATÉRIEL ET MÉTHODES

1- L'élevage expérimental de la station de Port-Laguette

| | |
|--|-----------|
| 1-1- Les essais réalisés..... | 33 |
| 1-1-1- Essai 1..... | 33 |
| 1-1-2- Essai 2..... | 34 |
| 1-1-3- Essai 3..... | 34 |
| 1-2- Rythme et nature de l'information collectée..... | 34 |
| 1-3- Traitement des données..... | 35 |

2- Le travail effectué "in situ" à l'Ile des Pins

| | |
|---|-----------|
| 2-1- Site et période d'étude..... | 36 |
| 2-2- L'étude comportementale..... | 36 |
| 2-2-1- Les escargots, les suivis..... | 36 |
| 2-2-2- Rythme et nature des informations collectées..... | 38 |
| a- Le premier jour..... | 38 |
| b- Suivi intensif : cycles d'observation de nuit..... | 38 |
| c- Suivis quotidiens..... | 39 |
| 2-2-3- Analyse des données..... | 39 |

B- RÉSULTATS

1- Les essais réalisés à Port-Laguerre

| | |
|---|-----------|
| 1-1- Les facteurs environnementaux..... | 39 |
| 1-1-1- Essai 1..... | 39 |
| 1-1-2- Essai 2..... | 42 |
| 1-1-3- Essai 3..... | 42 |
| 1-2- L'activité des escargots de l'Ile des Pins..... | 42 |
| 1-2-1- Essai 1..... | 42 |
| 1-2-2- Essai 2..... | 46 |
| 1-2-3- Essai 3..... | 52 |
| 1-3- Les distances parcourues..... | 61 |
| 1-3-1- Essai 1..... | 61 |
| 1-3-2- Essai 2..... | 61 |
| 1-3-3- Essai 3..... | 61 |

2- L'étude "in situ"

| | |
|---|-----------|
| 2-1- L'activité..... | 61 |
| 2-2- Distances parcourues..... | 64 |
| 2-3- Distribution horizontale des escargots de l'Ile des Pins..... | 69 |

C- DISCUSSION ET CONTRIBUTION A LA MISE AU POINT DE METHODES D'ELEVAGE DES BULIMES

| | |
|--|-----------|
| 1- Méthodologie..... | 69 |
| 2- Niveau d'activité des escargots de l'Ile des Pins..... | 71 |
| 3- Déplacements des escargots de l'Ile des Pins..... | 74 |

4- Distribution horizontale des escargots de l'Île des Pins.....75

5- Survie des infantiles en élevage.....77

CONCLUSION.....80

BIBLIOGRAPHIE.....82

ANNEXES

RESUME

L'escargot de l'Ile des Pins ou bulime (*Placostylus fibratus*) est une espèce endémique à la Nouvelle-Calédonie et vit dans les forêts primaires humides. Cet escargot de grande taille (avec une coquille de 9 à 11 cm de long et pesant 70-80 g) est traditionnellement consommé depuis de nombreuses années. Seules les populations de l'Ile des Pins sont exploitables et exploitées. *Placostylus fibratus* représente une spécialité culinaire de l'Ile des Pins et est actuellement distribué sur toute la Nouvelle-Calédonie. En 1993, le marché représentait 48,4 tonnes soit 670 000 escargots pour une valeur marchande de 57 millions de F CFP.

La cueillette menée trop intensivement (les animaux provenant uniquement d'un ramassage local) met en danger les cheptels sauvages. Depuis 5 ans environ, des mesures réglementaires visant à limiter la récolte ont été mises en place. La mise au point de méthodes d'élevage est une possibilité qui est explorée depuis quelques années par le CIRAD : l'élevage permettrait de continuer à exploiter cette ressource naturelle (potentiel économique pour les habitants de l'Ile des Pins). Cependant, les connaissances actuelles (biologie, rythmes d'activité...) sur les bulimes restent très rudimentaires et cela nuit gravement à toute tentative de mise en captivité.

A la suite de la présente étude, qui se proposait d'étudier le comportement de cet escargot tropical *in situ* et en captivité, il apparaît que ce dernier possède un comportement essentiellement nocturne (phototropisme négatif) et est très peu actif (prédominance de la phase inactive au cours du nyctémère). *In situ* et en élevage, il a été observé que d'une manière générale, l'activité est plus forte au crépuscule et pendant la nuit si une forte humidité est assurée (> 90 %) et si la température est plus douce (18-19 °C). En élevage, le maintien constant de ces conditions durant tout le nyctémère a permis d'augmenter légèrement le niveau d'activité des *Placostylus*.

Les informations recueillies constituent de précieux éléments à prendre en considération dans la zootechnie de *Placostylus fibratus* ; quelques recommandations concernant l'élevage ont pu être émises, prenant en compte les particularités de l'espèce et les contraintes des habitants de l'Ile des Pins. Des essais visant à augmenter le taux de survie des infantiles ont également été réalisés et se sont révélés être très encourageants.

Mots-clés : Nouvelle-Calédonie, Ile des Pins, escargot, bulime, élevage

REMERCIEMENTS

Je remercie cordialement le Dr Michel Salas qui a permis la réalisation de cette étude,

Je remercie Monsieur le Directeur du CIRAD Mandat en Nouvelle-Calédonie, le Dr Daniel Bourzat, pour m'avoir accueilli dans son centre,

Je remercie les Dr Ian Stringer et Christine Pöllabauer ainsi que Colomba et tous les Kuniés rencontrés pour avoir rendu agréable le séjour sur l'Ile des Pins,

Je remercie amicalement Philippe Guichard pour sa participation aux cycles d'observations de nuit,

Je remercie Laurent, Huguette et tout le personnel du CIRAD en Nouvelle-Calédonie pour leur accueil chaleureux et sympathique.

INTRODUCTION

L'escargot de l'Ile des Pins (*Placostylus fibratus*) appartient à la famille des Bulimulidae, proche mais bien distincte de celle des escargots européens Hélicidae. *Placostylus fibratus* est une espèce endémique vivant dans les forêts primaires de Nouvelle-Calédonie et est traditionnellement consommée depuis de très nombreuses années. L'Ile des Pins est le dernier site en Nouvelle-Calédonie où l'on peut encore trouver des populations importantes.

A la suite de la disparition des râles qui en consommaient beaucoup, ces escargots se mirent à pulluler sur l'île. A la fin de la Seconde Guerre Mondiale, ils étaient trouvés en abondance dans la forêt, jusqu'au jour où les Kuniés s'aperçurent qu'ils pouvaient les vendre à un bon prix sur la Grande-Terre. Dans les années 50, des quantités considérables furent exportées (Pöllabauer, 1994). *Placostylus fibratus* représente une spécialité culinaire de l'Ile des Pins et est actuellement distribué sur toute la Nouvelle-Calédonie.

L'augmentation récente de la demande (restaurants, grandes surfaces...) a entraîné une intensification de la cueillette et une diminution importante des populations naturelles : les animaux provenant uniquement d'un ramassage local, les cheptels sauvages sont aujourd'hui menacés. Face à cette situation, des mesures réglementaires visant à limiter la récolte ont été mises en place par les autorités compétentes depuis 5 ans environ. Parallèlement, un projet de mise au point des méthodes d'élevage a été élaboré par le CIRAD à la demande des partenaires locaux. L'élevage permettrait une exploitation en continu de la ressource (représentant un potentiel économique non négligeable pour les habitants de l'Ile des Pins), tandis que les populations naturelles de l'île serait préservées. Cependant, les connaissances actuelles sur l'escargot de l'Ile des Pins restent très rudimentaires et cela nuit gravement à toute tentative de mise en captivité. L'acquisition de connaissances sur la biologie et l'écologie de cet escargot tropical est un préalable indispensable à la mise au point et au développement d'un véritable élevage.

L'objet du présent travail est de connaître un peu mieux le comportement de l'escargot de l'Ile des Pins en laboratoire et *in situ*, et d'observer la façon dont il réagit vis-à-vis des variations des facteurs environnementaux. Les connaissances acquises seront utilisées afin d'élaborer quelques recommandations pour l'élevage, adaptées à ce type d'escargot et aux contraintes des habitants de l'Ile des Pins (milieu particulier, moyens limités).

PREMIÈRE PARTIE

APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE

A/ PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

En bordure occidentale du Pacifique Sud et à environ 1 500 km de la côte australienne se situe la Nouvelle-Calédonie, archipel de 19 000 km² environ. Celui-ci comprend "La Grande Terre" entourée de nombreux îlots ainsi que de petites îles dont l'Île des Pins et les Îles Loyauté (Maré, Lifou, Ouvéa) (**figure 1**). La Nouvelle-Calédonie compte environ 150 000 habitants et est peuplée de Mélanésien (Kanak : entre 45 et 50 % de la population), d'Européens (un peu moins nombreux), d'autres Océaniens et d'Asiatiques (nettement minoritaires). Le nickel constitue sa principale ressource.

1- Relief - Géologie

a- La Grande-Terre

Cette île de 400 km de long sur 50 km de large est très montagneuse. Quatre unités morphologiques principales peuvent être dégagées :

- 1- les massifs de roches ultrabasiqes (les péridotites) formant l'unité morphologique la plus étendue (un tiers de la surface de la Grande-Terre). Ils comprennent le plus grand massif du Sud (Mont Humboldt : 1 600 m) ;
- 2- le massif métamorphique de la côte Nord-Est (micaschistes) ;
- 3- les plaines de la côte Ouest ;
- 4- la "chaîne centrale" : ensemble de collines d'altitude moyenne ravinées par l'érosion.

b- L'Île des Pins

Trois zones peuvent être distinguées sur cette île d'une surface d'environ 152 km² :

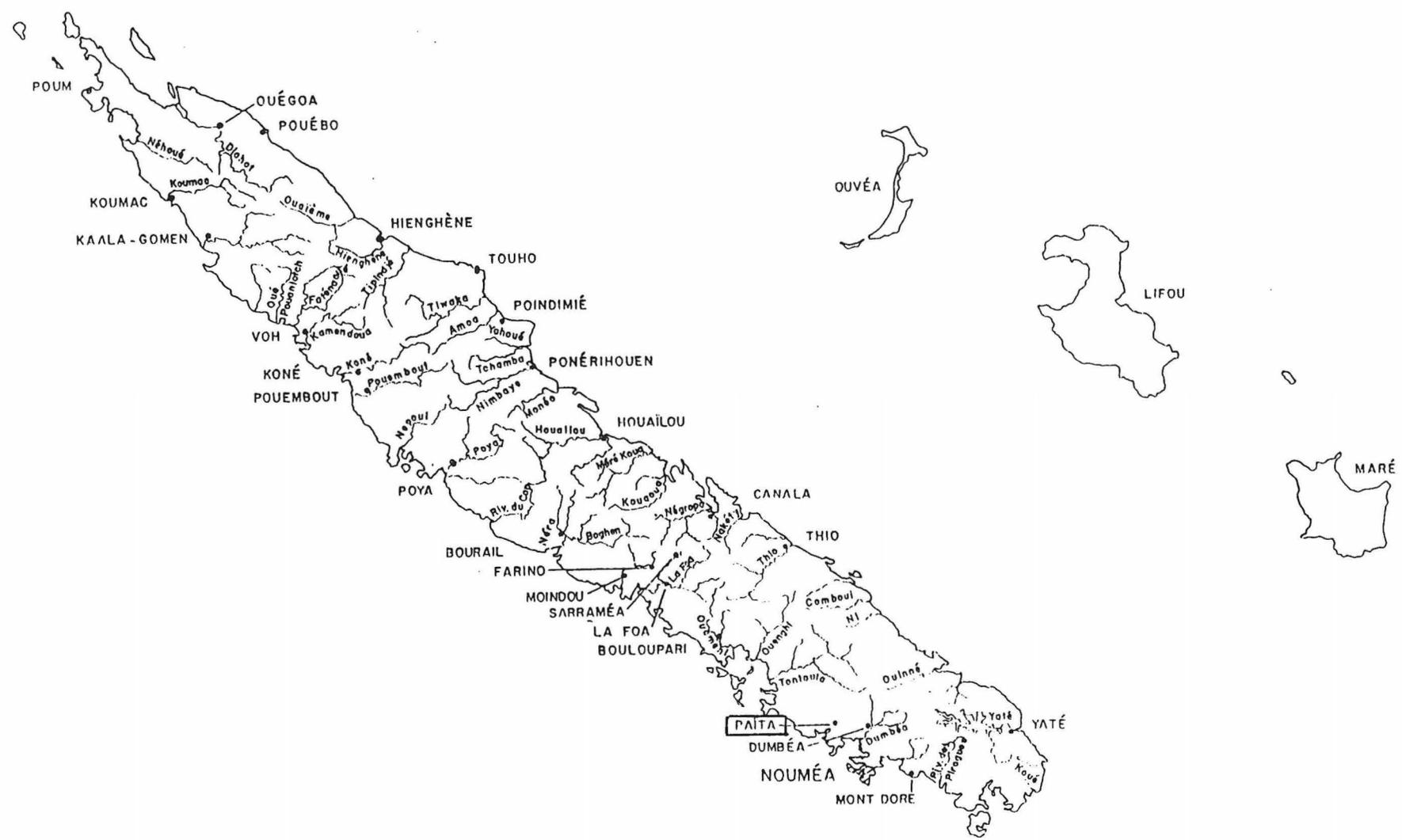
- 1- le plateau central couvrant un peu moins de la moitié de l'Île (environ 7 000 ha),
- 2- la zone des cultures bordant le pied du "plateau de fer" à peu près sur tout son pourtour (environ 1 200 ha),
- 3- la plate-forme corallienne soulevée ne dépassant pas 10 à 20 m au-dessus de la mer à l'exclusion de quelques plissements. Cette zone s'étend jusqu'à la mer et couvre environ 6 000 ha. Elle est entièrement couverte d'une **forêt dense humide** (forêt sempervirente) sur **un sol riche en calcium**.

2- Eléments généraux du climat (ORSTOM, 1981)

2-1- Les saisons

L'archipel néo-calédonien jouit d'un climat relativement tempéré qualifié de "tropical océanique". Les variations annuelles de la ceinture anticyclonique subtropicale au sud et de la zone de convergence intertropicale (Z.C.I.T.) au nord déterminent quatre saisons. En **saison chaude**, de la **mi-novembre à la mi-avril**, les principales périodes de mauvais temps surviennent lorsque le Territoire est affecté par des perturbations tropicales et des cyclones. Durant la courte **saison de transition (mi-avril à mi-mai)**, la pluviosité diminue et la

ILES
BELEP



5



Carte établie à partir de l'Atlas de Nouvelle Calédonie

Figure 1 : Carte de la Nouvelle-Calédonie

ILE DES PINS

température de l'air décroît sensiblement. La Z.C.I.T. poursuivant sa montée vers le nord, les fronts froids deviennent de plus en plus actifs au coeur de la **saison fraîche (mi-mai à mi-septembre)**. De la **mi-septembre à la mi-novembre**, la ceinture anticyclonique subtropicale s'étend sur la quasi-totalité du Pacifique du sud-ouest et c'est en général la plus belle période de l'année ("**belle saison**").

2-2- Les précipitations

Une dissymétrie dans la répartition spatiale des précipitations existe. Ceci est dû pour une grande part à l'orientation générale de l'île. Les vents dominants soufflent d'un secteur compris entre ENE et SE. La Côte Est, "au vent", reçoit approximativement des hauteurs pluviométriques doubles de celles enregistrées sur la Côte Ouest, "sous le vent". Le relief joue également un rôle important. En règle générale, les précipitations les plus fréquentes (60 à 80 % des cas) sont inférieures à 10 mm. Les grands massifs montagneux du Panié et du Humboldt sont naturellement les plus arrosés (plus de 3 000 mm par an). Si la répartition géographique des pluies présente une certaine régularité d'une année à l'autre, les hauteurs annuelles varient considérablement. Cette variation est due en partie au passage des cyclones et dépressions tropicales qui se manifestent de façon irrégulière.

L'irrégularité saisonnière des précipitations en Nouvelle-Calédonie rend les termes de "saison des pluies" et "saison sèche" généralement employés à propos de la zone tropicale, difficiles d'utilisation. N'importe quel mois de l'année peut être affecté par des chutes de pluies abondantes ou une sécheresse prononcée. En règle générale, les mois de janvier, février et mars sont les plus arrosés. Les pluies décroissent ensuite régulièrement jusqu'en mai. Un regain d'activité pluviométrique est observé en juin, très atténué par rapport à ce qui se passe au cours du premier trimestre, et de courte durée car, dès le mois de juillet, on s'achemine vers la période sèche qui va de septembre à novembre. Octobre est généralement le mois le plus sec.

Des variantes régionales existent. Observée plus en détail, la répartition mensuelle des pluies sur la **Grande-Terre** prend un aspect régional particulier. Sur la côte Ouest, une augmentation relative progressive des précipitations du premier trimestre au fur et à mesure que l'on se déplace vers le nord est observée. Cette évolution est beaucoup moins sensible sur la Côte Est et la proportion des pluies de décembre dans le total annuel reste sensiblement la même du sud au nord. Enfin, on y observe souvent une légère baisse de la pluviométrie en février par rapport à janvier et mars.

Le régime pluviométrique de l'**Île des Pins** présente quelques nuances par rapport à celui de la Grande-Terre : diminution sensible des pluies en mars mais des précipitations relativement abondantes depuis avril jusqu'à juin. Les mois les plus secs s'étalent de septembre à décembre avec un minimum prononcé en octobre. Les perturbations d'origine tropicale ou tempérée n'épargnent pas l'île mais présentent souvent un caractère atténué. A Kuto, sont recueillis en moyenne **1 200 mm par an** répartis sur 123 jours.

2-3- Les températures

La température moyenne en Nouvelle-Calédonie est comprise entre 22 et 24 degrés ("**Atlas de Nouvelle-Calédonie**", 1989). L'effet de l'altitude est relativement faible. Au cours

de l'année, la moyenne de température passe par un maximum en février, le minimum se situant en juillet/août. Le nombre de jours où la température maximale est supérieure à 30° est peu important au Sud de la Grande Terre, mais augmente vers le nord surtout pour la côte ouest. La moyenne mensuelle des minimums varie entre 16°3 et 20°3.

2-4- Les vents

En dehors du passage des perturbations tropicales ou polaires, les vents d'Est ou Alizés, en général modérés à assez forts, soufflent d'un secteur variant de l'ENE au SE. Sur la Grande-Terre, ce courant subit l'influence de la configuration de l'île, du relief, de l'orientation des sites et des vallées ; il peut être modifié selon l'endroit où l'on se tient. Les vents d'est ou Alizés, en général modérés à assez forts, soufflent entre ENE et SE. Ils prédominent tout au long de l'année. Les "coups d'ouest" sont des vents forts de secteur compris entre le NO et le SO et sont généralement associés au passage de perturbations polaires dans le sud du Territoire.

3- La végétation

Du fait de son isolement ancien, de la multiplicité des substrats géologiques et des nuances climatiques apportés par son relief, la Nouvelle-Calédonie possède une flore très riche en espèces endémiques et une végétation aux aspects variés. La végétation primaire qui couvrait jadis tout le territoire a été détruite sur de grandes surfaces par le défrichement, et surtout par les feux allumés dans des buts divers (élevage, culture, chasse, guerre...). Cette végétation est essentiellement représentée par les forêts et les maquis. Quand elle a disparu, cette végétation primaire est remplacée par une végétation modifiée, monotone et banale, de fourrés secondaires et de savanes à niaoulis (*Melaleuca quinquenervia*). La répartition actuelle résulte d'un équilibre, non immuable, entre ces deux types de végétation, chacune couvrant environ la moitié du Territoire. Plusieurs types de végétation peuvent être distingués.

. **Les forêts humides sempervirentes** (végétation primaire) : situées dans les secteurs les plus arrosés du Territoire elles occupent sur la Grande-Terre des substrats géologiques variés et à l'Île des Pins et aux Loyautés des **roches calcaires**. Bien que situées le plus souvent au dessus de 500 m elles se développent également à des altitudes plus basses dans les fonds de vallées et le long des berges des rivières. Ces forêts humides de Nouvelle-Calédonie ne sont pas très hautes : la voûte, qui se situe généralement en dessous de 25 m, peut être surcimée par quelques grands arbres (*Araucarias* (*Araucaria sp.*), *Kaoris* (*Agathis spp.*)...). En fonction d'une limite d'altitude, située vers 1 000 m, sont distingués différents faciès : forêts de basse et moyenne altitude et des forêts d'altitude. De la même façon, le substrat géologique détermine dans un cas précis une variante physiologique : la forêt sempervirente sur calcaire. Celle-ci est surtout représentée à l'Île des Pins sur les plateaux madréporiques surélevés, d'origine récente, relativement plans et parfois creusés d'avernes ou de grottes.

. **La forêt sclérophylle** (forêt sèche) est réduite à des îlots forestiers plus ou moins dégradés associés à des fourrés secondaires. C'est une forêt basse à strate supérieure de 6 à 10 m de haut. Son originalité tient à son sous-bois riche en arbustes buissonnants.

. Les **maquis** : situés en majorité sur les roches ultrabasiques (maquis des terrains miniers), ils n'ont pas échappé à la dégradation de leur végétation primitive : feux, exploitation minière

. La **mangrove** n'est présente que sur les sols salés et vaseux soumis aux marées. Cette formation basse et assez dense se compose principalement de petits palétuviers.

. Les **savanes** sont le résultat de l'action conjuguée des défrichements suivis de feux répétés sur la végétation forestière primitive aux basses et moyennes altitudes. Ces formations ouvertes comportent une strate herbacée continue de Graminées. La strate ligneuse comprend essentiellement le niaouli.

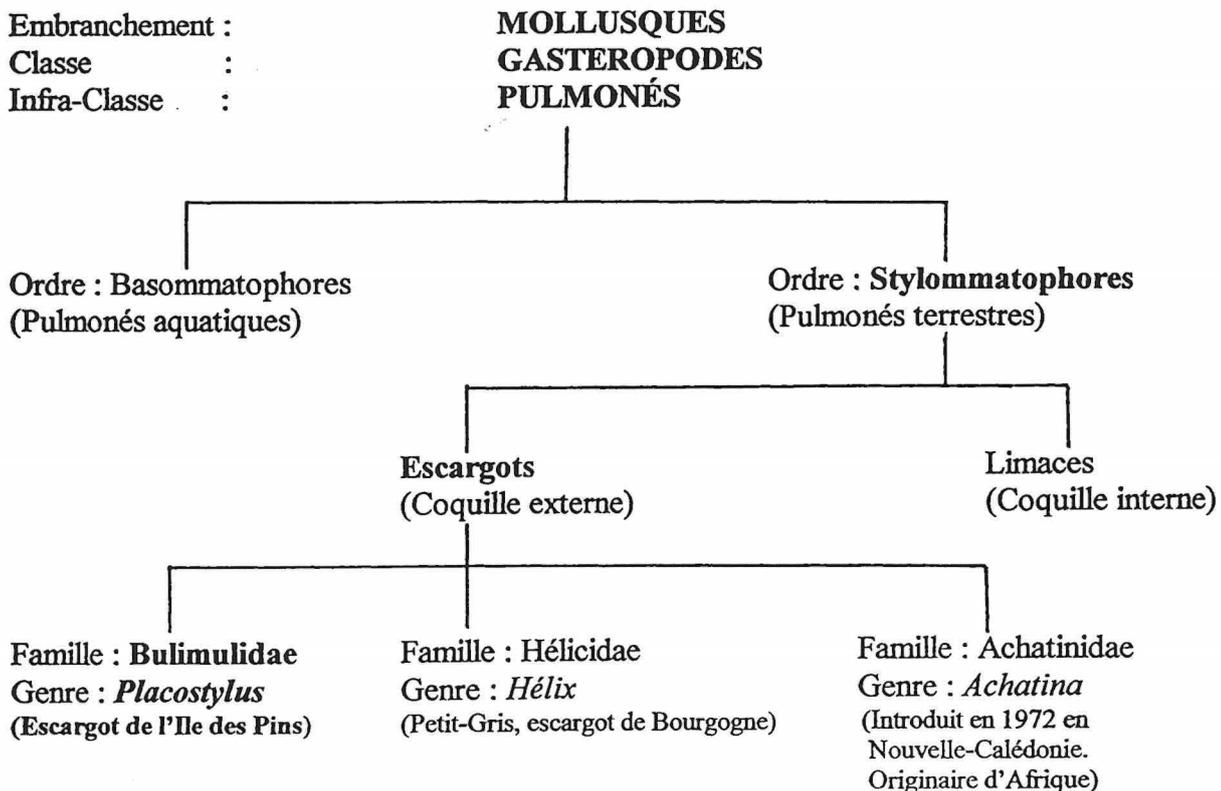
B/ LE GENRE *PLACOSTYLUS* EN NOUVELLE-CALÉDONIE ET DANS LE PACIFIQUE - ETAT DES CONNAISSANCES

1- Le genre *Placostylus* en Nouvelle-Calédonie (bulimes)

1- Généralités

1-1- Position systématique

Les bulimes sont des Gastéropodes terrestres anisopleures (à anatomie asymétrique, non constituée d'organes pairs). Les yeux étant portés au bout de tentacules rétractiles, ils appartiennent à l'ordre des Stylommatophores.



1-2-Taxinomie

La taxinomie des *Placostylus* a longtemps été controversée : depuis près de 200 ans et encore récemment (Pain, 1955, 1958) **plus de 140 espèces et variétés** ont été décrites en Nouvelle-Calédonie (description basée sur l'étude des coquilles et d'après un très petit nombre d'individus, les localités types étant souvent imprécises). La complexité de cette systématique (abondance de noms) a incité certains auteurs à effectuer des regroupements. Ainsi, Pilsbry (1900) propose trois grands groupes d'espèces et retient 31 noms, Franc (1957) reconnaît 19 espèces tandis que Solem (1961) liste 33 noms. Une systématique des populations s'imposait alors, basée sur un matériel important et bien localisé.

Pour définir les espèces et leurs relations, Cherel-Mora (1983) a tenté d'analyser leurs variations conchyliologiques et anatomiques en fonction du contexte géographique et écologique (éléments non pris en compte par les auteurs précédents). L'examen des coquilles a permis de séparer les espèces sympatriques¹ et de définir la variabilité dans chaque population apparemment monospécifique. L'étude de la variabilité des coquilles indique que le nombre d'espèces présentes est faible mais ne permet pas de définir précisément leurs limites. Un travail sur l'anatomie complète des *Placostylus* a établi des critères spécifiques (**tableau 1**). C'est en corrélant les caractères conchyliologiques et les caractères anatomiques que **4 espèces** seulement ont pu être dégagées, chacune d'elle variant suivant des clines² bien définis.

Ainsi, les espèces **endémiques** de *Placostylus* présentes en Nouvelle-Calédonie sont :

- *Placostylus fibratus* (Martyn, 1789),
- *Placostylus porphyrostomus* (Pfeiffer, 1851),
- *Placostylus caledonicus* (Petit, 1845),
- *Placostylus eddystonensis* (Pfeiffer, 1855).

Une analyse factorielle des données biométriques effectuée sur la totalité d'un échantillon des 4 espèces indique que ces dernières sont séparées selon leur **taille d'abord, l'aplatissement** ou la **globulosité des coquilles** et la **forme de l'ouverture**.

1-3- Répartition géographique et milieu de vie

Chacune des 4 espèces occupe une aire bien définie (**tableau II**) à l'intérieur de laquelle elle montre une certaine variabilité géographique, à la fois pour ses caractères conchyliologiques et ses caractères anatomiques. Cherel-Mora (1983), s'interrogeant sur la cause de cette variation observée au sein des Bulimulidae de Nouvelle-Calédonie, privilégie l'hypothèse de la **sélection naturelle** pour expliquer la variation intraspécifique constatée plutôt que celle de l'existence de séries d'écotypes.

¹ Se dit d'espèces voisines vivant dans la même région mais ne s'hybridant pas.

² Ensemble de sous-espèces très voisines pouvant être rangées en séries selon la valeur d'un caractère mesurable (taille) ou pouvant être sérié (couleur, habitat), caractère qui varie par degrés insensibles de l'une à l'autre.

Tableau 1 : Discrimination sur des critères anatomiques des 4 espèces de *Placostylus* de Nouvelle-Calédonie

| Espèces | Caractères anatomiques spécifiques | | | | |
|--------------------------|--|--|--------------|---|---|
| | pénis | vagin | spermathèque | épiphallus | papille pénienne |
| <i>P. fibratus</i> | -grand à crêtes nombreuses, serrées et crénelées. Contourné dans sa partie distale | -long (moitié du pénis) | -courte | -plus ou moins long : plis internes peu saillants et rectilignes | -présente (à la limite pénis et épiphallus) |
| <i>P. porphyrostomus</i> | -court, à petites crêtes serrées | -court -ensemble vagin-spermathèque moins long que le complexe pénien | | -court à plis rectilignes et à petites crêtes isolées en partie apicale | -absente mais constitution annulaire large dépassant le pénis et l'épiphallus |
| <i>P. caledonicus</i> | -court, à petites crêtes lisses et peu nombreuses. Présence d'un diverticule | -court | -longue | -court à crêtes ordonnées longitudinalement | ? |
| <i>P. eddystonensis</i> | -complexe pénien de taille moyenne - crêtes du pénis nombreuses, serrées et crénelées | -long | -longue | ? | -présente et saillante |

(source: Cherel-Mora, 1983)

Tableau II : Distribution et milieu de vie des 4 espèces de *Placostylus* de Nouvelle-Calédonie

| Espèces | Répartition géographique et milieu |
|--------------------------|--|
| <i>P. fibratus</i> | - sur toute la Grande-Terre et les îles voisines (Ile des Pins, Iles Loyauté, Ile Néba, Ile Mouac. Absente aux Iles Yandé et Belep) - forêts littorales sèches (Ile des Pins, côte ouest de la Grande-Terre, Ile Néba, Ile Mouac) - forêts plus humides de la côte Est (Canala, Touaourou...) - montagnes de la chaîne centrale et massifs du Sud à péridotites (ne dépassant pas 900 m d'altitude) |
| <i>P. porphyrostomus</i> | - sympatrique de <i>P. fibratus</i> sur la côte ouest de l'Ile des Pins - forêts littorales sèches du Sud et de la côte Ouest de la Grande-Terre jusqu'aux Montagnes Blanches - absente des lieux plus humides à l'intérieur de l'île |
| <i>P. caledonicus</i> | - extrême Nord de la Grande-Terre (depuis la latitude Koumac- Cap Colnett), Iles Yandé, Baaba, Balabio et les Iles Belep (Art et Pott) - forêts littorales sèches et jusqu'à altitude de 500 à 600 m dans le Nord-Est de la Grande-Terre |
| <i>P. eddystonensis</i> | - espèce plus rare que les autres - toute la Grande-Terre, abondante dans les vallées de la côte Est (?) |

(source: Cherel-Mora, 1983)

Tableau III : Quelques données sur le marché du bulime en Nouvelle-Calédonie (estimations)

| Année | Quantité d'escargots vendue (poids en kg) | Nb d'escargots vendus | Nb de douzaines vendues | Valeur marchande (en millions de F CFP) |
|-------|---|-----------------------|-------------------------|---|
| 1993 | 48 423 | 673 000 | 56 000 | 57 |
| 1994 | 24 137 | 335 000 | 28 000 | 28,5 |
| 1995 | 16 600 | 231 000 | 19 000 | 19,4 |
| 1996* | 18 550 | 258 000 | 21 500 | 22 |

(Source: Pöllabauer 1995, 1996)

(*: 50 % des escargots vendus le sont sur la période de janvier à avril, la vente sur l'année 1996 a alors pu être estimée)

Les forces sélectives varient d'un endroit à l'autre de l'aire de répartition des espèces. Dans de nombreux cas elles ont permis d'expliquer la variation constatée : l'existence de clines géographiques, climatiques, écologiques et éthologiques a été établie et corrélée aux clines morphométriques et anatomiques. Le facteur sélectif principal est la **pluviosité**. Le rôle que peuvent avoir joué des isolements de populations plus ou moins anciens ne doit pas être négligé, en particulier dans l'apparition de clines anatomiques.

2- L'escargot de l'Ile des Pins : *Placostylus fibratus*

Selon Pöllabauer (1995), les habitants de l'Ile des Pins distinguent 3 espèces de bulimes consommées en soupe, en *bougna* ou bien à la "marmite" :

- "ngho" (*P. fibratus*) : la plus grande en taille (9,5 cm à 11 cm ; coquille le plus souvent à 6 contours, rarement 7).
- "hibu" (*P. porphyrostomus*) : sa coquille est plus petite et plus épaisse que celle de *P. fibratus* avec 5 à 7 contours, la taille moyenne se situant entre 6,5 cm et 8 cm.
- une espèce de taille moyenne vivant dans les forêts littorales sèches (à Kanumera) et sur les îlots.

D'après Cherel-Mora (1983), il n'existerait que deux espèces à l'Ile des Pins : *Placostylus fibratus* et *Placostylus porphyrostomus*. *Placostylus fibratus* est la seule qui fasse l'objet d'une commercialisation organisée. En effet, cette île est la seule où il existe encore des populations importantes donc exploitables . Par convention, dans cette étude, l'espèce *P. fibratus* sera appelée **escargot de l'Ile des Pins** ou **bulime**.

2-1- Le marché du bulime en Nouvelle-Calédonie

2-1-1- Les quantités exploitées

Afin de relever intégralement le volume des escargots exploités, 3 stades de préparation doivent être considérés :

a- Les escargots crus : ramassés à l'Ile des Pins et envoyés vivants par bateau à Nouméa jusqu'à la fin 1994. Depuis cette date l'envoi des bulimes vivants a été interdit.

b- Les escargots semi-préparés : ils sont récoltés, cuits une première fois, sortis de leur coquille puis envoyés réfrigérés par avion aux préparateurs et distributeurs à Nouméa. La clientèle se compose essentiellement de restaurateurs et de magasins de spécialités.

c- Les escargots préparés : une fois récoltés, les bulimes sont cuits et farcis à l'Ile des Pins. Au stade "prêt à la consommation" ils sont, soit distribués sur place (dans les restaurants de l'île), soit envoyés congelés par avion aux distributeurs et grossistes à Nouméa.

Les études de Pöllabauer (1995 et 1996) permettent d'estimer le volume commercialisé (tableau III).

Ainsi, depuis 1950 où la collecte massive a débuté, l'exploitation des bulimes a augmenté continuellement pour atteindre son maximum en 1993, où 48 tonnes ont été ramassées pour la consommation. En France, il est presque impossible d'évaluer la consommation actuelle d'escargots. Devant la raréfaction des espèces dans la nature ces dernières années, le ramassage familial a énormément diminué. Une estimation de **45 000 tonnes par an** a été avancée (*Hélix aspersa*, *Hélix pomatia* et autres *Hélix* (*Hélix lucorum* surtout)), sans que l'on puisse le confirmer ni le réfuter (Chevalier, 1995). Cela représente une quarantaine d'escargots consommés par habitant et par an, contre 4,2 escargots en Nouvelle-Calédonie (cependant le poids d'un escargot de Bourgogne est d'environ 40 g, celui du bulime 72 g).

2-1-2- La réglementation en vigueur

L'étude d'inventaire et d'impact de la récolte (Pöllabauer, 1994) a pu mettre en évidence une nette diminution du stock. Suite aux résultats alarmants, la Grande Chefferie de l'Ile des Pins a réglementé le prix de vente des escargots pour diminuer les quantités exploitées sans porter préjudice aux exploitants (tableau IV).

Le 20 décembre 1994, le ramassage et le transport du bulime sur l'Ile des Pins ont été réglementé par la délibération n° 50 94 / APS (annexe 1) lors de l'Assemblée de la Province Sud. Les deux principales dispositions sont :

- toute exportation de bulimes vivants hors de l'Ile des Pins est interdite ;
- le ramassage est interdit chaque année du 1er mai au 30 septembre inclus.

Cette délibération ainsi que l'augmentation des prix du 30 / 06/ 94 ont arrêté tout envoi d'escargots vivants de l'Ile des Pins vers Nouméa. **Le marché global a baissé de 48,4 tonnes en 1993 à 16,6 tonnes en 1994, soit d'environ 65 %.** Selon les estimations (tableau III), ce même marché aurait chuté de **60 % en 1996.**

La douzaine d'escargots préparés surgelés coûte actuellement entre 795 F CFP et 1250 F CFP. En prenant un prix moyen de 1020 F CFP pour 21 500 douzaines, le marché du bulime représenterait, en 1996, **22 millions de F CFP (= 1,21 millions de FF)** (tableau III). L'espèce constitue donc un **potentiel économique** non négligeable pour les habitants de l'Ile des Pins.

Tableau IV : Prix de vente des bulimes réglementé par la Grande Chefferie de l'Île des Pins le 30/ 06/ 1994 (Source : Pöllabauer 1995)

| | Anciens tarifs (en F CFP) | Nouveaux tarifs (en F CFP) |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Prix d'achat du bulime vivant | 20 | 35 |
| Prix de vente du bulime semi-préparé | 40 | 50 |
| Prix de vente du bulime préparé | 56,7 | 65 |

Tableau V : Evolution de la densité moyenne (nb) de *Placostylus fibratus* / 100 m² dans la forêt de l'Île des Pins (Source : Pöllabauer 1996)

| Année | Adultes | Juveniles | Total |
|-------|---------|-----------|-------|
| 1993 | 7,5 | 4,6 | 11,2 |
| 1994 | 6,6 | 4,1 | 10,7 |
| 1995 | 5,7* | 5,7* | 11,4* |
| 1996 | 4,9 | 7,7 | 10,7 |

(*: valeur estimée en prenant la médiane entre 1994 et 1996)

Tableau VI : Estimation des densités jusqu'en l'an 2000 (Source : Pöllabauer 1996)

| Année | Adultes | Juveniles | Total |
|-------|---------|-----------|-------|
| 1997 | 4,7 | 7,8 | 12,3 |
| 1998 | 3,1 | 8,8 | 12,7 |
| 1999 | 2,3 | 9,8 | 13,0 |
| 2000 | 1,4 | 10,7 | 13,4 |

Tableau VII : Taux de collecte des escargots adultes par rapport à la population totale (1993-1996) (Source : Pöllabauer 1996)

| Année | Nb adultes /100 m ² | Poids total estimé sur 6 000 ha (kg) | Quantités vendues (kg) | Soit une ponction de |
|-------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1993 | 7,5 | 324 000 | 48 500 | 15,0 % |
| 1994 | 6,6 | 285 000 | 24 100 | 8,5 % |
| 1995 | 5,7 | 248 000 | 16 600 | 6,7 % |
| 1996 | 4,9 | 212 000 | 18 500 | 8,7 % |

2-2- La taille des populations naturelles

2-2-1- Le stock disponible

En 1993, un inventaire destiné à évaluer le stock a été réalisé (Pöllabauer, 1994). La densité moyenne³ était de 12 escargots / 100 m². Les relevés effectués de mars à décembre 1994 ont montré une baisse de densité moyenne entre 1993 et 1994 d'environ 25 % et jusqu'à 42 % même dans certains secteurs (**figure 2**). C'est suite à ces résultats alarmants que des mesures pour la protection de l'espèce et du potentiel économique ont été mises en place (cf § 2-1-2). Afin de suivre l'évolution de la densité de cette population, un nouvel inventaire s'imposait après deux périodes de protection (en 1995 et 1996).

Les études antérieures de biologie et de biométrie de Pöllabauer (1995) ont permis d'établir une définition précise du bulime adulte en fonction de sa première maturité sexuelle (cf § 2-3-4-a) : "sa taille est de 8 à 11 cm, le bord de l'ouverture est épais de 4 mm et une dent pariétale est bien visible". Les calculs de densités depuis 1993 ont ainsi été refait après redéfinition de taille "adulte" et "juvénile" (**tableau V**). Ainsi, en moyenne, la densité de population d'adultes affiche une baisse de 19 % entre 1993 et 1994, celle des juvéniles de 13 %, soit une **baisse globale de 9 %**.

Les tribus avec la densité la plus faible de bulimes sont Vao et Waacia (**figure 3**), deux secteurs où le ramassage des escargots est le plus important (le principal préparateur est implanté à Vao). A l'opposé, Wapan est une zone éloignée de ce même préparateur. La diminution de densité à Vao est expliquée par le fait qu'au coût de ramassage s'additionnent un coût de transport et une perte de temps : il est donc plus intéressant pour les personnes de collecter les escargots sur ce secteur.

L'évolution des bulimes est hétérogène sur les zones étudiées. Globalement, **l'évolution de la population juvénile est positive**. En effet, de 1993 à 1996, la tendance est à la croissance de la densité moyenne (en hausse d'environ 60 %). Cependant, les juvéniles étant plus difficile à trouver que les adultes, cette hausse pourrait être en partie expliquée par une recherche plus efficace au fil des années.

La densité moyenne des bulimes adultes, quant à elle, baisse de près de 1 adulte /100 m² et par an. Pöllabauer (1995), a rapporté ceci aux 6 000 ha de la forêt de l'Ile des Pins et a montré que cela représentait l'équivalent de 43 000 douzaines d'escargots, soit deux fois la collecte estimée pour 1996 (cf **tableau III**).

2-2-2- La tendance jusqu'en l'an 2000

La densité moyenne d'escargots, par tranche de 100 m², jusqu'à l'an 2000 a été estimée (**tableau VI**).

³ Calcul de la moyenne : Dans chaque tribu de l'Ile des Pins, plusieurs carrés de 100 m² (10 m x 10 m) ont été choisis au hasard. Les escargots, qui -selon les habitants- avaient une **taille suffisamment grande pour être consommés**, étaient comptés (moyenne = somme des escargots trouvés divisée par le nombre de carrés échantillonnés).

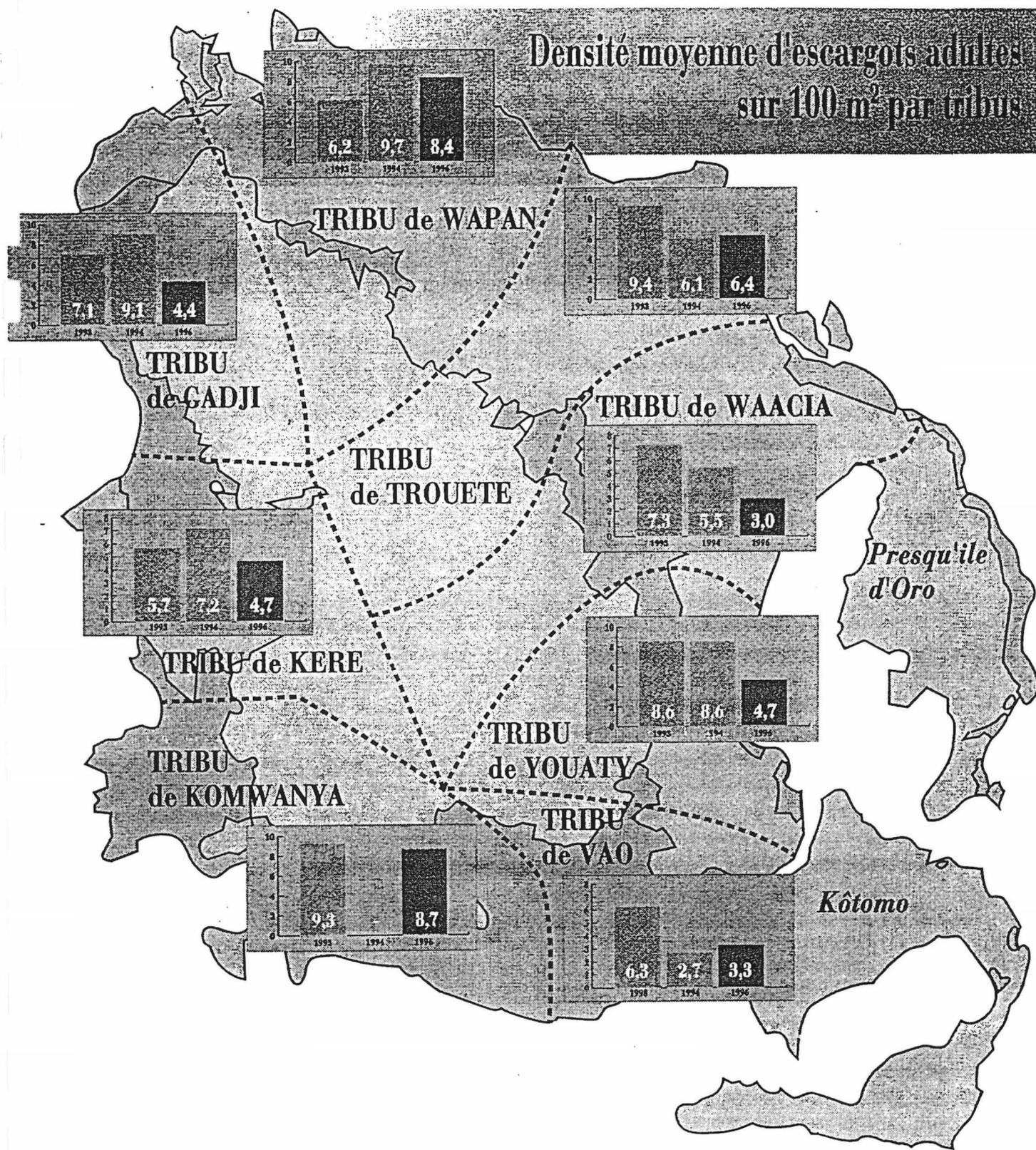


Figure 3 : Evolution des densités de bulimes adultes pour chacune des 8 tribus de l'Île des Pins (Nouvelle-Calédonie)

(On trouve dans la tribu de Komwanya, une forêt sèche dans laquelle les bulimes sont plus petits que dans les autres endroits. Selon les habitants, il ne s'agirait pas de *Placostylus* et ces escargots ne sont pas exploités.)

(Source : Pöllabauer, 1995)

L'augmentation de la population des juvéniles va compenser en partie la diminution du nombre d'adultes. Cependant, le taux de mortalité de ces juvéniles reste encore aujourd'hui inconnu. Pöllabauer (1996) en conclut qu'il est nécessaire de poursuivre les mesures afin de vérifier si l'augmentation des juvéniles permettra d'inverser la tendance observée sur la population adulte.

2-2-3- Le marché du bulime et son impact sur la population

Il est intéressant de comparer les quantités commercialisées déclarées à la population de bulimes adultes : l'impact sur le stock total peut ainsi être mesuré (**tableau VII**).

La stabilisation de la vente d'escargots autour de 17 à 20 tonnes représente une **ponction de 6 à 8 %** de la population adulte actuelle (contre 15 % en 1993). Le suivi du comptage des bulimes permettra de savoir si cette diminution permet de préserver la population des bulimes dans les années à venir. En tenant compte d'une croissance sur 4 ans, les juvéniles de 1994 devraient atteindre l'âge adulte vers 1998. Il ne faut donc pas compter sur une inversion de tendance avant cette date.

Pour maintenir au mieux cette spécialité culinaire représentant un potentiel économique important pour les habitants de l'île, Pöllabauer (1996) propose **un renforcement des mesures de protection**. En effet :

- les restaurants et quelques magasins de l'île continuent à commercialiser des escargots toute l'année, sous prétexte que c'est un stock ramassé avant la fermeture.
- des propos rapportés montrent que le ramassage continue pendant la fermeture.
- des envois d'escargots vivants sont encore signalés.
- des achats importants sont réalisés avant la fermeture afin d'écouler ces escargots pendant la période d'interdiction.
- certains producteurs continuent à vendre des escargots à des prix inférieurs à ce qui est préconisé.

Des mesures plus sévères seraient nécessaires :

- les habitants de l'île demandent la mise en place d'une surveillance permanente qui serait assurée par eux-mêmes ainsi que la définition d'un montant prohibitif d'amende pour les contrevenants.
- sensibilisation des populations par des affiches (beaucoup ne connaissent pas les périodes de fermeture ni l'interdiction de commercialisation pendant cette période).
- mise en place de licences de commercialisation et de transformation des bulimes.

Parallèlement à ces mesures de contrôle, la mise au point de **méthodes d'élevage** est une possibilité qui est explorée depuis quelques années par le CIRAD de Nouvelle-Calédonie (cf. plus loin).

2-3- Eléments de la biologie de l'escargot de l'île des Pins

L'acquisition de connaissances sur la biologie et l'écologie des bulimes est un préalable indispensable à toute tentative d'élevage.

2-3-1- Morphologie

La matière de la coquille est sécrétée par des cellules glandulaires du manteau. Elle est formée d'une substance protéidique, la conchyoline (1 à 2 % de sa composition), imprégnée de carbonate de calcium (98 à 99 %). Plusieurs couches, de structure et composition différentes, forment cette coquille. La couche supérieure est une mince pellicule de conchyoline : le périostracum. Le péristome constitue le bord de l'ouverture ; il n'est bien formé et calcifié que chez l'animal adulte (**figure 4**). On dit alors que celui-ci est "bordé" (Chevalier, 1995). Les *Placostylus* possèdent une coquille de type "pesante" (son poids représentant **37 % du poids total**), "bulimiforme" dextre (ouverture à droite).

Le calcium est un élément indispensable à la formation de la coquille (Pöllabauer, 1995). Celle-ci abrite en permanence les organes vitaux (**figure 5**), alors que l'escargot a la faculté de déployer au dehors son céphalopode, c'est à dire le pied portant la tête. Cette tête, située dans le prolongement du pied porte une bouche et 2 paires de tentacules qui peuvent se rétracter en doigts de gants :

- les tentacules antérieurs, les plus petits ou tentacules tactiles,
- les tentacules postérieurs, les plus grands ou tentacules oculaires.

2-3-2- Anatomie (Pöllabauer, 1995)

Les escargots possèdent un appareil masticateur très particulier appelé radula. Il s'agit d'une langue chitineuse garnie de milliers de dents minuscules. Son rôle consiste à broyer les aliments par des mouvements de va-et-vient. La seconde pièce buccale est la mâchoire chitineuse en forme de croissant.

Les glandes salivaires déversent leur suc dans le bulbe buccal. Celui-ci se prolonge par un oesophage renflé en jabot. Les excréments sont acheminés par le rectum qui longe la cavité pulmonaire et sont rejetés au niveau du pneumostome.

Le bulime est un escargot hermaphrodite. Ainsi, l'orifice génital, commun à l'appareil mâle et femelle, est situé à la base de la tête, juste en arrière de l'implantation du grand tentacule droit. L'appareil génital comprend les organes hermaphrodites (l'ovotestis: formation des spermatozoïdes et des ovules), les conduits génitaux mâles (complexe pénien comprenant un pénis) et femelles (vagin, spermathèque) ainsi que des glandes et organes annexes. La physiologie de l'ensemble de cet appareil génital est encore mal connue.

Le coeur, simple pompe comportant une seule oreillette et un seul ventricule entourés d'un péricarde, propulse le sang oxygéné (hémolymphe contenant un pigment respiratoire, l'hémocyanine) aux tissus par divers artères.

Le "poumon" est un tissu très vascularisé constituant la cavité pulmonaire, laquelle s'ouvre à l'extérieur par le pneumostome.

Le système nerveux central est formé d'une chaîne de ganglions formant un double collier autour de l'oesophage. De ces ganglions partent des nerfs.

2-3-3- Ecophysiologie

L'approche écophysiologique de l'escargot permet de comprendre sa physiologie en relation avec les facteurs environnementaux. Les éléments influençant ses grandes fonctions (reproduction et croissance) ont ainsi pu être définis grâce à cette démarche. Le bulime présente des **phases d'activité et d'inactivité saisonnières et journalières**. Observer et

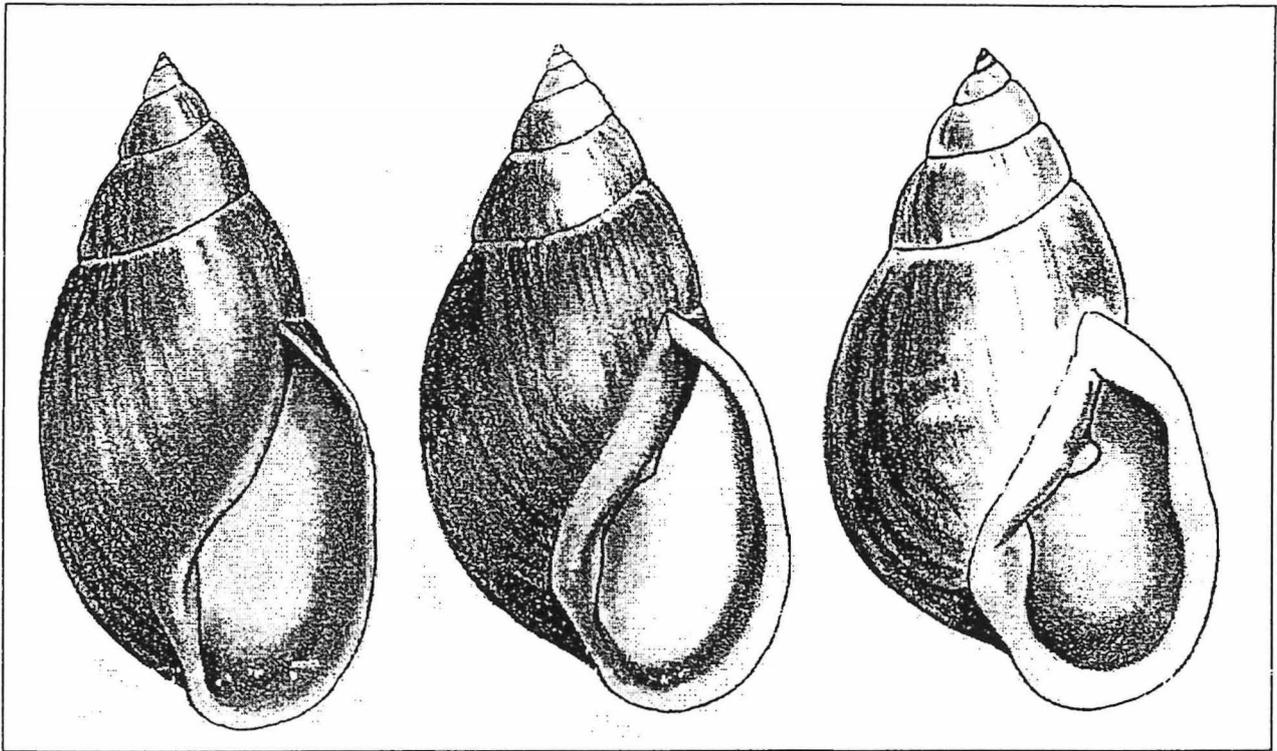


Figure 4 : Coquilles de bulimes à différents stades de croissance :
A : juvénile (bord et dent pariétale non formés)
B : mi-adulte (bord 1-4 mm d'épaisseur, apparition de la dent pariétale)
C : adulte (bord 4-12 mm d'épaisseur)

(Pöllabauer, 1995)

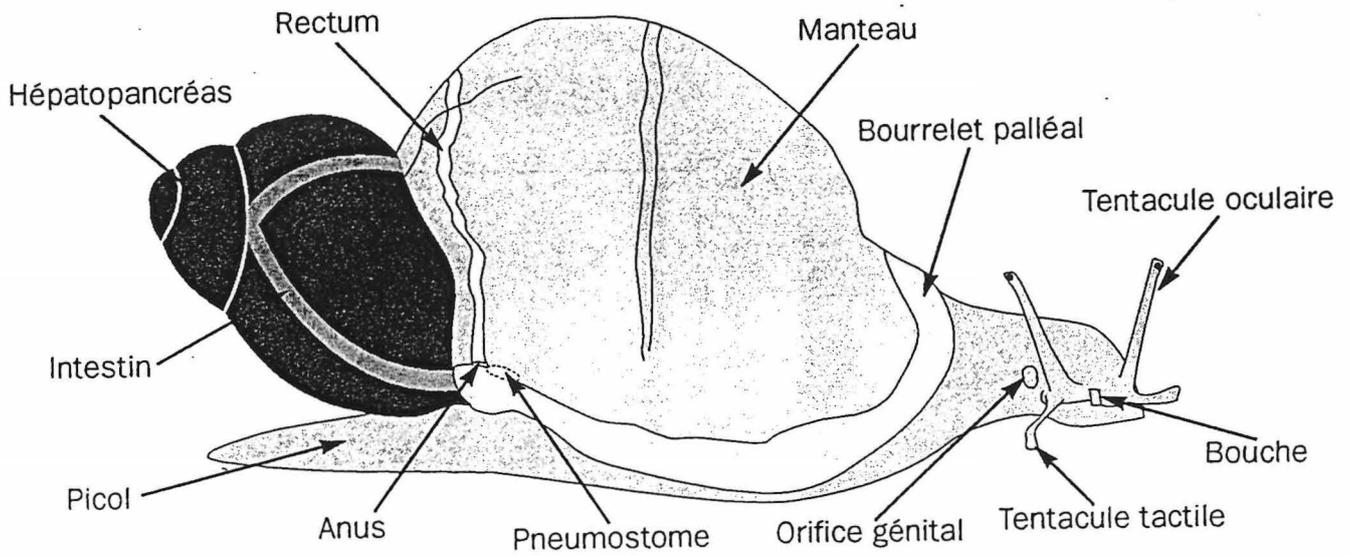


Figure 5 : Bulime décoquillé en extension

(Pöllabauer, 1995)

comprendre cette activité et les facteurs susceptibles de la stimuler ou de l'inhiber est capital dans la mise au point d'une technique d'élevage (Bonnet *et al.*, 1990).

a- Activité saisonnière

Poikilothermes (ils ne contrôlent pas leur température corporelle), les bulimes voient leurs fonctions physiologiques très influencées par leurs conditions de vie qui sont soumises à des variations saisonnières. Ils développent alors des stratégies pour s'adapter. Deux états physiologiques sont rencontrés (Bonnet *et al.*, 1990) :

- L'**estivation** est caractérisée par un ralentissement du métabolisme et intervient pendant la saison chaude (décembre à mars). Cet état de résistance ponctuel (contrairement à l'hibernation des escargots en Europe) disparaît lorsque les conditions thermohygrométriques deviennent propices à l'activité. Le bulime s'enterre (10 à 15 cm de profondeur dans un substrat meuble de brindilles et d'humus) si la période d'estivation s'étend sur plusieurs mois. Il peut alors subir une perte de poids frais de 30 à 45 % (Pöllabauer, 1995).

- En saison fraîche (mai à septembre) un deuxième état apparaît, caractérisé par une reprise de l'activité locomotrice, le déclenchement de la reproduction des adultes, les pontes et la croissance des jeunes.

b- Activité journalière

Durant deux cycles d'observation de 24 heures à l'Ile des Pins (un en saison fraîche, un en saison chaude), Pöllabauer (1995) a constaté que le bulime présentait un rythme d'activité journalière bien marqué avec des **niveaux d'activité** proche de **13 %** (pourcentage moyen de temps au cours de 24 heures où les animaux sont actifs, c'est à dire hors de leur coquille). L'auteur constate que vers 23 heures, la phase d'activité locomotrice et nutritionnelle débute et se poursuivrait pendant 4 à 5 heures en saison chaude et 5 à 6 heures en saison fraîche. Le cycle d'activité et d'inactivité se reproduirait avec une périodicité d'environ 24 heures (il pourrait être influencé par d'autres facteurs, tel l'hygrométrie). Les escargots juvéniles (d'une taille de 2 à 7 cm) seraient les plus actifs. Les bulimes seraient capables d'absorber l'humidité contenue dans l'air : une augmentation de poids chez certains individus peut être enregistrée, sans qu'il y ait ni de déplacements, ni d'absorption de nourriture, lorsque le taux d'humidité est élevé.

En captivité (Salas *et al.*, 1997), des escargots ont été soumis à différents régimes de température et d'humidité ; les niveaux d'activité (% d'animaux actifs) et la quantité journalière de nourriture ingérée (mg de MS / g poids vif) ont été enregistrés. En moyenne, 14,3 % des *Placostylus* ont été actifs et ont eu une consommation de 1,61 mg de MS / g de poids vif. Pour de basses températures et des niveaux élevés d'humidité, l'activité est la plus grande : à 20 °C elle est de 24,9 % et chute à 6,5 % à 30 °C, alors que les consommations sont respectivement de 2,7 mg / g et 0,33 mg / g. *Placostylus fibratus* tolère des températures de l'ordre de 25 °C si l'humidité est maintenue élevée, mais, exposé à une température de 30 °C, il devient inactif (même à un fort taux d'humidité).

2-3-4- Reproduction et ponte

a- accouplement

Une étude anatomique conduite sur 200 escargots adultes (Pöllabauer, 1995) révèle qu'il existe une corrélation entre l'épaisseur du bord de la coquille et la taille du tractus génital. Ainsi, l'auteur estime que les bulimes aptes à s'accoupler ont une taille comprise entre 8,5 et 11 cm. Ils sont généralement "bordés" (le bord columellaire mesure 4 mm, une dent pariétale est apparue).

L'âge de la **maturité sexuelle** se situerait **entre 3 et 5 ans**, la bordure de la coquille étant d'une largeur supérieure à 4 mm.

Aucun accouplement n'a pu être observé jusqu'à présent. Se référant au processus décrit pour les escargots de Bourgogne (Bonnet *et al.*, 1990), il est probable qu'au début de la **phase de reproduction (mars-avril)** la glande hermaphrodite, indifférenciée, évolue vers la phase mâle et fabrique des spermatozoïdes. La glande sexuelle des bulimes est de couleur brun foncé, la glande albumine est petite (Pöllabauer, 1995). Le nombre d'accouplements possibles durant une période de reproduction est actuellement inconnu. Suivant les conditions du milieu, l'activité sexuelle peut être interrompue. De plus, il semblerait que tous les animaux qui s'accouplent ne pondent pas systématiquement. Actuellement, aucune hypothèse ne peut être émise quant à l'échange mutuel des spermatozoïdes.

D'après les femmes indigènes qui ramassent les bulimes à l'Ile des Pins, le début de la phase des **accouplements** interviendrait au mois de **mars**, à la fin de la grande période de pluie.

b- fécondation

La fécondation n'aurait pas lieu au moment de l'accouplement. Après échange des spermatozoïdes, elle intervient dans le canal hermaphrodite. L'évolution de la gonade en phase femelle permet la production d'ovules. Une fois fécondés, ceux-ci sont enrobés d'une couche d'albumine (au niveau de la glande albumine) qui constituera le vitellus de l'embryon. Lors de leur évacuation dans le spermoviducte (où ils sont stockés jusqu'à la ponte), les oeufs s'entourent d'une couche protectrice calcaire

c- ponte

L'intervalle entre l'accouplement et la ponte [influencé par des conditions thermiques et hygrométriques favorables (**annexe 2**) peut être estimé à 1 ou 2 mois, la **ponte** débutant au mois de **mai** (Pöllabauer, 1995). Le bulime dépose celle-ci dans un "nid" (cavité creusée dans la terre riche en humus, généralement près d'un arbuste, entre des racines ou près d'un bloc de corail). Un à deux oeufs à la fois sont évacués par l'orifice génital. Un escargot observé par Pöllabauer (1995) en train de pondre toute une nuit à un rythme de 17 oeufs par heure présentait des phases de repos de 20 à 30 minutes. Il déposait également des excréments dans la ponte. Le nid est recouvert de feuilles sèches. Le nombre d'oeufs par ponte varie de 25 à 450 avec une moyenne de **132 oeufs / nid** (Pöllabauer, 1995).

d- éclosion

Au cours de son développement, l'embryon élabore une coquille protéique qui se calcifie par la suite. Dans la nature, en fonction des conditions thermohygrométriques, la durée d'**incubation** varie entre **15 et 21 jours**. Une température trop élevée ou une sécheresse trop importante inhibe l'éclosion, les embryons se desséchant dans l'oeuf. Le vitellus de ce dernier est absorbé pendant 2 à 3 semaines ; l'éclosion se manifeste par la rupture de la membrane externe de l'oeuf consommée par le nouveau-né (l'infantile). Animé d'un phototropisme positif, il ira se fixer sur des racines, des arbustes ou des troncs d'arbre. Cependant, en majorité, il reste au sol pour se coller, toujours à l'envers, sur des feuilles mortes. Jusqu'à une taille d'environ 1 cm on le trouve fréquemment dans les cavités de blocs de corail ou enterrés jusqu'à une profondeur de 10 cm dans un substrat meuble de brindilles, feuilles sèches et d'humus.

2-3-5- Croissance

L'étude de la croissance par marquage des bulimes (méthode de capture / recapture effectuée par Pöllabauer, 1995) a permis de définir un âge moyen des escargots à partir d'une taille donnée ainsi qu'une hauteur de coquille en fonction de l'âge (**tableau VIII**). La croissance en taille et en poids sont étroitement corrélées ($r^2=0,93$).

Le rapport gonado-somatique (RGS) exprime le poids de la gonade par rapport au poids du corps. Pöllabauer (1986) a montré que chez l'escargot de l'Ile des Pins c'est durant la période de ponte (mai à septembre) que le RGS est le plus faible : les spermatozoaires et les ovocytes se sont déjà déversés (les spermatozoaires sont utilisés pendant la copulation, les ovocytes "attendent" le moment de la fécondation dans le spermoviducte).

2-3-6- Alimentation

Les bulimes ont rarement été observés en train d'absorber de la nourriture. Selon Pöllabauer (1995), celle-ci serait plutôt constituée de feuilles sèches que de feuilles vertes. Ils se déplacent également sur les racines en râpant les lichens et seraient capable d'extraire les éléments nutritifs de la terre riche en humus. Les escargots ramassés et conservés dans des sacs ou des cartons par les femmes indigènes consomment les feuilles qui leur sont présentées: feuilles de banian (*Ficus sp.*), de "kohu" (*Intsia bijuga*), de figuier (*Ficus habrophylla*, Fam. Moracées), des feuilles très larges d'un arbuste (*Marathe macrocarpa*, Fam. Araliacées), des feuilles de "nid d'oiseau" (*Asplenium macrocarpa*, Fam. Araliacées), des feuilles d'une autre espèce de fougère (*Microsorium punctatum*, Fam. Polypodiées), d'un autre "genre de figuier" (*Elaeocarpus hortensis var. neocaledonica*, Fam. Elaeocarpacees).

2-3-7- Principaux prédateurs et parasites

a- les prédateurs

. Parmi les **vertébrés**, **l'homme** est le principal prédateur, par la pratique excessive de la cueillette qui épuise fortement le stock de bulimes, ainsi que par son action sur l'environnement (déclenchement de feux) qui contribue à amplifier la disparition des escargots dans le milieu naturel. Les autres mammifères connus comme prédateurs de l'escargot se

Tableau VIII : Age selon la hauteur de la coquille et hauteur selon l'âge chez *P. fibratus* en milieu naturel

| Taille (cm) | Age moyen (année) | Age (année) | Taille moyenne (cm) |
|-------------|-------------------|-------------|---------------------|
| 1 | 0,36 | 1 | 2,22 |
| 2 | 0,9 | 2 | 4,09 |
| 3 | 1,3 | 3 | 5,59 |
| 4 | 1,86 | 4 | 6,8 |
| 5 | 2,49 | 5 | 7,77 |
| 6 | 3,22 | 6 | 8,54 |
| 7 | 4,1 | 7 | 9,17 |
| 8 | 5,19 | 8 | 9,67 |
| 9 | 6,62 | 9 | 10,07 |
| 10 | 8,72 | 10 | 10,39 |
| 11 | 12,76 | 11 | 10,65 |
| - | - | 12 | 10,86 |
| - | - | 13 | 11,02 |
| - | - | 14 | 11,16 |
| - | - | 15 | 11,26 |

Tableau IX : Principaux résultats obtenus sur les pontes de 1995-1996 dans l'élevage expérimental de *Placostylus fibratus* à Port-Laguerre, Nouvelle-Calédonie

| Caractéristiques | Minimum | Maximum | Moyenne | écart-type | Nb de pontes |
|----------------------------|---------|---------|---------|------------|--------------|
| Nb oeufs / ponte | 36 | 357 | 163 | 87 | 13 |
| Durée d'incubation (jours) | 14 | 23 | 18 | 2,8 | 11 |
| Taux d'éclosion (%) | 53 | 97 | 72 | 19 | 11 |

rencontrent parmi les **rongeurs** (rats) et les **animaux domestiques divagants** (cochons et poules). Selon Pöllabauer (1995), certains oiseaux seraient également prédateurs (les colliers blancs (*Columba vitiensis hypoenochroa*), les pigeons verts (*Drepanoptila holosericea*), les notous (*Duculia goliath*)) et occasionnellement, des reptiles (geckos et lézards).

Chez les **invertébrés**, se trouve un prédateur redoutable, l'**escargot** *Ouagapia inequalis* qui s'attaque aux pontes et aux juvéniles. Avant que les populations naturelles de bulimes ne soient en danger, il existait un équilibre biologique qui aujourd'hui est rompu. L'*Ouagapia* perce la coquille des oeufs en la dissolvant et vide le contenu. Occasionnellement, l'achatine (*Achatina fulica*) peut manger des pontes. Des **insectes** coléoptères appartenant aux familles des *Carabides*, des *Silphides* et des *Ténébrionides* se nourrissent également d'oeufs ou de jeunes escargots de petite taille (moins de 15 mm). Les scorpions du genre *Hormurus* et deux espèces de crabes terrestres sont d'autres prédateurs des bulimes juvéniles.

b- les parasites

Le seul parasite détecté actuellement est un ver endoparasite, qui s'introduit dans l'organisme. Seuls les stades larvaires blancs s'accumulant dans l'hépatopancréas et les veines du système circulatoire ont pu être observés. Il est recommandé au consommateur d'escargots de l'Ile des Pins de les cuire suffisamment longtemps et à température élevée avant de les ingérer, car on ne sait pas actuellement si ce parasite peut être transmis à l'homme (Pöllabauer, 1995).

2-4- Premiers résultats d'élevage (Salas *et al.*, 1996)

Parallèlement aux mesures réglementaires visant à limiter le ramassage des bulimes, le développement de méthodes d'élevage apparaît comme une possibilité qui demande à être explorée. Celle-ci permettrait une exploitation en continu de la ressource (représentant un potentiel économique non négligeable pour les habitants de l'Ile des Pins) tandis que les populations naturelles de l'île seraient préservées. En effet, repeupler des régions où les populations de *Placostylus fibratus* ont presque disparu pourrait être rendu possible par un élevage qui réussit (procédé couramment utilisé aujourd'hui dans les stratégies de conservation).

Ainsi, en 1995, le CIRAD a initié un premier élevage expérimental sur la station de Port-Laguerre. Une salle climatisée en journée et une salle "en extérieur" avec un toit et des cloisons en grillage constituent les enceintes d'élevage.

2-4-1- La reproduction

Le statut de l'espèce (endémique et populations naturelles en voie de diminution) explique le nombre relativement faible d'animaux utilisés pour les essais.

a- pontes et éclosions

En 1995, 5 pontes ont été obtenues et 8 en 1996 pour un nombre moyen de reproducteurs présents sur l'année de 16 pour 1995 et 35 pour 1996. Le **taux de reproduction** (nombre de pontes /nombre de reproducteurs présents) est relativement faible: entre **20 % et 30 %**. Le **tableau IX** résume les principales caractéristiques des 13 pontes obtenues en 1995 et 1996.

Les reproducteurs sont élevés dans deux types de cages : des petites cages en plastique de 0,2 m² (0,5 m x 0,4 m) et des cages un peu plus grandes de 1,25 m² (0,5 m x 2,5 m), dont le substrat est constitué d'une petite couche de terre végétale et d'une litière de feuilles sèches (banian...). De plus, les cages sont équipées de pots de ponte de 8 cm de profondeur, remplis d'un mélange de terreau et de gravier. L'entretien consiste à retirer les déjections (tous les 2-3 jours), à arroser (2-3 fois/semaine), à renouveler l'aliment (son de blé additionné de carbonate de calcium (20 % de la MS)) et à changer l'eau des abreuvoirs. La moitié des reproducteurs (avec les deux types de cage) a été placée dans la salle climatisée en journée, l'autre moitié a été placée dans la "salle en extérieur". Les **taux de mortalité des reproducteurs** sont élevés (**40 %** en 1995 et **38 %** en 1996) : le maintien de ceux-ci en élevage, sur de longues périodes, est encore incertain. Une explication peut être trouvée dans la dégradation non maîtrisée des conditions d'élevage (notamment sur le plan pathologique) et/ou une incompatibilité de cette espèce à un confinement prolongé.

b- Elevage des infantiles en nurserie

Celui-ci est rendu difficile par le **comportement arboricole** marqué des nouveaux-nés : plus mobiles que les adultes, ils ont tendance à grimper le long des parois des cages et à s'y fixer. En l'absence de nourriture et d'humidité suffisantes, ils peuvent rester dans cette position et y mourir. De nombreuses techniques ont été réalisées en 1995 et 1996 pour l'élevage des infantiles en nurserie.

En 1995, les infantiles ont été placés dans des petites cages en moustiquaires (0,5 m x 0,4 m) avec un substrat en terre végétale et des petits blocs de calcaire. L'aliment concentré [son de blé + carbonate de calcium (20 % de la MS)] était distribué dans de petites mangeoires. L'épaisse couche de feuilles placée dans les cages a permis de limiter la montée des infantiles le long des parois ; ils y trouvent également un minimum de nourriture (moississures, petits débris végétaux...). Tant que les juvéniles n'ont pas atteint une taille suffisante (1 cm de longueur), les cages ne sont pas munies d'abreuvoirs. La charge biotique était faible (200 g/m²).

A un mois, les **taux de survie** étaient de **3 % à 11 %**. Fin 1995, le taux de survie moyen était d'environ **4 %**.

En 1996, les essais effectués ont permis de mettre en évidence la **nécessité d'une alimentation complémentaire** : les animaux qui n'en disposaient pas sont tous morts rapidement. Une amélioration des taux de survie par rapport à 1995 peut être observée mais celui-ci reste faible par rapport à ce qui est observé dans des élevages de Petits-gris (taux de mortalité de 40 % en moyenne au bout de 12 semaines chez *Hélix aspersa* élevé en bâtiment et en conditions contrôlées (Daguzan, 1982)). Comparer ces résultats aux taux de survie observés en milieu naturel permettrait de savoir s'il ne s'agit pas là d'une caractéristique de l'espèce. A 12 mois, ces animaux avaient à peu près les mêmes dimensions que ceux de 18 mois en milieu naturel.

2-4-2- L'embouche des juvéniles

Les essais réalisés avaient pour but initial de tester la capacité des juvéniles de *Placostylus fibratus* à supporter le confinement en élevage et à réaliser un minimum de

croissance avec une alimentation concentrée distribuée en mangeoires. Les autres objectifs étaient d'essayer de déterminer les conditions d'élevage les plus favorables possibles (type de cage, facteurs environnementaux...) ainsi que le régime alimentaire permettant les croissances les plus rapides.

a- Les essais

. Le premier essai visait à comparer l'efficacité de 2 types de régime alimentaires sur la croissance de 2 catégories d'animaux (moins de 3 ans et plus de 4 ans) :

-régime 0 : feuilles sèches uniquement (banian, faux-figuier...)

-régime 1 : feuilles sèches + aliment concentré en mangeoires

(son de blé + CaCO₃ (20 % MS))

Une mortalité importante a été observée sur les lots nourris avec le régime 0, qui essayait de s'approcher le plus possible des conditions rencontrées par les escargots en milieu naturel. Il est insuffisant pour assurer la survie des animaux et une croissance correcte. Le régime 1, quant à lui, maintient les animaux en vie et permet une croissance.

. Dans un deuxième essai d'embouche, d'autres types d'aliments ont été testés (afin d'augmenter la vitesse de croissance) ; l'effet des facteurs environnementaux (salle climatisée) sur la croissance a également été testé. Après avoir été regroupés en lots et placés dans des cages, la moitié des juvéniles sont disposés dans la salle ouverte à l'extérieur, l'autre moitié dans la salle fermée et climatisée de 10 h 00 à 18 h 00 (le pic de température en milieu de journée est supprimé, les températures diurnes sont maintenues entre 21 et 23 °C ; l'humidité pendant la journée reste voisine de 50-60 % alors qu'en milieu de journée elle est proche de 70-80 %). La climatisation avait pour but de se placer dans la zone de confort des escargots de l'Île des Pins (Salas *et al.*, 1997). Deux types de régimes ont été testés dans chacune des 2 enceintes d'élevage, l'un à base d'aliment concentré "poulet croissance", l'autre à base de farine de maïs. A la suite de ces essais, il apparaît que les 2 régimes testés ne sont pas bien adaptés pour l'embouche des juvéniles. La salle climatisée n'aurait eu aucun effet positif sur la croissance. La recherche sur des régimes particulièrement bien adaptés aux escargots de l'Île des Pins doit se poursuivre.

b- Discussion

Ces premiers essais d'embouche montrent que les croissances obtenues sont comparables à celles obtenues en milieu naturel (allongement de la coquille de 1 à 1,5 cm /an pour des animaux de 2 à 5 ans et de 0,4 à 0,7 cm pour des animaux de plus de 5 ans (Pöllabauer, 1995). L'allongement moyen de la coquille ainsi que le gain de poids enregistrés au cours du premier essai pour des juvéniles de plus de 4 ans est même supérieur aux données de terrain

Ce sont les bulimes adultes qui sont actuellement commercialisés (taille moyenne de 9 à 11 cm, poids de 70 à 80 g, ce qui correspond à des animaux de plus de 6 ans). Les délais sont longs pour des personnes voulant se lancer dans l'élevage. Salas *et al.* (1996) s'interrogent sur la catégorie d'escargot (en terme d'âge) qu'il serait le plus judicieux de commercialiser. En effet, d'abord la vente des adultes ne représenterait peut être pas le meilleur choix et ensuite le prélèvement de reproducteurs aurait une répercussion sur la dynamique des populations, la viabilité économique n'est pas facile à obtenir avec des animaux commercialisés aussi tardivement. La consommation d'animaux plus jeunes, de 6-7 cm pour un poids de 25-30 g (= des juvéniles de 3-4 ans en milieu naturel) pourrait être envisagé. Cela

correspondrait au calibre auquel les escargots européens sont vendus; une étude de marché sur ce nouveau produit serait nécessaire afin de savoir si les consommateurs néo-calédoniens sont prêts à modifier leurs habitudes.

2-4-3- Mise en place de fermes expérimentales à l'Ile des Pins (Salas et al., 1996)

La mise en place de fermes pilotes sur l'île poursuit un double objectif :

- profiter de la connaissance empirique des habitants pour lever les derniers obstacles techniques à l'élevage
- habituer les habitants à la notion d'élevage et montrer qu'il est envisageable de passer d'un statut de cueilleur à un statut d'éleveur.

Un minimum d'indications et de conseils est donné aux éleveurs volontaires afin de leur laisser un maximum d'initiatives. Tous ont opté pour un parc de reproduction situé près des habitations, en bordure de forêt ou dans la forêt même (cas d'un éleveur).

2- Le genre *Placostylus* dans le Pacifique.

Le cas de la Nouvelle- Zélande

Les escargots terrestres du genre *Placostylus* se rencontrent seulement dans le Pacifique Sud-Ouest (dans les îles du plateau mélanésien), souvent sous la forme de quelques populations relictuelles : Nouvelle-Calédonie, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Vanuatu, îles Salomon, Fidji et le nord de la Nouvelle-Zélande. La distribution actuelle des *Placostylus* serait probablement le résultat d'une dispersion dans des portions de terres qui auraient été réunies dans le passé au sein du continent Gondwana. Les bassins océaniques dans le Pacifique Sud-Ouest se sont formés durant le tertiaire (Crétacé) ; la phylogénie et la zoogéographie des *Placostylus* refléteraient le moment de la fragmentation puis de la séparation de ces terres à l'intérieur de cette région.

1- Espèces présentes

Menacées, les 3 espèces et 14 sous espèces de *Placostylus* endémiques à la Nouvelle-Zélande sont désormais protégées. L'intérêt scientifique porté par ce pays pour ces escargots permet d'enrichir les connaissances (en milieu naturel et en élevage) sur le genre concerné (la littérature sur les *Placostylus* étant relativement pauvre).

Les espèces rencontrées sont :

- *Placostylus bollonsi*,
- *Placostylus hongii*,
- *Placostylus ambagiosus*.

En Nouvelle-Zélande, les causes de déclin des populations sont nombreuses : destruction de l'habitat, modification de cet habitat engendrées par des animaux domestiques ou sauvages (moutons, vaches, chevaux, porcs, opossum) et/ou prédation par des mammifères introduits (rats, porcs, hérissons...). La cueillette par l'homme d'animaux vivants pour leur coquille aurait également un impact.

2- Eléments de biologie observés en milieu naturel ou en captivité (Penniket, 1981)

Il existe très peu d'informations sur la biologie et l'écologie des *Placostylus*.

2-1- Habitat / Alimentation

Côtières, les populations de *Placostylus* se rencontrent dans les forêts dominées par des espèces d'arbres à larges feuilles. Ces populations couvrent des superficies de 0,3 à 5 ha mais n'y sont pas uniformément réparties. En général, la distribution et l'abondance des escargots sont fortement influencées par la distribution de la couche de terre au sol ainsi que par les variations locales de la profondeur de la litière végétale (recherche d'un environnement favorable). Pour comparaison, Butler (1976) montra que la distribution d'*Helicella virgata* (Helicidae) dépend des espèces d'arbres présentes. La litière sous certains d'entre eux étant peu nutritive, les escargots s'y font rares. Des expériences menées sur des escargots en captivité indiquent que ceux-ci mangent indifféremment des feuilles de couleur verte, jaunes ou marrons (sèches). Une étude sur *Helicella virgata* mentionne que cet escargot consomme toute une gamme d'items alimentaires dont la litière végétale, les algues, les champignons et les micro-organismes font partie (Pomeroy, 1969). Les *Placostylus* préfèrent quelques espèces d'arbre en particulier ; cela pourrait être mis en relation avec la quantité d'éléments nutritifs contenue dans les feuilles.

2-2- Activité

Aucun escargot actif pendant la journée n'a pu être observé. L'activité journalière peut être induite chez des individus en captivité ou en milieu naturel lorsque ceux-ci sont manipulés. L'observation de *Placostylus* actifs a pu être effectuée la nuit sur plusieurs sites (ils se rétractent vivement dans leur coquille si une lumière brille au dessus d'eux). En une nuit, les **déplacements** peuvent être de l'ordre de **20 cm à 40 cm**. Il existerait une relation entre l'intensité de l'activité et les conditions climatiques (la sécheresse étant un facteur inhibant).

Le **comportement nocturne des *Placostylus*** apparaît comme étant une stratégie pour éviter les hautes températures de la journée, les effets de la sécheresse et échapper aux prédateurs.

L'observation des escargots en captivité montre qu'ils recherchent activement des zones possédant un couvert de feuilles. Ce genre de comportement leur permet d'atteindre un microclimat favorable à la conservation de l'humidité corporelle et constitue également un moyen d'échapper aux prédateurs pendant la journée.

Beaucoup de **nouveaux-nés** (jusqu'à une taille de 11 mm) peuvent être observés en état d'**estivation** durant les périodes sèches : un fin film de mucus sec scelle souvent l'ouverture de la coquille à une feuille. Cet état permet de minimiser les pertes en eau. L'ouverture constitue le principal site de déshydratation (les pertes d'eau au travers de la coquille étant très lentes). Les pertes d'eau des escargots en estivation se font à un taux plus faible que lorsqu'ils sont actifs. L'épaisse coquille, la taille relativement réduite de l'ouverture ainsi que la capacité à se réfugier rapidement sous la terre et les feuilles font que les *Placostylus* adultes n'éprouvent pas le besoin d'estiver contrairement aux juvéniles. Une

protection contre la dessiccation est obtenue en enfonçant l'avant de la coquille dans le sol afin d'en dissimuler l'ouverture (Powell, 1979; Penniket, 1981; Parrish *et al.*, 1995).

Les *Placostylus* sont caractérisés par un très **faible taux de dispersion (1 à 3 m par an)** ; des escargots ont même été retrouvés dans la même crevasse, sous le même arbuste un an après leur marquage. Le taux de dispersion des juvéniles et leur distribution seraient plus limités que ceux des adultes. En effet, une plus grande proportion de jeunes a été retrouvé à l'endroit où ils ont été initialement marqués. Une telle stratégie (faible dispersion) représente un avantage sélectif pour un organisme dépendant d'un approvisionnement en une ressource stationnaire. Pour comparaison, l'escargot prédateur *Paryphanta busbyi* peut parcourir 21,5 m en 2 semaines.

Les **infantiles** de *P. hongii* et de *P. ambagiosus* peuvent être trouvés dans la litière de feuilles dans la plupart des lieux où des adultes sont présents. Ils présentent également un **comportement arboricole** : Penniket (1981) a pu observer quelques juvéniles de *P. hongii* (< 11 mm) sous des feuilles en hauteur (de 0,71 m à 4,28 m du sol) ainsi que des juvéniles de *P. ambagiosus* (d'environ 10 mm de longueur) à 10 cm du sol, sur un arbuste. Quelques uns d'entre eux avaient encore des morceaux de la coquille de l'oeuf dont ils provenaient, collés à leur coquille, indiquant que leur ascension sur la plante se serait effectuée peu de temps après l'éclosion. La plupart des escargots arboricoles ont été trouvés en état d'estivation. Solem (1959) a constaté ce genre de comportement chez des espèces apparentées aux *Placostylus* dans d'autres parties du Pacifique. Un tel mode de vie peut être interprété comme une réponse aux gradients environnementaux (les températures diminuent lorsque l'altitude augmente, cependant l'humidité chute également) et permet d'échapper aux températures estivales. En captivité, cela se traduit par la présence d'escargots sur les parois du terrarium.

2-3- Reproduction

Selon de nombreuses observations, la période de reproduction des *Placostylus* en Nouvelle-Zélande s'étendrait autour de l'**été** (de nombreux nids de ponte ont été trouvés de la fin de l'été à la moitié de l'automne). Chez *P. hongii* et *P. ambagiosus* les accouplements peuvent durer 10 heures ou plus. Ces derniers semblent déclenchés par les conditions climatiques (précipitations) et ont probablement lieu chaque année sauf durant les périodes de sécheresse. Les escargots peuvent s'accoupler plusieurs fois avec différents partenaires (Parrish *et al.*, 1995). L'âge à la **maturité sexuelle** est de l'ordre de **3 à 5 ans** (lèvre coquillière s'épaissit, croissance cesse).

L'**hermaphrodisme** des *Placostylus* correspondrait à une adaptation pour faire face à une faible densité : ces animaux se déplaçant très peu, les rencontres sont peu fréquentes. Ainsi, ce mode de reproduction représenterait un avantage dans la colonisation de nouvelles étendues. L'auto-fécondation chez *P. ambagiosus* existerait : après sa mise en captivité, un individu a produit des oeufs viables durant trois ans et demi (Penniket, 1981).

Des observations de terrain sur un couple de *P. hongii* ont montré que le temps séparant l'accouplement des premières pontes rencontrées dans le site d'étude était de l'ordre de **5 mois**. Les *Placostylus* pondent des oeufs à fine coquille calcaire, de forme ovale et de couleur chamois ; leur taille, chez *P. ambagiosus* et *P. hongii*, varie de 5,7 mm x 3 mm à 6,6 mm x 5,4 mm. De 20 à 30 oeufs sont déposés dans un nid de ponte, dépression au sol de 20 mm environ de largeur et de profondeur, et recouvert par 10 à 15 mm de terre et de feuilles. *P. bollonsi* est connu pour pondre un petit nombre d'oeufs d'une taille relativement grosse (jusqu'à 18 mm en longueur). Le site de ponte est un facteur important pour la survie des

jeunes éclos. Les **périodes d'incubation** des oeufs de *Placostylus* sont mal connues. Les observations effectuées en captivité sur les oeufs d'un même nid de *P. ambagiosus* montrent l'existence d'une **grande variabilité (6 à 15 semaines)**. Ces mêmes données sont rapportées pour *P. hongii*, par Parrish et al. (1995). A l'éclosion, les infantiles possèdent une coquille fine et translucide qui s'épaissira rapidement lors de la croissance. A l'émergence de l'oeuf, leur taille est de **5 mm à 7 mm** chez *P. ambagiosus* et *P. hongii*. Des morceaux de coquille restent souvent adhérents au jeune escargot durant plusieurs jours.

D'une saison à l'autre, le **succès de la reproduction peut être variable** : certaines années le nombre de nids et d'infantiles trouvés est nettement supérieur aux années précédentes.

2-4- Croissance et performances

Selon Parrish et al., (1995), *P. hongii* et *P. ambagiosus* ont une durée de vie de 20 ans ou plus ; celle de *P. bollonsi* serait d'au moins 8 à 10 ans. Cette longévité correspondrait à une stratégie pour compenser le faible niveau de recrutement de la population de reproducteurs.

En conditions défavorables (sécheresse, basses températures) la croissance cesse complètement ou est très réduite. En milieu naturel, elle est de l'ordre de 1 mm à 4 mm par mois : la croissance est étroitement liée à l'humidité de la litière de feuilles et du sol (l'humidité favorisant la croissance). Les escargots atteindraient le stade adulte au bout de 3 à 6 ans environ (épaississement de la lèvre coquillière). Bien que les taux de croissance des *Placostylus* soient soumis à des variations saisonnières, la croissance se poursuit tout au long de l'année. En captivité, les taux maximums de croissance obtenus indiquent que, dans des conditions favorables, les escargots parviendraient à la taille adulte en 2-3 ans. Après que la croissance linéaire ait cessé, la calcification de la coquille continue : la lèvre coquillière s'épaissit, le poids de la coquille augmente. Les *P. bollonsi* juvéniles peuvent présenter une croissance en longueur de 25 à 30 mm par an et atteindre la taille adulte à l'âge d'environ 3 ans. Chez les *Placostylus* adultes, le bord s'épaissit de **0,1 mm à 0,2 mm par an**.

L'étude des caractères biométriques chez les *Placostylus* montre que le poids vif des escargots augmente de façon logarithmique avec la longueur. Des individus de même longueur peuvent avoir des poids très différents à cause de la proportion de coquille ainsi que d'un niveau d'hydratation des animaux différent à la pesée. Une étude statistique montre l'existence de corrélations partielles significatives entre l'épaisseur de la lèvre coquillière et le poids de la coquille (effet de la calcification) ainsi qu'entre la longueur de cette coquille et son poids.

2-5- Mortalité

Le taux de mortalité des *Placostylus* est fonction de la taille de l'animal (Penniket, 1981) : il est extrêmement élevé chez les infantiles (5 à 30 mm) mais diminue ensuite rapidement. Une forte mortalité le mois suivant l'éclosion a déjà été rapportée pour d'autres pulmonés terrestres (Chatfield, 1968).

La mortalité extrêmement forte observée chez les jeunes éclos doit être mise en relation avec le rapport existant entre la grande taille de l'ouverture chez ceux-ci et la longueur de la coquille, ainsi qu'avec la petite quantité d'énergie qu'ils ont en réserve. Ces escargots sont alors très sensibles à la dessiccation. Si des conditions favorables à l'activité ne

surviennent pas à intervalles fréquents, la petite quantité d'énergie en réserve s'épuise rapidement.

Au-delà d'une longueur de 25 à 30 mm les taux de mortalité chutent : ils sont estimés de 17 % à 25 % pour des tailles de 30 mm à la taille adulte chez *P. ambagiosus* et *P. hongii*. Chez les adultes, ces taux sont de 3 % à 12 %. Cette mortalité est "concentrée" autour d'une taille de l'épaississement qui correspondrait au moment de la sénescence des escargots ; les facteurs physiques auraient donc peu d'effets sur la mortalité dans cette classe d'âge. Chez *P. bollonsi*, au moins 60 % des escargots n'atteindraient pas le stade adulte ; les taux de mortalité des nouveaux-nés seraient significativement plus importants que ceux observés parmi les juvéniles de plus grande taille (Parrish et al. (1995).

L'étude des facteurs contribuant à la mortalité naturelle a été menée en observant les taux très élevés obtenus en captivité pour *P. hongii*. Celle-ci est importante chez les jeunes. Il semblerait qu'une diminution de l'humidité et qu'une augmentation des températures soient les facteurs en question. Cependant, les escargots en captivité de 5 mm à 30 mm meurent également pendant des périodes où une abondante couche de feuilles, même humide, est présente : d'autres facteurs influenceraient donc cette mortalité. Pomeroy (1965) travaillant sur *Helicella virgata* suggère que la mort intervient suite à l'épuisement des réserves en énergie, après de longues périodes d'inactivité. Cela est en accord avec le fait que l'activité des *Placostylus* en captivité aurait cessé plusieurs semaines avant la mort.

3- Mesures de protection

Le déclin des populations se *Placostylus* mobilise le Département de la Conservation des Espèces Menacées de Nouvelle-Zélande : un plan de sauvegarde ("recovery-plan") a été mis en place (Parrish et al., 1995). Le but, à long terme, dans la conservation des *Placostylus* est de préserver et d'augmenter les populations dans leur milieu naturel. A court terme, le plan de sauvegarde doit permettre d'empêcher la disparition de la plupart des sous-espèces ou des populations génétiquement distinctes.

Les objectifs immédiats sont (Parrish et al., 1995) :

- agir sur l'habitat, en l'améliorant (ex : planter des plantes nourricières)
- contrôler la prédation
- développer la recherche
- étudier et suivre les populations afin d'établir leur distribution abondance et leur évolution

Des essais visant à contrôler la prédation ont été menés (Sherley et al, 1997) : l'empoisonnement des rongeurs, de façon pulsatile et répétée, dans des zones où vivent des *Placostylus* est bénéfique aux populations (augmentation du recrutement).

A plusieurs reprises, des tentatives pour maintenir quelques *Placostylus* en captivité ont été réalisés en Nouvelle-Zélande, mais seuls Ian Stringer et Liz Grant (Department of Ecology, Massey University) sont parvenus à garder des *Placostylus* adultes jusqu'à ce qu'ils aient pondus et élever les juvéniles jusqu'à l'âge adulte (Stringer et al., 1994). Dans la plupart des autres cas, après avoir été capturés, les escargots mourraient dans un délai d'un an (annexe 3).

DEUXIÈME PARTIE

PARTIE EXPERIMENTALE

**ÉTUDE DU COMPORTEMENT ET CONTRIBUTION A LA MISE
AU POINT DE METHODES D'ELEVAGE DE L'ESCARGOT DE
L'ILE DES PINS**

A- MATÉRIEL ET MÉTHODES

1- L'élevage expérimental de la station de Port-Laguerre

L'objectif des différents essais mis en place était de mieux connaître le comportement de l'escargot de l'Île des Pins en élevage et la manière dont ces animaux "organisent" leur journée : importances respectives des différentes activités (déplacement, alimentation...) pendant un cycle de 24 heures, répartition de ces activités au cours du temps, amplitude des déplacements dans les cages. Un autre objectif de ces essais était d'analyser l'effet d'une modification des facteurs environnementaux (salle d'élevage climatisée) sur le comportement des Escargots de l'Île des Pins, notamment afin de savoir si ces modifications pouvaient induire une augmentation de l'activité des escargots (augmentation qui pourrait se traduire à terme par des croissances plus rapides et par un niveau de reproduction plus élevé).

1-1- Les essais réalisés

Les essais 2 et 3 (juin 1997) s'inscrivent dans la continuité de l'essai 1 mené en janvier-février 1997 (Salas *et al.*, 1996).

1-1-1- Essai 1

* escargots

Deux catégories d'escargots ont été prises en compte afin de mettre en évidence d'éventuelles différences selon l'âge : 26 adultes de plus de 4 ans et 19 juvéniles de 2 à 3 ans.

* types de cage

Les lots de juvéniles ont tous été conduits dans des cages en plastique ou en toile moustiquaire ayant une surface au sol de 0,2 m² (0,5 m x 0,4 m). Pour les adultes, deux types de cage ont été testés : la moitié d'entre eux a été conduite dans le même type de cage que les juvéniles, l'autre moitié dans des cages plus grandes (0,5 m x 2,5 m). Dans tous les cas, la charge biotique dans les cages était d'environ 1,5 kg/m².

Le substrat dans les cages a été le même pour tous les lots (terre végétale avec des petits blocs de calcaire) et toutes les cages sont équipées d'abreuvoirs et de mangeoires. Le régime alimentaire est composé de feuilles sèches déposées sur le substrat et d'aliment concentré distribué dans les mangeoires (son de blé + CaCO₃ à 20 % MS + vitamines et oligo-éléments).

* salle d'élevage

La moitié des cages de juvéniles et des cages d'adultes a été disposée dans une enceinte intérieure (salle "climatisée") : celle-ci permet le **contrôle de la température et de l'éclairage de 10 h 00 à 18 h 00**. L'autre moitié des cages est disposée dans une salle ouverte à l'extérieur avec un toit et des cloisons en grillage (salle en "extérieur").

1-1-2- Essai 2

* escargots

Deux catégories d'escargots sont là encore prises en compte afin de visualiser d'éventuelles différences selon l'âge : 12 adultes et 8 juvéniles de 2 à 3 ans.

* type de cage

Deux lots de 4 juvéniles chacun ont été placés et suivis dans des cages en plastique ayant une surface au sol de 0,2 m². Les adultes, quant à eux, ont été observés dans une cage plus grande (0,5 m x 2,5 m). La charge biotique était d'environ 1,5 kg/m².

Le substrat, l'équipement des cages (abreuvoirs, mangeoires...) ainsi que le régime alimentaire sont identiques à ceux de l'essai 1.

* salle d'élevage

L'ensemble des cages a été disposé dans l'enceinte intérieure **climatisée** (contrôle de la température et de l'éclairage) **et humidifiée** (grâce à un humidificateur) de 9 h 00 à 17 h 00.

1-1-3- Essai 3

* escargots - type de cage

Les animaux sont les mêmes que dans l'essai 2 ; ils ont été suivis dans les mêmes cages (substrat, équipement... identiques).

*salle d'élevage

L'essai 3 a été conduit dans l'enceinte intérieure dans laquelle une **inversion du jour et de la nuit** est réalisée. Ainsi, l'**éclairage** se déclenche de 18 h 00 à 6 h 00 (**jour artificiel**) et s'arrête de 6 h 00 à 18 h 00 (**nuit artificielle**). De plus, la **climatisation** (contrôle de la température) et l'**humidification** interviennent de 10 h 00 à 15 h 00 (pendant la nuit artificielle).

1-2- Rythme et nature de l'information collectée

1-2-1-essai 1

Les escargots ont été suivis pendant 4 cycles de 24 heures à une semaine d'intervalle, soit 4 répétitions. Lors des répétitions 1 et 3 les animaux ont été observés toutes les 20 min.. Lors des répétitions 2 et 4, ils ont été observés toutes les 30 min.. Deux équipes de deux personnes se relayent toutes les 6 heures.

1-2-2-essai 2

Cet essai comprend 2 répétitions. A la première (le 12/06/97), l'humidificateur avait été installé la veille. La deuxième (le 17/06/97) s'est déroulée après que les escargots aient subi le régime climatisation + humidification (de 9 h 00 à 17 h 00) durant environ une semaine. Les animaux ont été observés toutes les 20 min. durant ces cycles de 24 heures.

1-2-3-essai 3

Deux répétitions ont également été effectuées : la première (le 25/06/97), deux jours après la mise en place de l'inversion jour/nuit (et climatisation + humidification de 10 h 00 à 15 h 00) ; la deuxième (le 27/06/97), cinq jours après que les animaux aient subi le même régime d'inversion. Durant ces cycles de 24 heures les animaux ont été observés toutes les 20 min..

Pour tous les essais, et à chaque observation, les informations suivantes ont été relevées :

- pour chaque escargot, localisation spatiale dans la cage et nature de l'activité,
- température et humidité dans la salle.

Afin de faciliter la localisation spatiale des escargots dans les cages, celles-ci ont été recouvertes par un quadrillage horizontal en fil fin avec des mailles de 10 cm de côté. Numérotées, les lignes et colonnes ainsi formées ont permis de positionner les escargots dans une maille ou une autre lors des observations. Lorsque les escargots ont été localisés en hauteur sur la paroi des cages, l'information a également été notée.

Quatre types d'activités ont été retenus pour décrire le comportement des escargots au cours de cet essai : **inactif** (dans la coquille), **déplacement**, **alimentation** et **abreuvement**. Les animaux rencontrés dans les mangeoires et abreuvoirs ont permis de relever les deux dernières activités. L'alimentation a pu également être appréciée de façon auditive (bruit caractéristique de la radula des escargots attaquant les feuilles sèches faisant partie de leur régime alimentaire).

1-3- Traitement des données

Des analyses descriptives ont été réalisées sur les variations des facteurs environnementaux et sur les proportions respectives des différents types d'activité, ainsi que sur leur répartition au cours du nyctémère.

Le traitement statistique des données a été effectué grâce au logiciel SPSS/PC+ (Version 5.0, 1993) : pour l'essai 1, des analyses de variance ont été réalisées en considérant comme variables les proportions respectives des différents types d'activité et comme facteurs explicatifs la salle d'élevage et la répétition (et, pour les adultes seulement, le type de cage). Préalablement, les variables ont été transformées en considérant l'arc sinus de la racine carrée du pourcentage.

Des analyses de variance ont également été réalisées sur la variable distance parcourue en 24 heures avec les mêmes facteurs explicatifs.

2- Le travail effectué "in situ" à l'Ile des Pins

Les rythmes d'activité de *Placostylus fibratus* sont très mal connus, ce qui nuit beaucoup à son élevage. Le travail effectué sur l'Ile des Pins avait pour but de mieux connaître le comportement de cet escargot dans son milieu naturel (activité journalière, mouvements...). En effet, cette connaissance est un préalable à toute tentative de mise en captivité.

L'étude s'est déroulée avec les Dr. Ian Stringer (Department of Ecology, Massey University, Nouvelle-Zélande), M. Salas (CIRAD, Nouvelle-Calédonie) et C. Pöllabauer (agence ERBIO, Nouméa, Nouvelle-Calédonie). Ian Stringer essaie depuis quelques années d'élever des *Placostylus* dans le but de réintroduire l'espèce dans des régions (en Nouvelle-Zélande) où il a disparu depuis longtemps. Dans un contexte plus général, cette mission de collaboration avec la Nouvelle-Zélande permet un échange d'informations dans la mise au point de méthodes d'élevage, dans l'étude de la biologie et de l'écologie de ces escargots (connaissances importantes pour la compréhension générale du mode de vie de ces animaux) et en matière de conservation (aménagement du milieu...).

2-1- Site et période d'étude

L'étude s'est déroulée dans le milieu de vie de *Placostylus fibratus* sur l'île : la forêt primaire humide. Le site correspond à une zone où les escargots sont encore aujourd'hui trouvés en nombre relativement élevé. L'emplacement choisi se situe à environ 45 minutes de marche à partir de l'entrée dans la forêt. Neuf jours d'observations (du 1 au 10 juillet 1997) ont été effectués.

2-2- L'étude comportementale

2-2-1- Les escargots, les suivis

Sur le site d'étude, les escargots ont été recherchés dans un quadrat de 100 m² ; 30 animaux, adultes et sub-adultes, ont été trouvés. Les deux espèces de *Placostylus* présentes à l'Ile des Pins ont été prises en compte (étude comparative) : 27 *Placostylus fibratus* et 3 *Placostylus porphyrostomus* ont été récoltés.

Les mouvements journaliers de 11 escargots (parmi les 30) ont été suivis grâce à des bobines de fil miniatures (de type machine à coudre) attachées sur chacun d'entre eux (**figure 6**). Celles-ci ont été fixées temporairement sur leur coquille grâce à du fil et de la colle. L'extrémité du fil de ces bobines a été attachée à un petit piquet "repère" planté dans le sol à côté de l'escargot (le déroulement du fil de la bobine permettant de visualiser le trajet parcouru par l'escargot). De plus, ces escargots ont été identifiés de façon individuelle : un numéro leur a été attribué (chiffre inscrit sur un morceau de papier appliqué sur la coquille, fixé et protégé par du scotch et un film plastique). Ce numéro a également été reporté sur un drapeau fixé au piquet "repère" retenant le fil de la bobine.

Le reste des animaux a aussi été suivi de façon individuelle : un numéro leur a été attribué sur un long morceau de ruban de couleur vive collé sur la coquille et traînant derrière l'escargot lors de ses déplacements. La couleur vive du ruban (rose) permet de faciliter la localisation du bulime dans la forêt lors des recherches. Ce numéro a également été reporté

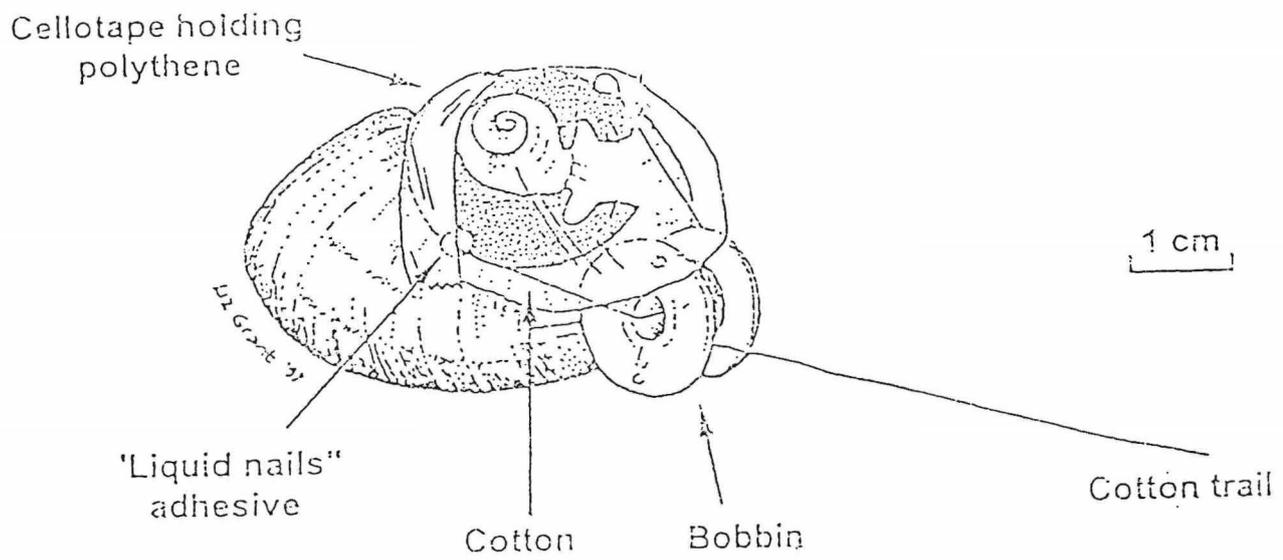


Figure 6 : Dispositif permettant de suivre les déplacements des escargots *in situ* à l'Île des Pins (méthode de la bobine de fil)

(Source : Stringer *et al.*, 1997)

sur un drapeau placé sur un piquet "repère" planté à côté de l'escargot (replacé après manipulation dans sa position initiale).

2-2-2- Rythme et nature des informations collectées

Les escargots ont été suivis pendant les 9 jours passés sur le terrain.

a- Le premier jour

La localisation de tous les escargots (ainsi que celle des pontes découvertes) a été notée, en les positionnant par rapport à 3 arbres repères à l'intérieur du quadrat : la distance et la direction des animaux par rapport à ces arbres ont été relevées. De plus, la position initiale de chaque escargot (identifié par son numéro) est signalée par son piquet "repère" (muni d'un drapeau identiquement numéroté) : les déplacements des animaux par rapport à cette position ont pu être étudiés.

b- Suivi intensif : cycles d'observations de nuit

Trois cycles d'observations la nuit (de 17 h 00 à 6 h 00) ont été organisés (2/3 ; 4/5 et 8/9 juillet 1997). Durant ces cycles, les escargots ont été observés toutes les heures. A chaque observation, les informations suivantes ont été relevées :

- pour chaque escargot retrouvé la nuit, localisation spatiale et activité
- température et humidité.

La lumière blanche et vive pouvant représenter un facteur de perturbation et de dérangement pour les bulimes, leur recherche et leur observation la nuit ont été effectuées grâce à une lampe émettant une lumière tamisée (rouge). Le maximum d'escargots est recherché et suivi (le principal obstacle restant leur localisation à cause de la visibilité réduite dans la nuit). Ainsi, d'une nuit à l'autre le nombre d'animaux étudié peut être variable (9 individus la première nuit, 15 la seconde et 16 la troisième). Chaque heure, le déplacement éventuel des escargots a été matérialisé par l'apposition d'une marque au sol (en papier) déposée à côté de ceux-ci (au nouvel endroit atteint au moment de l'observation). A la fin d'un cycle de nuit, la succession des différentes marques a permis d'apprécier le cheminement des animaux.

Le comportement des escargots a été décrit selon différents types d'activité : déplacement, alimentation, inactif dans la coquille, pied en partie à l'extérieur... La distribution des mollusques au sol a été notée : épaisseur de la litière de feuilles qui leur permet de se dissimuler, nature de l'abri choisi (racine, caillou...).

Le matin, les escargots doivent être recherchés (opération rendue difficile par la couleur brune des coquilles qui se confondent avec le milieu forestier).

Un schéma des déplacements est réalisé grâce aux repères de papier qui ont permis de marquer le "chemin" effectué durant la nuit : du drapeau signalant la position d'origine, à la position finale de l'escargot sont notées les distances parcourues et les directions prises au

cours du trajet (les marques de papier déposées la nuit signalent les différentes ruptures dans la trajectoire suivie).

c- Suivis quotidiens

Les mouvements sont également suivis journalièrement.

Pour tous les escargots, la distance entre la position de la veille et la position du jour d'observation (distance "point à point"), ainsi que la direction suivie par rapport à l'ancienne position enregistrée (la veille) ont été prises tous les matins. Il s'agit d'une **distance minimale théorique** (= ligne droite entre les deux positions à 24 heures d'intervalle), l'escargot ayant pu effectuer une distance plus grande entre les deux points.

Pour les escargots suivis avec une bobine, la longueur de fil déroulé est relevée afin d'évaluer les déplacements de la journée précédente (la direction est là encore notée). Cette distance, prenant en compte la sinuosité du trajet effectué (zigzags) permet d'approcher la distance réellement effectuée (celle-ci sera appelée **distance "effective"**).

Le piquet "repère" servant à visualiser la position initiale doit être replacé, chaque jour, à côté du nouvel emplacement de l'escargot afin de suivre ses déplacements ultérieurs.

2-2-3- Analyse des données

Des analyses descriptives ont été réalisées sur les proportions respectives des différents types d'activité, ainsi que leur répartition au cours du nyctémère. Le traitement statistique des données a été effectué grâce au logiciel SPSS/PC+ (Version 5.0, 1993).

B- RÉSULTATS

1- Les essais réalisés à Port-Laguerre

1-1- Les facteurs environnementaux

1-1-1-essai 1

Les **figures 7, 8, 9 et 10** représentent les variations de la température et de l'humidité au cours des différents cycles de 24 heures, dans les deux types de salle d'élevage (les répétitions avec le même rythme d'observation ont été regroupées (1 et 3; 2 et 4).

En extérieur, une humidité relativement constante et assez élevée (hygrométrie entre 70 et 90 %), avec une légère diminution entre 9 h 00 et 16 h 00 peut être observée : l'essai s'est déroulé en janvier-février, saison chaude et humide en Nouvelle-Calédonie. Les variations enregistrées sur la température sont plus importantes : un pic entre 11 h 00 et 17 h 00 avec des températures avoisinant les 30 °C, et un rafraîchissement pendant la phase nocturne ont été enregistrés. Selon la fréquence des averses pendant la nuit, les températures peuvent se rapprocher de 20 °C.

La climatisation de la salle intérieure engendre 2 effets principaux. Pour la température, le pic de milieu de journée disparaît et les températures diurnes deviennent comparables aux températures nocturnes (entre 20 et 22 °C). Pour ce qui est de l'humidité,

Figure 7 : Variations de la température et de l'humidité en salle "extérieure" au cours du nyctémère (répét. 1 et 3)

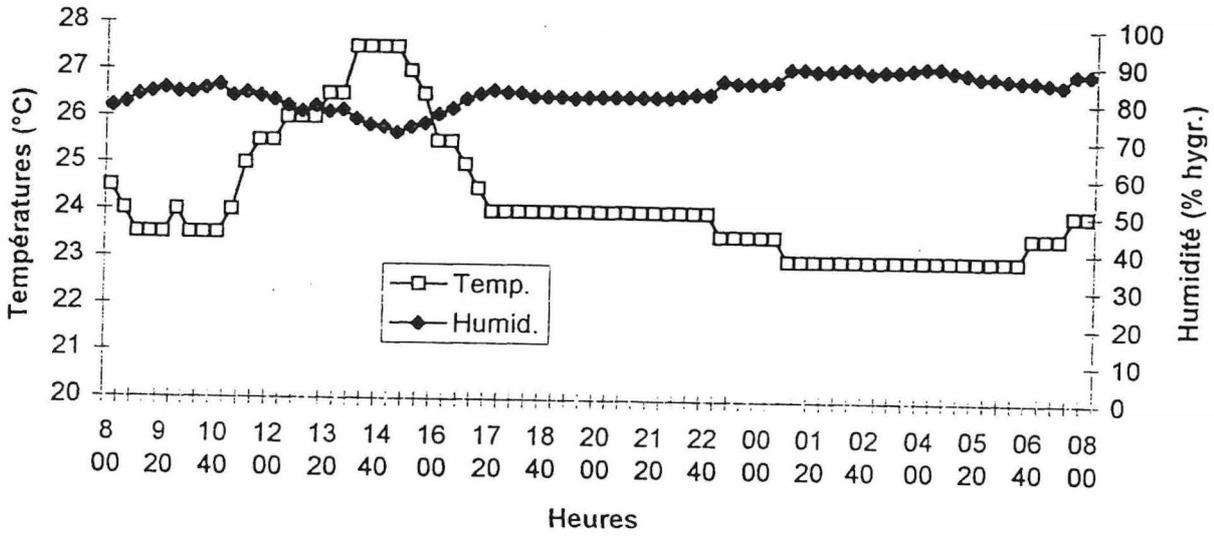


Figure 8 : Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nyctémère (répét. 1 et 3)

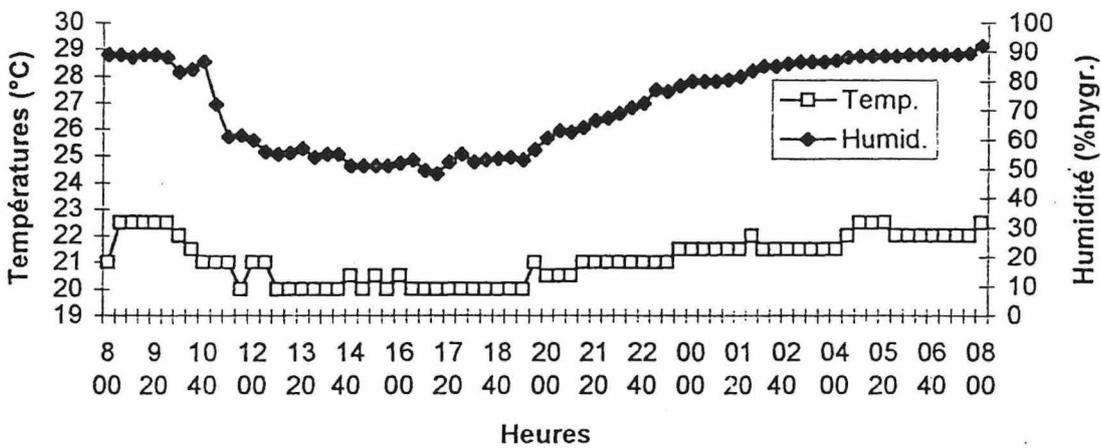


Figure 9 : Variations de la température et de l'humidité en salle "extérieure" au cours du nyctémère (répét. 2 et 4)

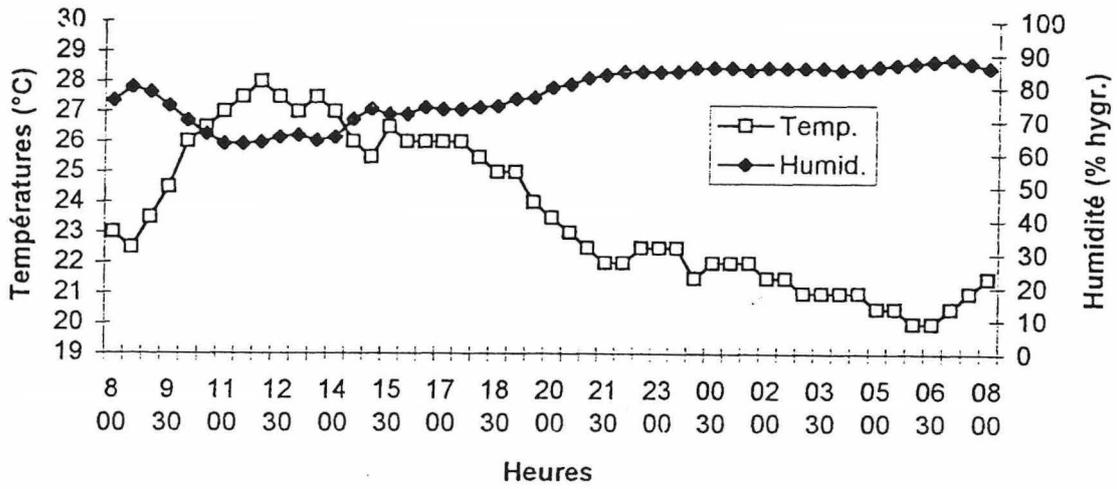
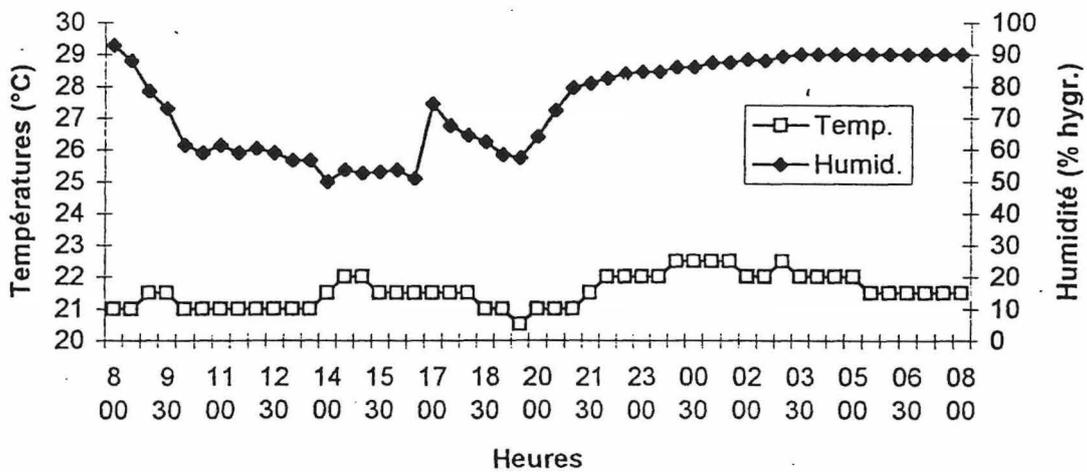


Figure 10 : Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nyctémère (répét. 2 et 4)



un effet net de la climatisation peut être noté : celle-ci n'est plus constante au cours du nyctémère et une diminution entre 10 h 00 et 20 h 00 peut être enregistrée (hygrométrie proche de 50 % pendant plusieurs heures). Une certaine inertie existe entre l'arrêt de la climatisation et la remontée de l'humidité.

1-1-2- essai 2

Les variations de la température et de l'humidité au cours des 2 cycles de 24 heures dans la salle climatisée sont représentées dans les **figures 11 et 12**.

La climatisation et l'humidification de la salle intérieure maintiennent de basses températures avec une humidité élevée au cours du nyctémère. De 9 h 00 à 17 h 00 un rafraîchissement est enregistré [les températures lors de la première répétition deviennent plus basses que celles de la deuxième (respectivement 17 °C et 18 °C)]. Globalement, les températures diurnes et les températures nocturnes deviennent comparables (17 à 19 °C). L'humidité est tenue à un niveau constant et élevé tout au long des cycles d'observations (hygrométrie de 90 %).

1-1-3- essai 3

Les variations de la température et de l'humidité au cours des deux cycles de 24 heures sont représentées dans les **figures 13 et 14**.

Au cours de ces inversions jour / nuit, les températures nocturnes et les températures diurnes deviennent comparables (environ 20 °C). Cependant, de 10 h 00 à 16 h 00 (nuit artificielle) la climatisation permet un léger rafraîchissement. Globalement, les températures enregistrées au cours de la première répétition (27/06/97) sont légèrement plus fraîches que celles du 25/06/97.

L'humidité est maintenue à un niveau élevé (hygrométrie de 85-90 %) tout au long des nyctémères.

1-2- L'activité des escargots de l'Ile des Pins

1-2-1- Essai 1

Le **tableau X** présente la répartition globale des différents types d'activité au cours du nyctémère. D'une manière générale, les escargots sont peu actifs et restent **dans leur coquille** près de 80 % du temps. L'essentiel de la phase active est consacrée aux déplacements, l'alimentation et l'abreuvement ne représentant qu'une très faible proportion du temps.

Les répartitions globales des activités au cours du nyctémère sont significativement différentes entre les adultes et les juvéniles ($X^2=68,3$, $p<0.001$). La différence vient essentiellement du temps plus long consacré aux déplacements par les juvéniles. Mais ces déplacements plus importants ne se traduisent pas par des durées plus longues des phases d'alimentation et d'abreuvement.

Les observations ayant été regroupées par tranche horaire, le pourcentage de temps consacré à chaque type d'activité pour chacune des 24 heures du cycle a été calculé. Les

Figure 11: Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nyctémère (répétition du 12/06/97)

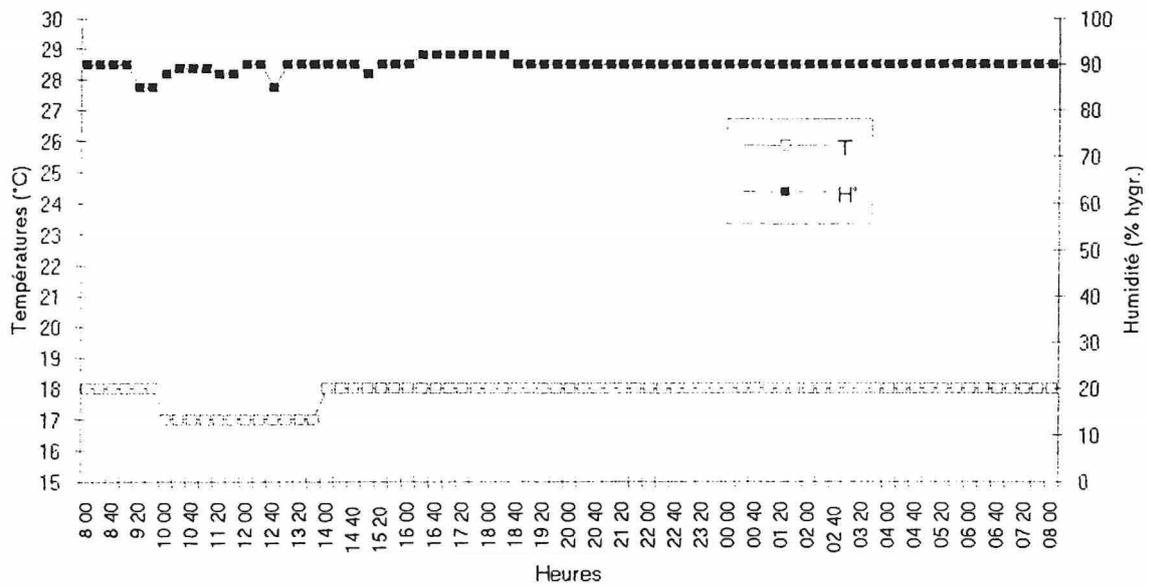


Figure 12: Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nyctémère (répétition du 17/06/97)

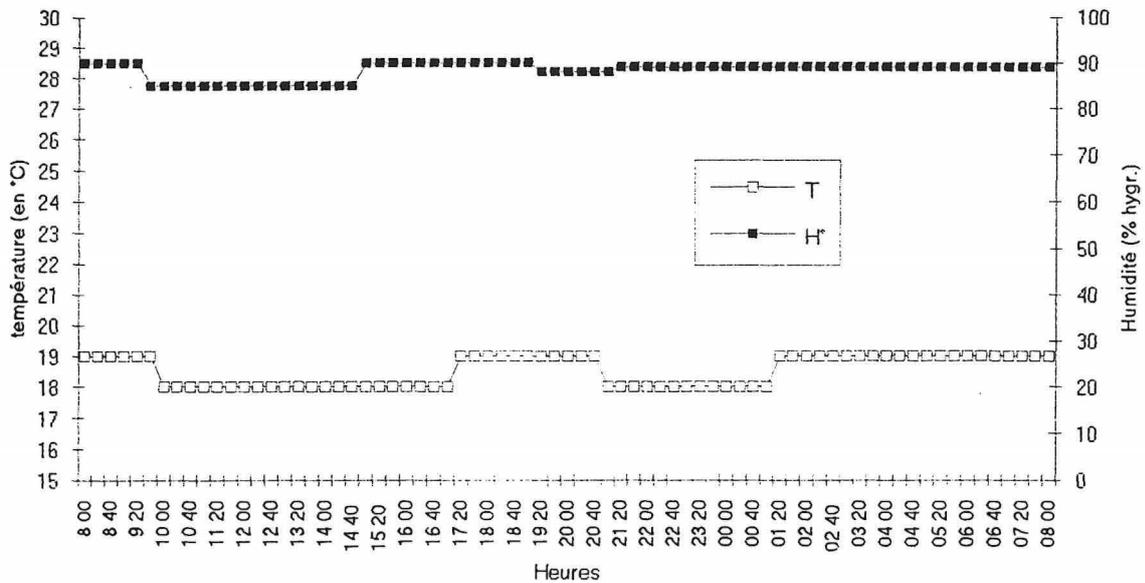


Figure 13: Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nyctémère (répétition du 25/06/97)

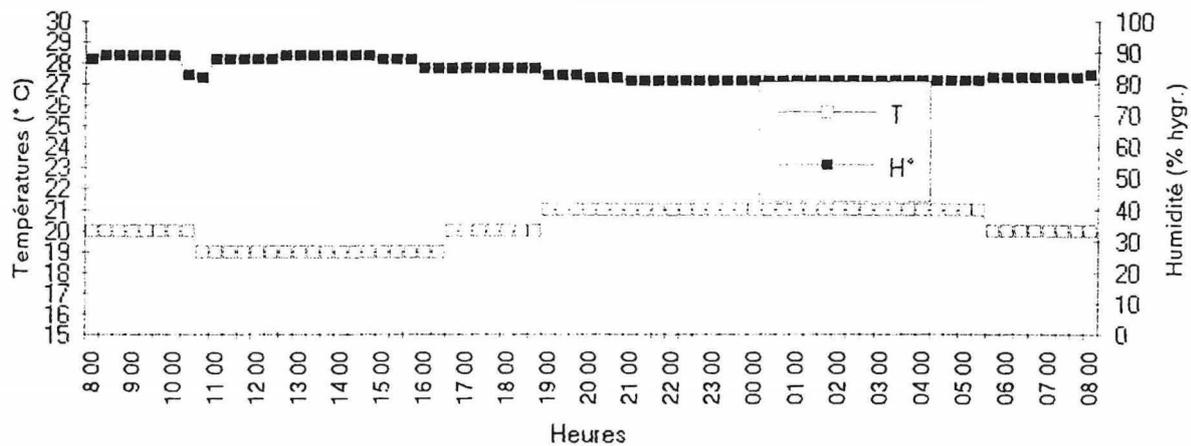


Figure 14: Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nyctémère (répétition du 27/06/97)

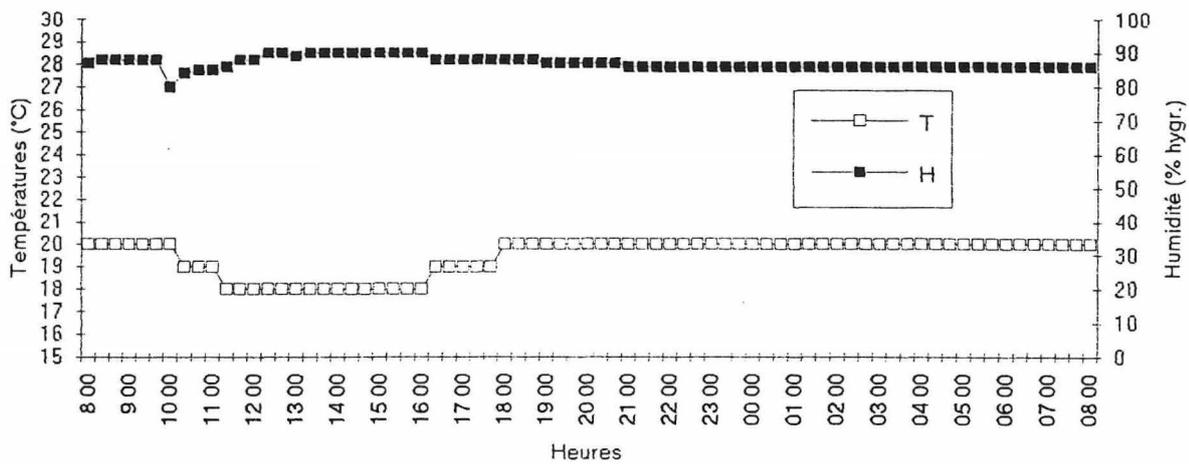


Tableau X : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots.

| | Inactivité | Déplacement | Alimentation | Abreuvement |
|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Adultes | 83,7 % | 12,7 % | 2,7 % | 0,9 % |
| Juveniles | 77,2 % | 19,8 % | 2,4 % | 0,6 % |

résultats sont présentés de manière graphique dans les **figures 15, 16, 17 et 18** selon la catégorie d'escargot et la salle d'élevage. Il apparaît que :

- la prépondérance de la phase inactive au cours du nyctémère ainsi que celle des déplacements au sein de la phase active sont retrouvées dans tous les cas ici,
- la très grande majorité de la phase active se déroule pendant la période nocturne (avec un pic entre 2 h 00 et 5 h 00) : il existe donc un comportement nocturne marqué (test du X^2 , $p < 0,001$ dans tous les cas)
- pour ce qui est de la répartition des activités au cours du nyctémère, peu de différences existent entre adultes et juvéniles. En revanche, la climatisation semble avoir un effet dépressif chez les adultes et provoque un léger déplacement de la phase active en période diurne pour les juvéniles.

Les variables constituées par les différents types d'activité ayant été considérées individuellement, les analyses de variance sur la variable déplacement ont mis en évidence un effet significatif ($p < 0,001$) du facteur salle d'élevage : les déplacements représentent 18,7 % du temps en extérieur et 6,7 % en salle climatisée. Ces résultats sont conformes aux observations faites sur les **figures 15 et 16**. Les facteurs type de cage et répétition n'ont pas d'effet significatif. Les autres analyses de variance réalisées pour les variables alimentation et abreuvement n'ont pas mis en évidence d'effet significatif des facteurs pris en compte. De même, pour les juvéniles les facteurs salle d'élevage et répétition n'ont aucun effet significatif sur les variables déplacements, alimentation et abreuvement.

Il n'existe pas de différences significatives entre les déplacements des adultes en salle climatisée et ceux en extérieur ($X^2=20,5$, $p > 0,05$). Les différents pourcentages représentés dans les **figures 19, 20, 21 et 22** représentent la distribution, sur les différentes tranches horaires, du temps total consacré aux déplacements ou à l'alimentation. En revanche, la comparaison des déplacements des juvéniles au cours du nyctémère entre salle en extérieur et salle climatisée (**figure 20**) montre une différence significative ($X^2=981,4$, $p < 0,001$). On observe, en salle climatisée, une légère diminution des déplacements en période nocturne au profit des déplacements en phase diurne. Les différences entre salle en extérieur et salle climatisée ne sont significatives ni pour les adultes ni pour les juvéniles en ce qui concerne la répartition de l'alimentation au cours du nyctémère (test du X^2 , $p > 0,05$).

1-2-2- Essai 2

La répartition globale des différents types d'activité au cours du nyctémère, pour chaque répétition (12/06/97 et 17/06/97) est présentée dans les **tableaux XI et XII**. Les animaux sont ici actifs pendant près de 30 % du temps, l'essentiel étant consacré aux déplacements (près de 25 % du temps). Les temps consacrés à l'alimentation et à l'abreuvement sont plus importants lors de la première répétition et diminuent de moitié lors de la deuxième. Il n'existe aucune différence significative (à 5 %) entre adultes et juvéniles en ce qui concerne le temps consacré à l'inactivité, pour chacune des deux répétitions. Au cours de l'essai 2, les escargots sont **inactifs** en moyenne pendant 72 % du temps, toutes catégories d'escargots confondues (il n'existe pas de différences (à 5 %) entre répétitions). Que ce soit pour les adultes ou les juvéniles, le niveau d'inactivité lors de cet essai est différent de celui de l'essai 1 ($p < 0,01$) : l'activité des bulimes a été augmentée.

Figure 15 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes en "extérieur", au cours d'un cycle de 24 heures

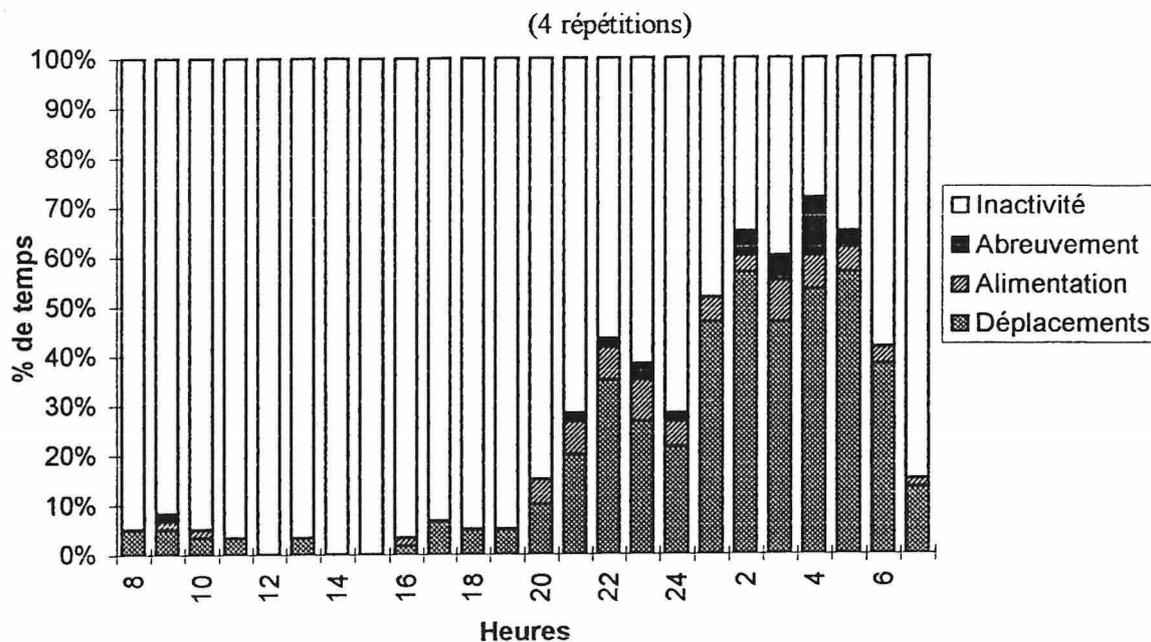


Figure 16: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes sous climatisation, au cours d'un cycle de 24 heures

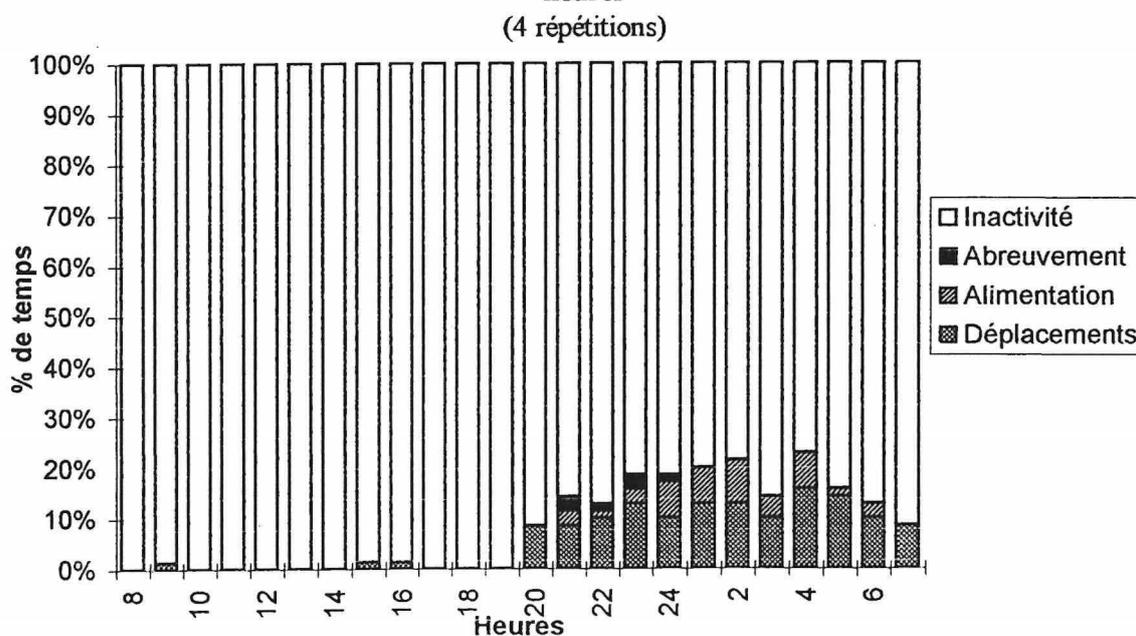


Figure 17: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles en "extérieur", au cours d'un cycle de 24 heures

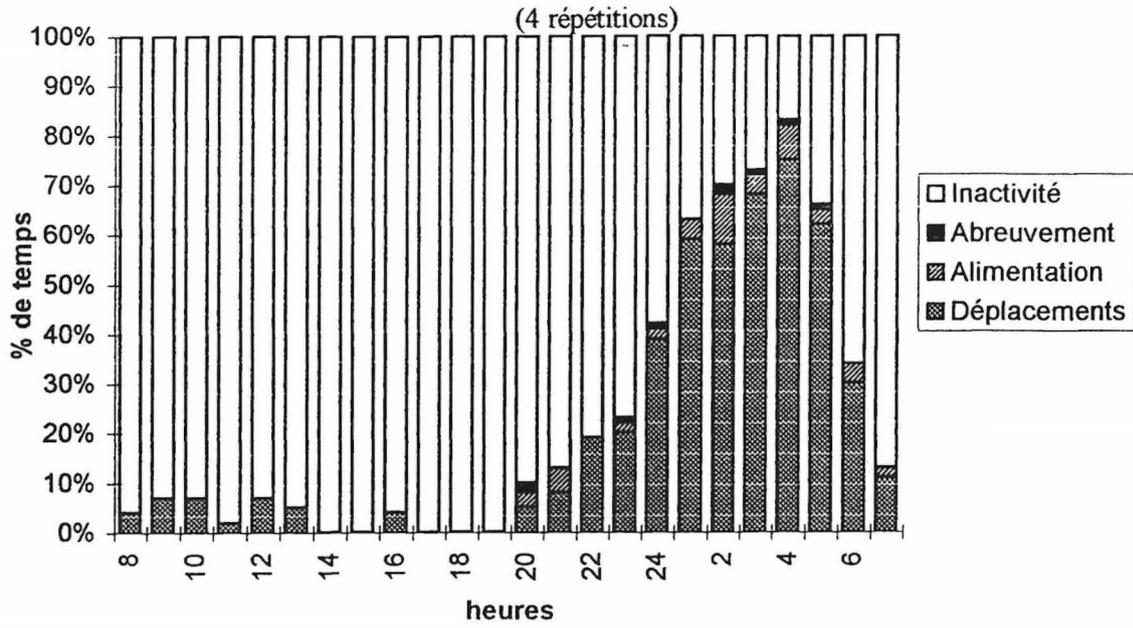


Figure 18: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles sous climatisation, au cours d'un cycle de 24 heures

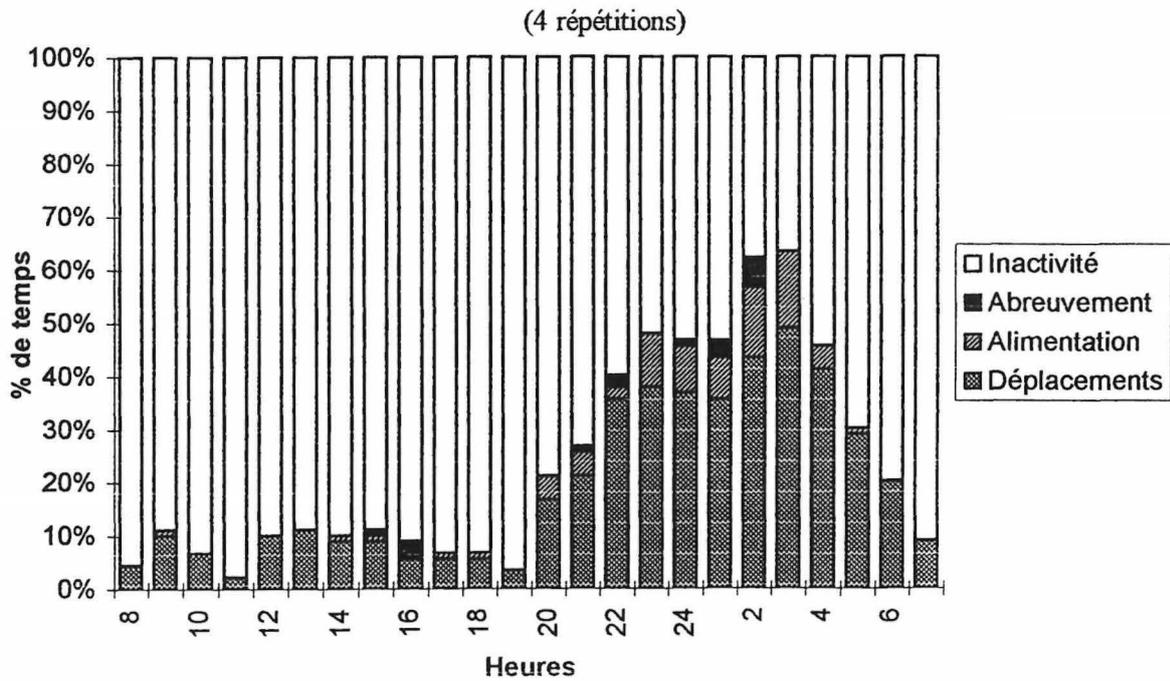


Figure 19: Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes : répartition au cours d'un cycle du 24 heures (4 répétitions)

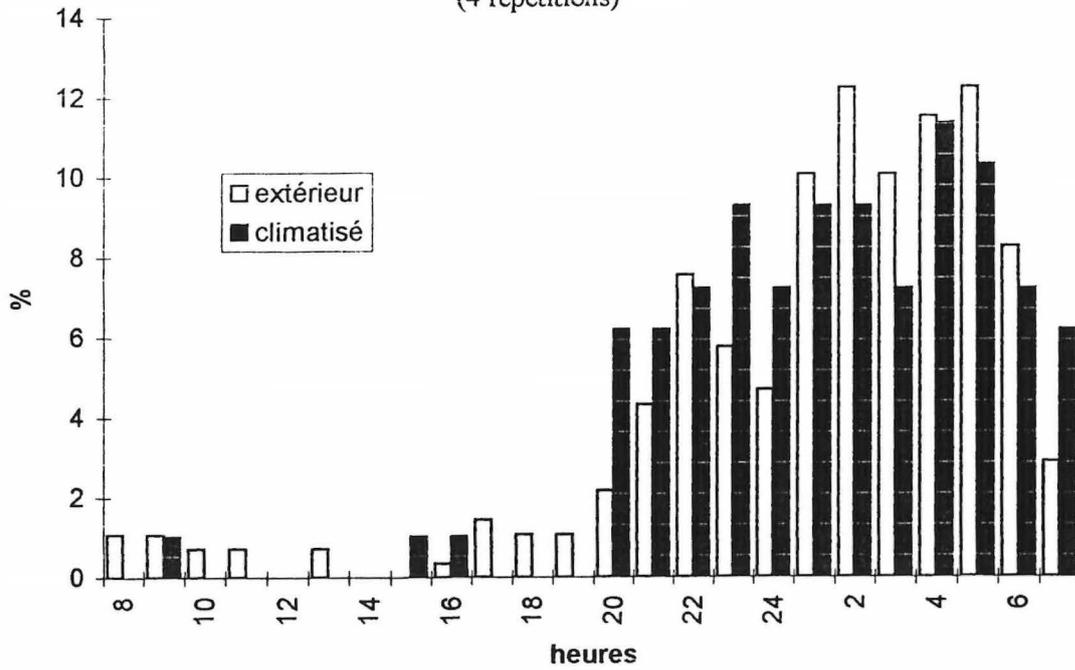
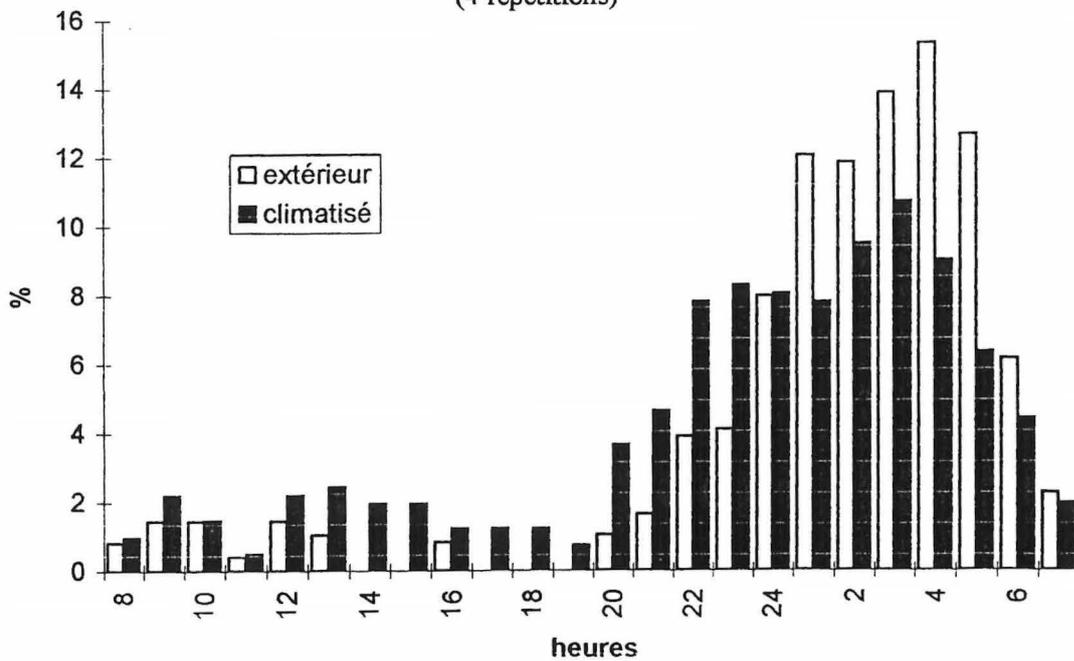
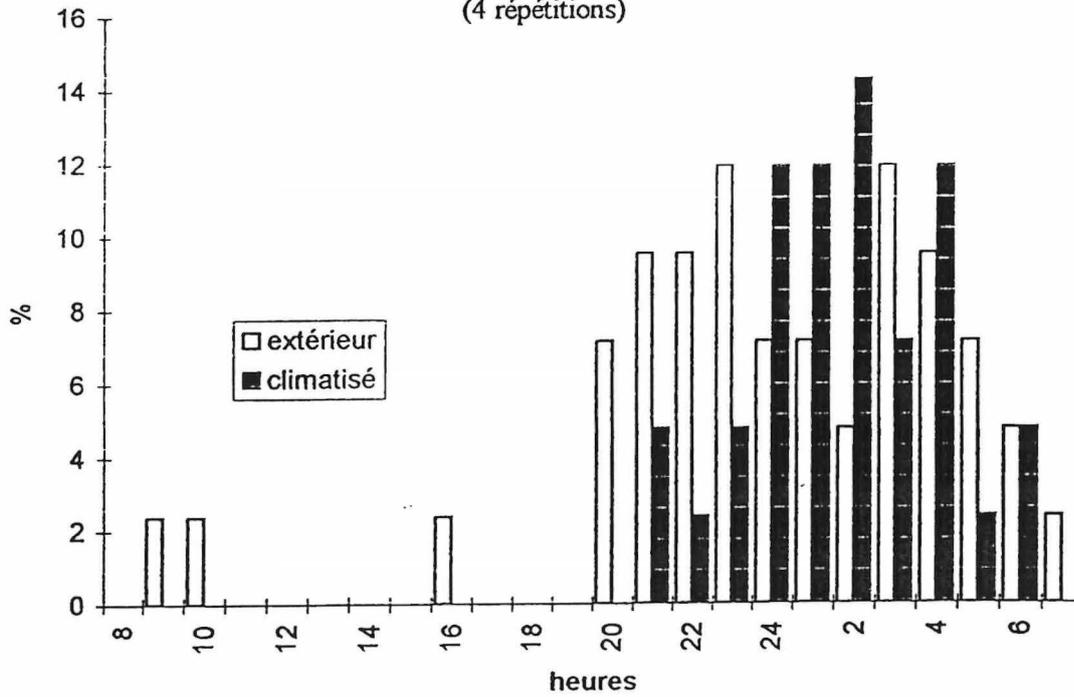


Figure 20: Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (4 répétitions)



**Figure 21 : Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*,
escargots adultes : répartition au cours d'un cycle de 24 heures
(4 répétitions)**



**Figure 22 : Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*,
escargots juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures
(4 répétitions)**

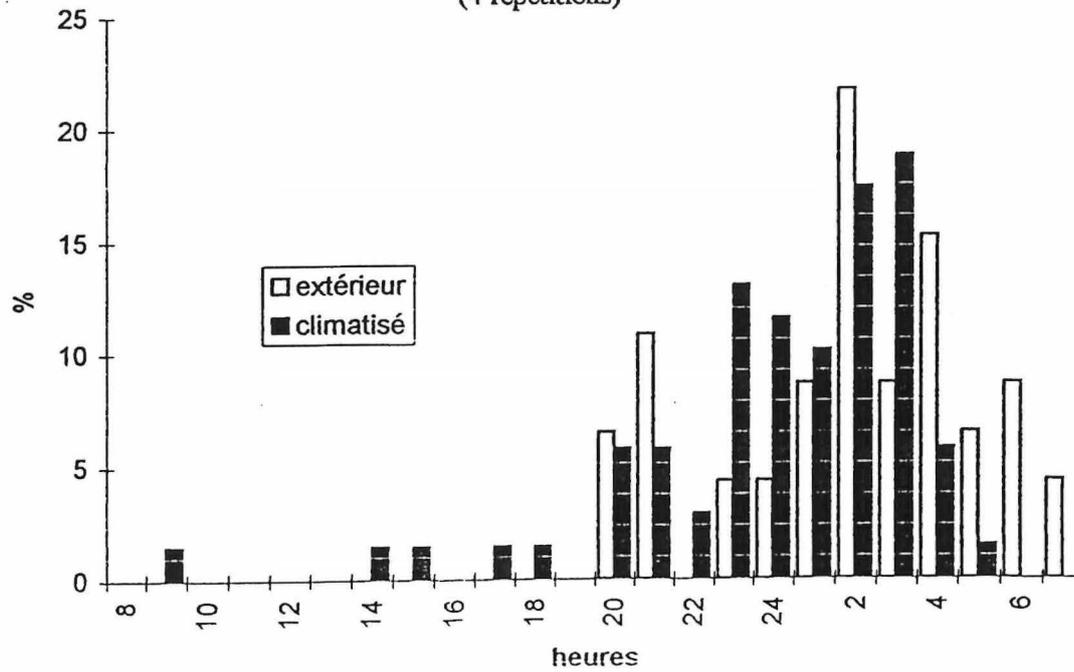


Tableau XI : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots (répétition du 12/06/97)

| | Inactivité | Déplacements | Alimentation | Abreuvement |
|-----------|------------|--------------|--------------|-------------|
| Adultes | 72,1 % | 23,5 % | 3,0 % | 1,4 % |
| Juveniles | 71,1 % | 24,4 % | 3,6 % | 0,6 % |

Tableau XII : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots (répétition du 17/06/97)

| | Inactivité | Déplacements | Alimentation | Abreuvement |
|-----------|------------|--------------|--------------|-------------|
| Adultes | 72,1 % | 25,1 % | 1,9 % | 0,9 % |
| Juveniles | 73,4 % | 25,1 % | 1,3 % | 0,0 % |

Tableau XIII : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots (répétition du 25/06/97 : inversion jour/nuit)

| | Inactivité | Déplacements | Alimentation | Abreuvement |
|-----------|------------|--------------|--------------|-------------|
| Adultes | 91,3 % | 5,5 % | 2,4 % | 0,6 % |
| Juveniles | 89,7 % | 6,2 % | 3,1 % | 0,8 % |

Tableau XIV : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots (répétition du 27/06/97 : inversion jour/nuit)

| | Inactivité | Déplacements | Alimentation | Abreuvement |
|-----------|------------|--------------|--------------|-------------|
| Adultes | 94.2 % | 4.8 % | 0.6 % | 0.2 % |
| Juveniles | 91.8 % | 6.6 % | 1.5 % | 0.0 % |

Le pourcentage de temps consacré à chaque type d'activité pour chacune des 24 heures des cycles a été calculé après avoir regroupé les observations par tranche horaire. Les résultats sont présentés de manière graphique dans les **figures 23, 24, 25 et 26**. La prépondérance de la phase inactive au cours du nyctémère peut être visualisée ainsi que celle des déplacements au sein de la phase active. Celle-ci se déroule essentiellement durant la **période nocturne** : un pic d'activité entre 2 h 00 et 5 h 00 peut être noté lors du premier essai (12/06/97) pour les escargots juvéniles et adultes. Au second essai (17/06/97), l'activité semble s'être déplacée vers le début de la soirée (juvéniles) et est maintenue durant toute la nuit (avec un pic vers 20 h 00). Cette activité est majoritairement constituée par les déplacements.

La distribution sur les différentes tranches horaires du temps total consacré aux déplacements ou à l'alimentation, représentée par les différents pourcentages est observée dans les **figures 27, 28, 29 et 30**. Il n'existe pas de différences significatives entre les déplacements des adultes et des juvéniles au cours des deux répétitions ; il en va de même pour l'alimentation (tests du X^2 ; $p > 0,05$).

1-2-3- Essai 3

Les **tableaux XIII et XIV** présentent la répartition globale des différents types d'activité au cours du nyctémère pour chacune des répétitions (25/06/97 et 27/06/97) lors de l'inversion jour/nuit. Aucune différence significative (à 5 %) entre adultes et juvéniles n'existe, pour chacune des deux répétitions, en ce qui concerne le temps consacré à l'activité. En moyenne, tous les animaux sont restés 92 % du temps rétractés dans leur coquille (inactifs) au cours de l'essai 3 (il n'existe pas de différences entre répétitions). Les déplacements représentent leur principal type d'activité. La comparaison de la part de l'activité au cours de l'essai 2 et de l'essai 3 montre des différences significatives ($p < 0,01$), pour les deux catégories d'escargots prises en compte : les animaux ont été beaucoup moins actifs au cours de l'essai 3 (8 % en moyenne) qu'au cours de l'essai 2 (28 % en moyenne).

Après avoir regroupé les observations par tranche horaire, le % de temps consacré à chaque type d'activité pour chacune des 24 heures de chacun des deux cycles a été calculé. Selon la catégorie d'escargot, les résultats sont présentés de manière graphique dans les **figures 31, 32, 33 et 34**. L'inactivité prédomine au cours du nyctémère ; la phase active est caractérisée par la prépondérance des déplacements. Au cours de la première inversion (25/06/97), le déclenchement de l'activité/inactivité est anarchique mais la tendance est à l'apparition de l'activité au cours de la nuit artificielle. Une période d'inactivité totale est également observée au cours du cycle. Une semaine après avoir subi le régime d'inversion, les animaux présentent à nouveau un comportement nocturne : la nuit artificielle devient "favorable" à l'activité qui reste cependant très faible (environ 5 %)

La distribution sur les différentes tranches horaires du temps total consacré aux déplacements ou à l'alimentation, représentée par les différents pourcentages est observée dans les **figures 35, 36, 37 et 38**. Il n'existe pas de différences significatives entre les déplacements des adultes et des juvéniles au cours des deux répétitions ; les mêmes commentaires peuvent être faits en ce qui concerne l'alimentation (tests du X^2 ; $p > 0,05$).

Figure 23: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 12/06/97)

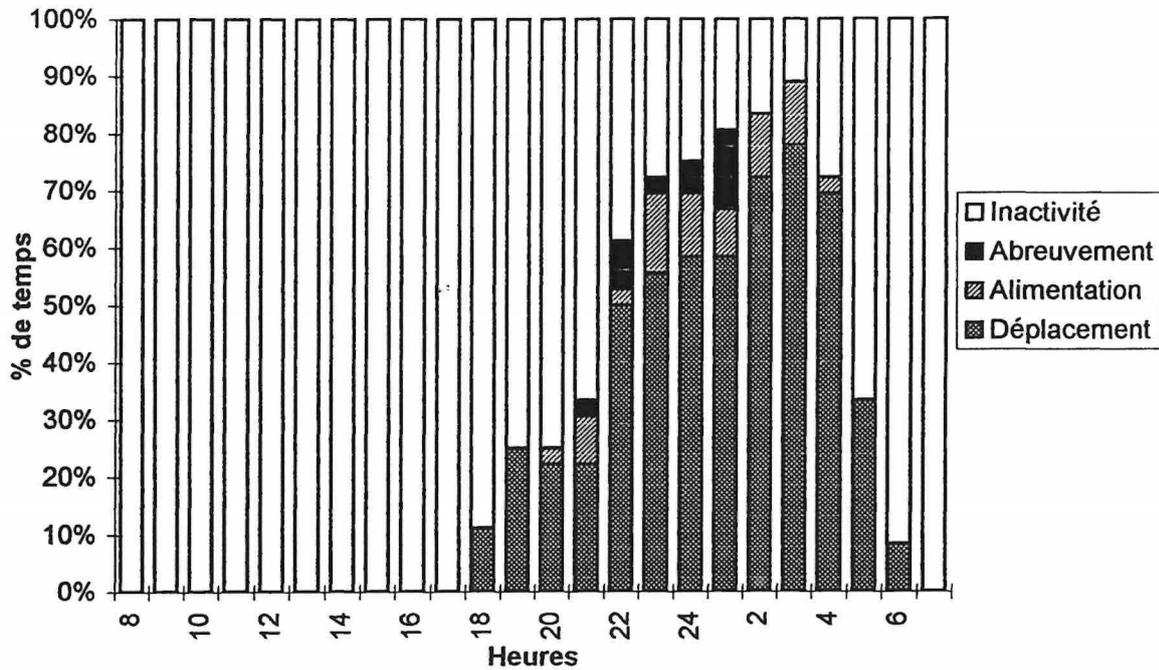


Figure 24: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 12/06/97)

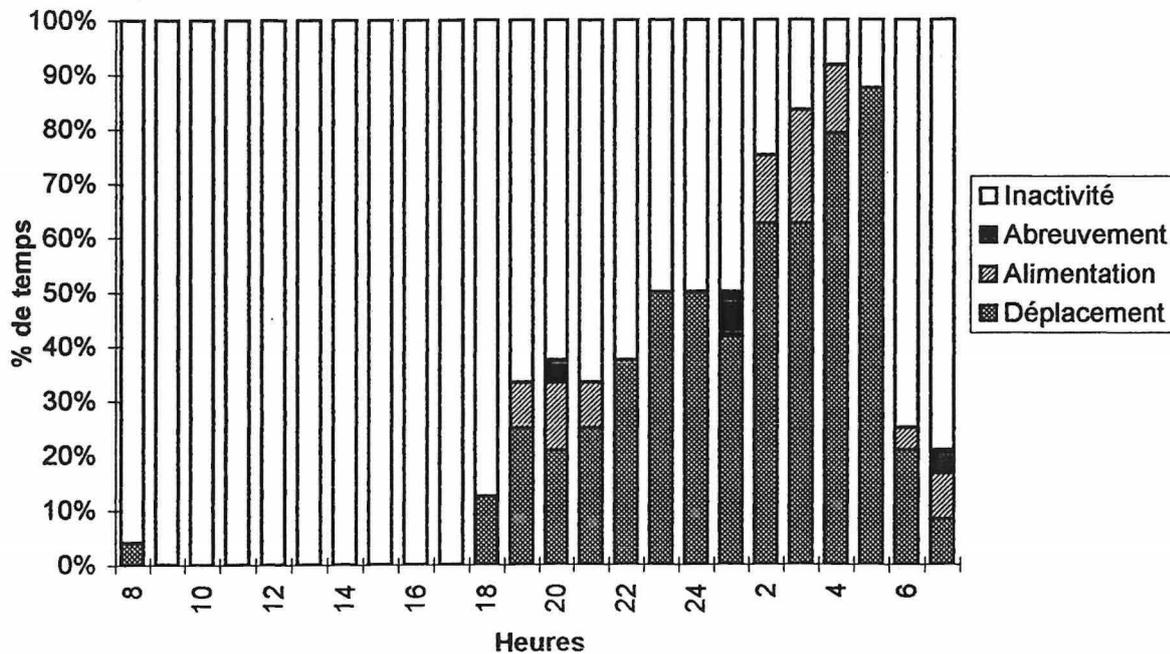


Figure 25: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 17/06/97)

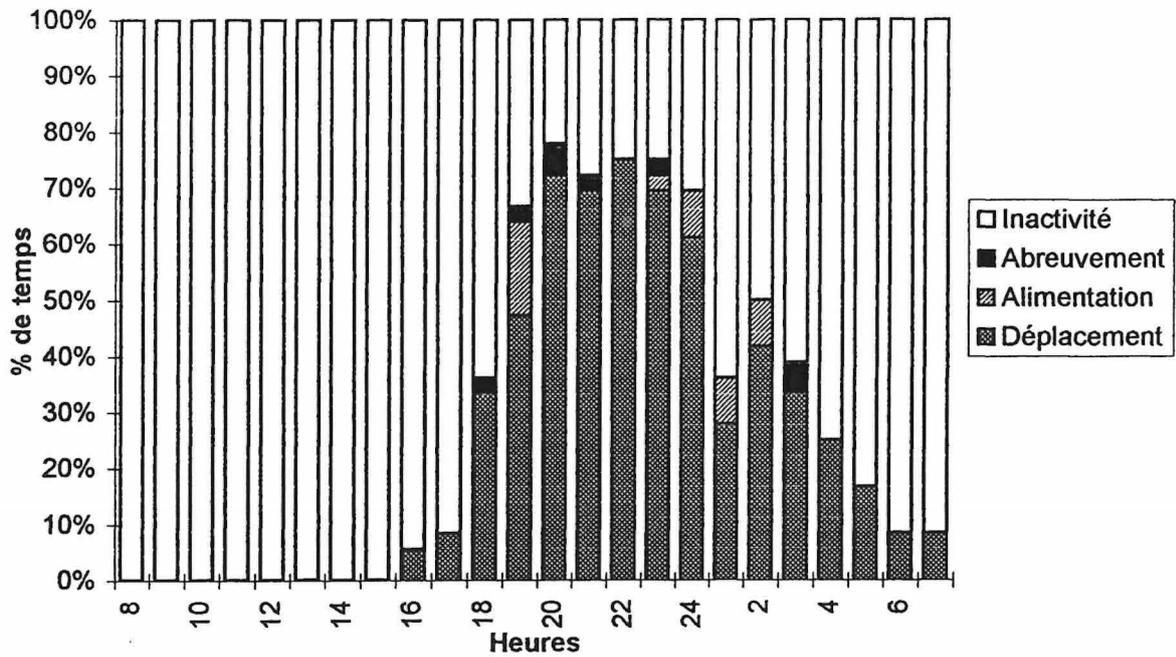


Figure 26: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 17/06/97)

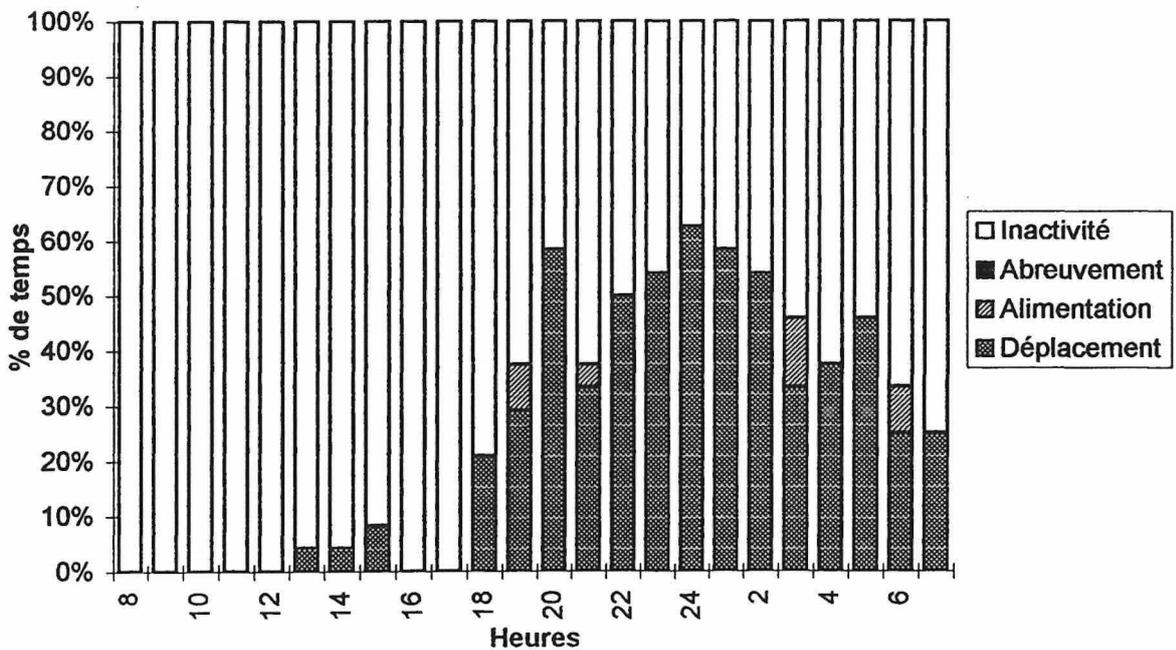


Figure 27: Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 12/06/97)

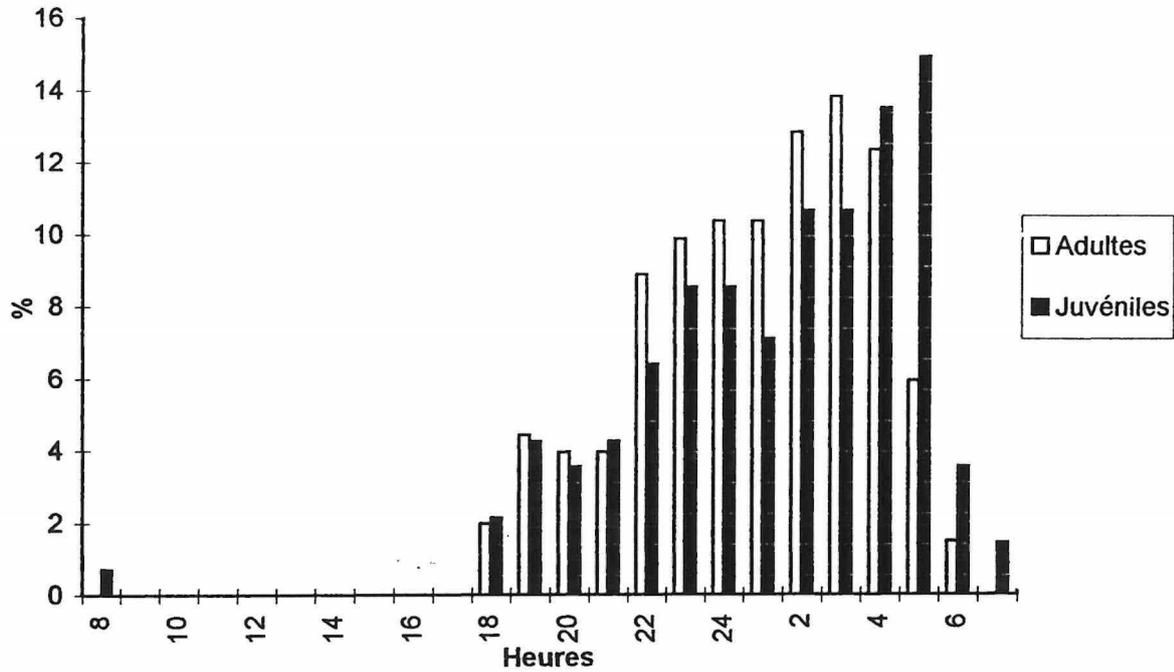


Figure 28: Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 12/06/97)

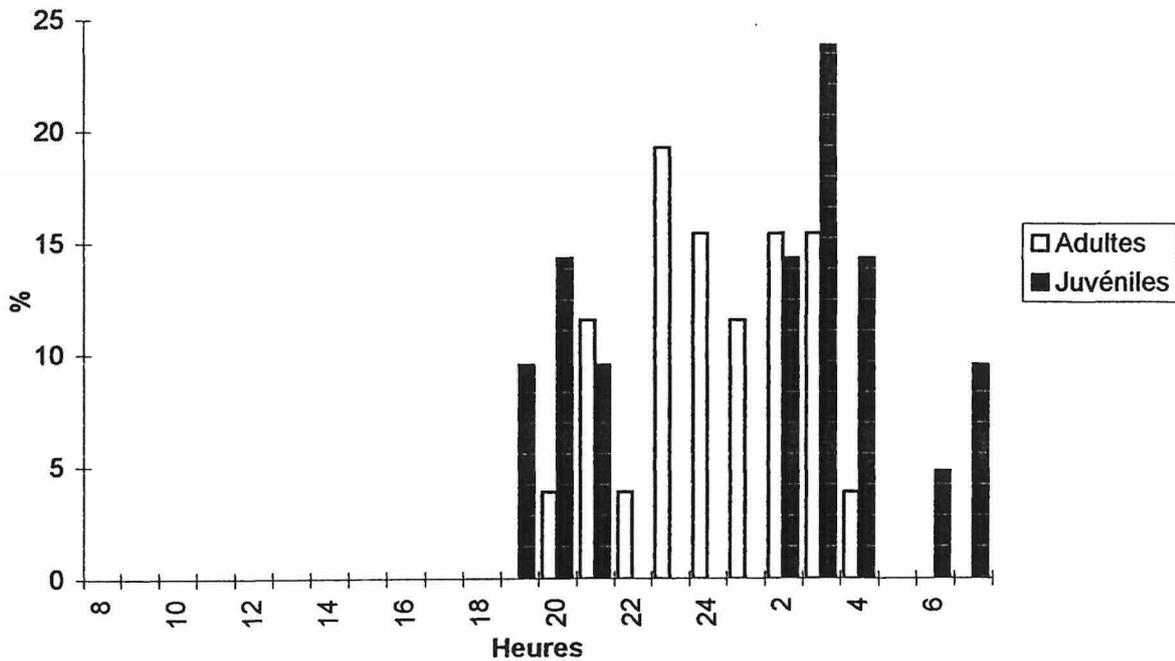


Figure 29: Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 17/06/97)

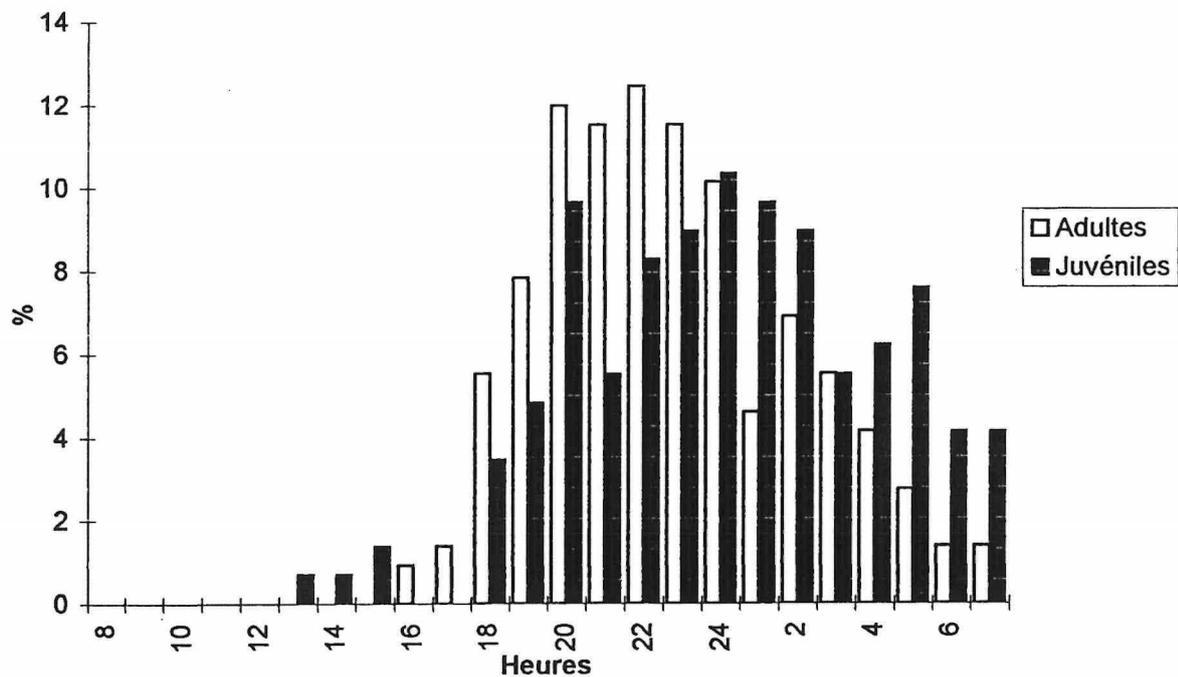


Figure 30: Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 17/06/97)

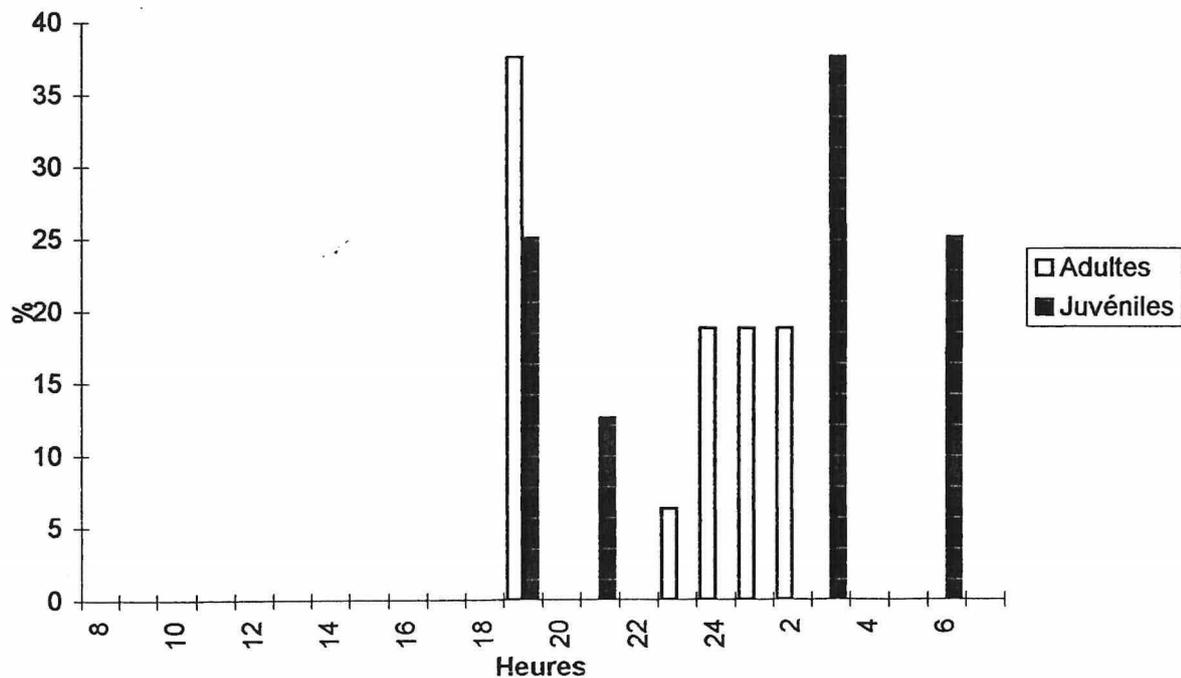


Figure 31: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 25/06/97)

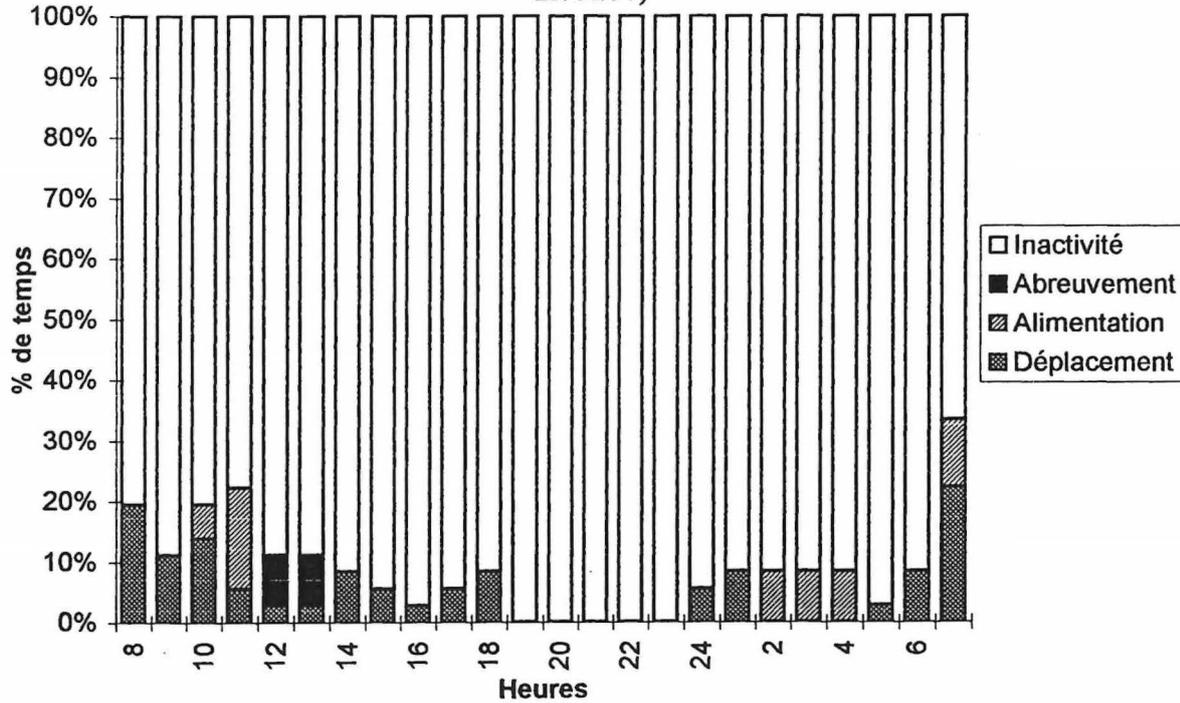


Figure 32: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 25/06/97)

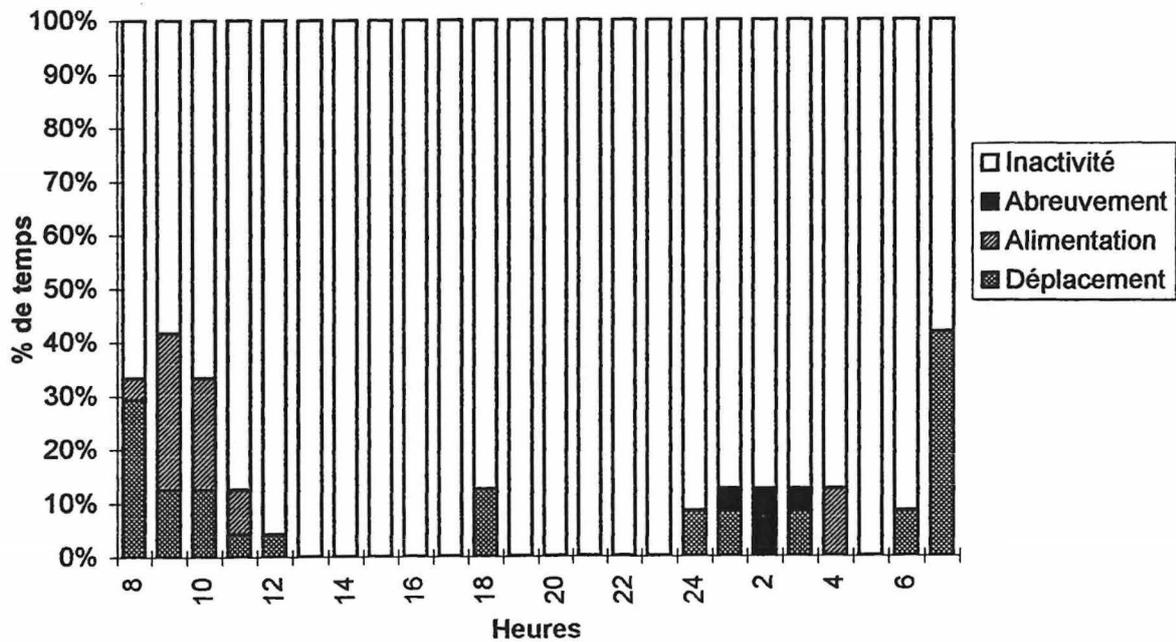


Figure 33: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 27/06/97)

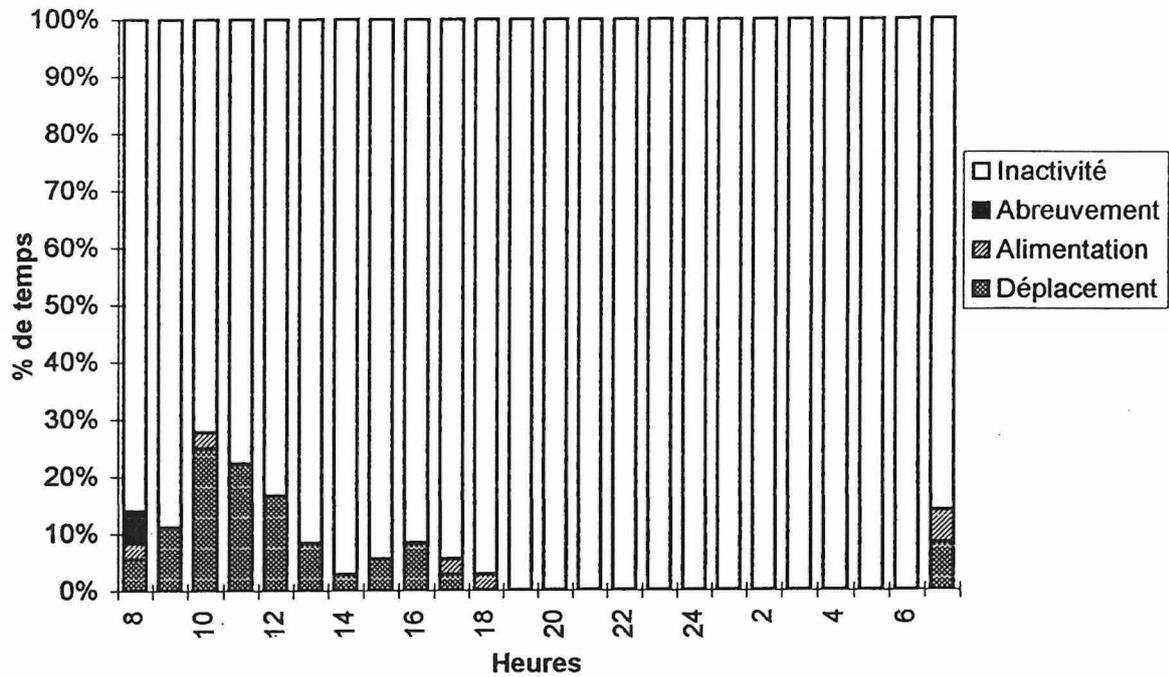


Figure 34: Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 27/06/97)

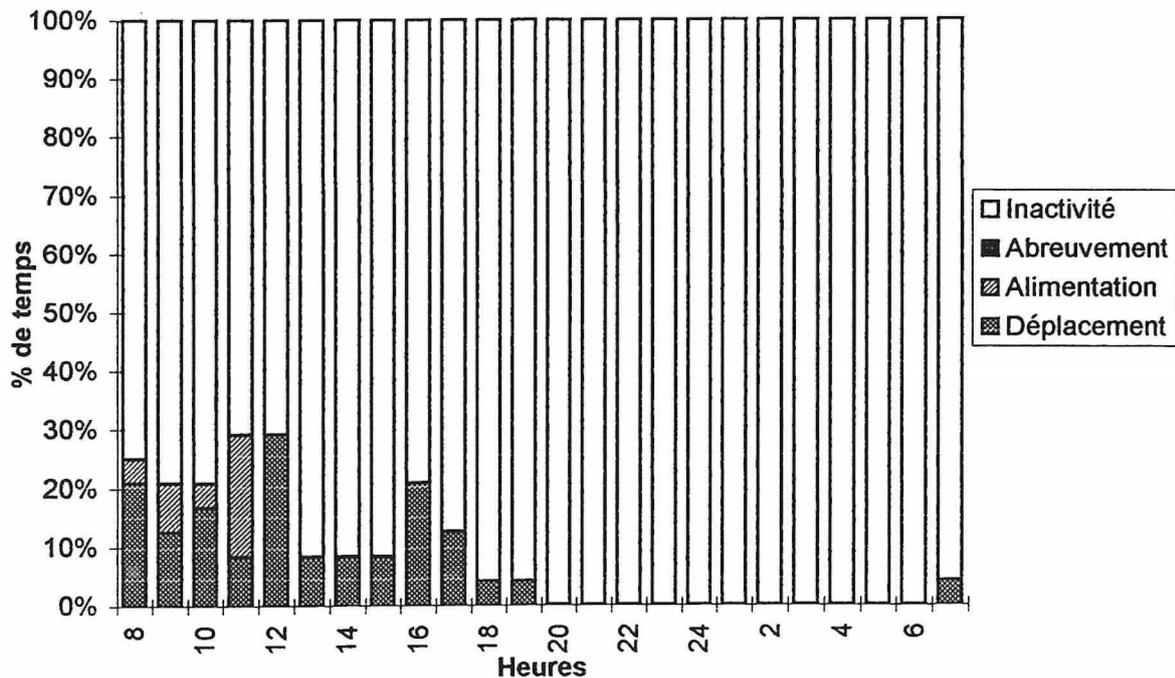


Figure 35: Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 25/06/97)

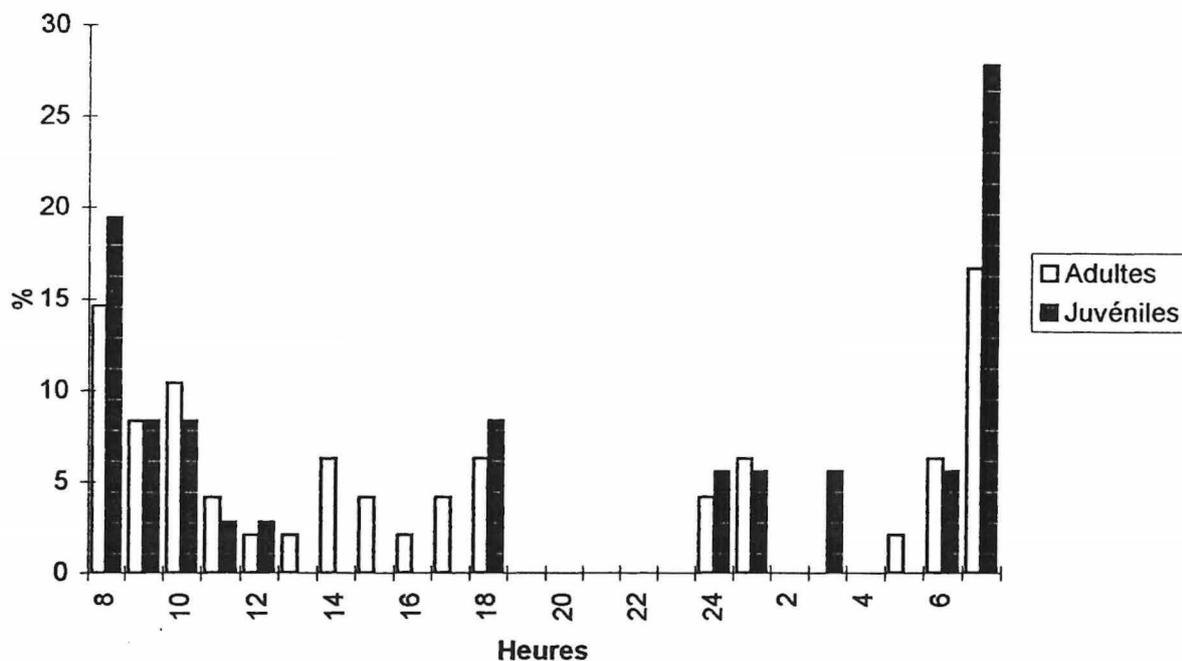


Figure 36: Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 25/06/97)

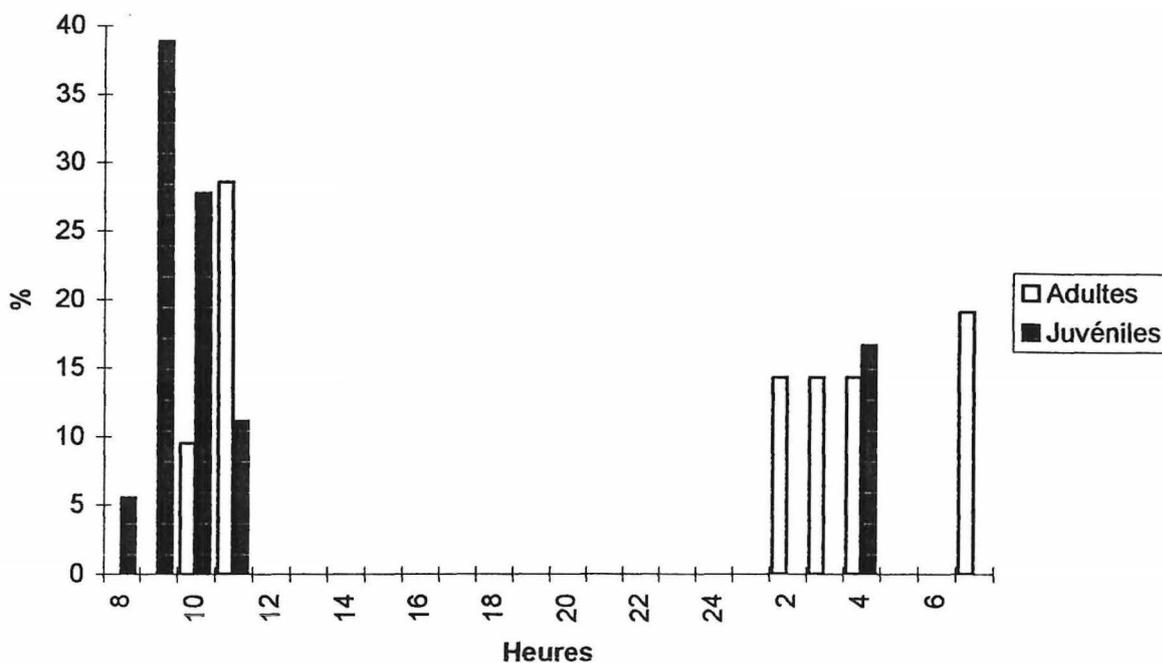


Figure 37: Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 27/06/97)

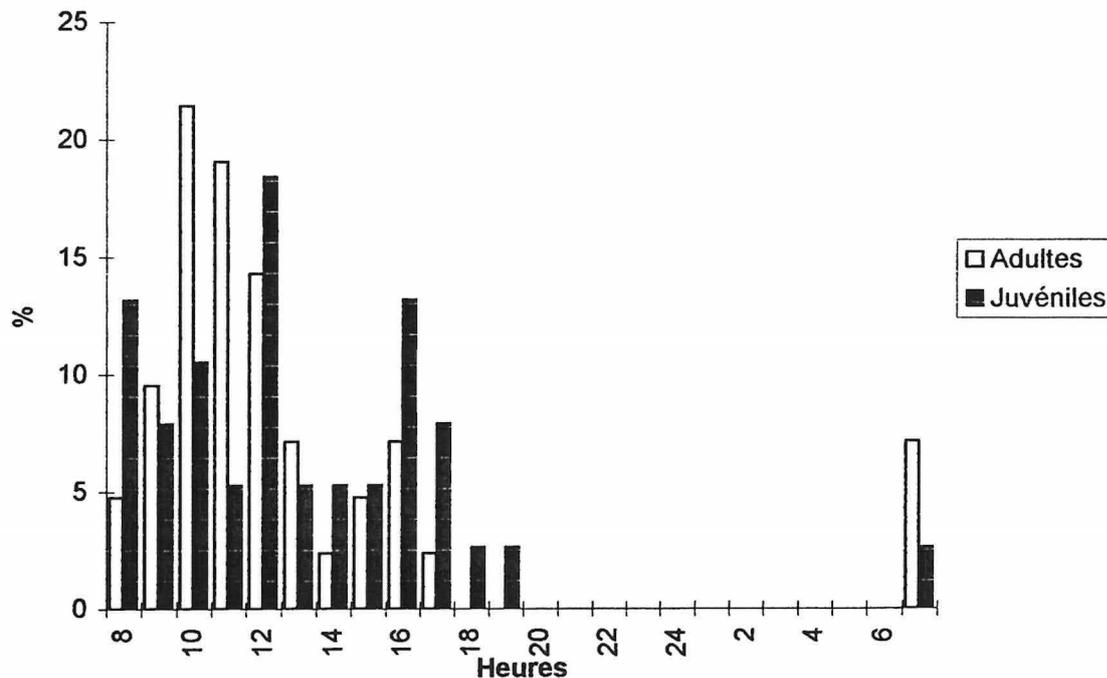
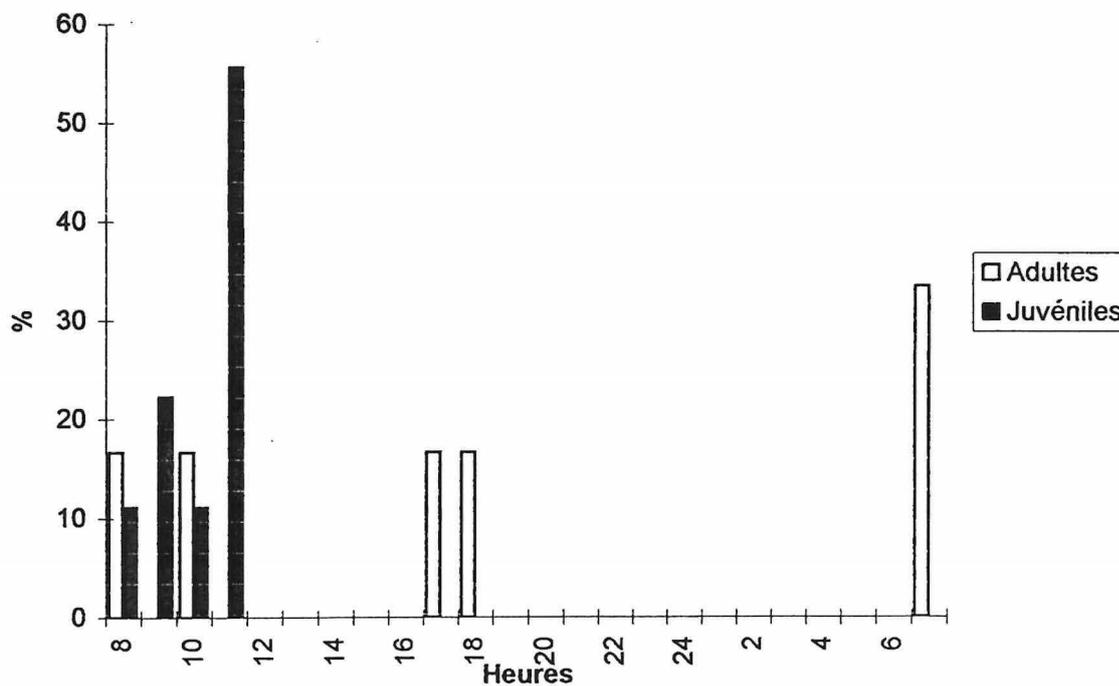


Figure 38: Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 27/06/97)



1-3- Les distances parcourues

1-3-1- Essai 1

Une analyse de variance réalisée sur la distance parcourue pendant 24 heures par les adultes selon les facteurs salle d'élevage, type de cage et répétition a mis en évidence seulement un effet significatif de la salle d'élevage (**annexe 4**). Chez les juvéniles, aucun effet n'a pu être mis en évidence.

Dans les deux catégories d'escargot, les animaux se déplacent de manière plus importante en extérieur qu'en salle climatisée (**tableau XV**). Cependant, l'effet négatif de la climatisation se fait plus nettement ressentir chez les adultes. Parallèlement, on observe qu'en extérieur les adultes ont tendance à plus se déplacer que les juvéniles, sans que cela soit significatif. En revanche, en salle climatisée les juvéniles se déplacent plus que les adultes de manière significative.

Les distances parcourues peuvent varier de manière importante selon les individus. Plusieurs fois, des escargots restant immobiles pendant 24 heures (6 % des cas tout confondu) ont été enregistrés ; à l'inverse, d'autres individus pouvaient effectuer des distances importantes (maximum de 5,8 m).

1-3-2- Essai 2

Les distances moyennes parcourues lors des deux cycles de 24 heures sont présentées dans le **tableau XVI**. A la première répétition, tous les escargots, adultes et juvéniles, se sont déplacés au cours des 24 heures. A la deuxième répétition, des escargots restant immobiles pendant tout le nyctémère ont été observés : 8 % et 12,5 % des cas, respectivement pour les adultes et les juvéniles. Une distance maximale parcourue de 5,1 m a pu être enregistrée.

1-3-3- Essai 3

Les distances moyennes parcourues au cours de l'essai 3 sont reportées dans le **tableau XVII**. Celles-ci restent faibles (un maximum de 2,7 m pour les adultes et de 70 cm pour les juvéniles ont été réalisés). Le 25/06/97, 25 % des escargots adultes et 38 % des juvéniles sont restés rétractés dans leur coquille durant les 24 heures d'observations. Le 27/06/97, ce sont 50 % des adultes et 25 % des juvéniles qui sont restés immobiles durant tout le nyctémère.

2- L'étude "in situ"

2-1- L'activité

Le suivi journalier des escargots du 2 au 9 juillet 1997 (194 observations, informations recueillies tous les matins) indique que 19 % des *Placostylus* ne se sont pas déplacés durant cette période. Cependant, même si aucune distance n'a été parcourue, certains animaux ont présenté une phase d'activité (mouvements notés au niveau du piquet repère : retournements...)

Les cycles d'observation de nuit permettent de chiffrer l'activité des *Placostylus*. La répartition globale de l'activité/inactivité nocturnes est présentée dans le **tableau XVIII**. En

Tableau XV : Valeurs moyennes des distances parcourues* pendant 24 heures (en m) par *Placostylus fibratus* selon le type de salle d'élevage et la catégorie d'escargot au cours de l'essai 1

| | Adultes | Juvéniles |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| Salle en extérieur | 2,65 ± 0,55 (26) | 2,02 ± 0,84 (19) |
| Salle climatisée | 0,82 ± 0,41 (26)** | 1,53 ± 0,31 (19)** |

** : différence significative entre adultes et juvéniles (p<0.05)

Tableau XVI : Valeurs moyennes des distances parcourues* pendant 24 heures (en m) par *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots, au cours de l'essai 2

| | Adultes | Juvéniles |
|------------|------------------|-----------------|
| 12/06/1997 | 2,34 ± 0,92 (12) | 0,96 ± 0,39 (8) |
| 17/06/1997 | 2,40 ± 0,94 (12) | 1,20 ± 0,81 (8) |

Tableau XVII : Valeurs moyennes des distances parcourues* pendant 24 heures (en m) par *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots, au cours de l'essai 3 (inversion jour/nuit)

| | Adultes | Juvéniles |
|------------|------------------|-----------------|
| 25/06/1997 | 0,55 ± 0,43 (12) | 0,16 ± 0,15 (8) |
| 27/06/1997 | 0,45 ± 0,37 (12) | 0,23 ± 0,17 (8) |

*Toutes les moyennes sont assorties de leur intervalle de confiance à 95 % (±) et de l'effectif (n) ayant permis leur calcul

Tableau XVIII : Résultats globaux de la répartition activité / inactivité nocturnes (de 17 h 00 à 6 h 00) pour *Placostylus fibratus*, escargots suivis "in situ" à l'Ile des Pins

| | | Activité | Inactivité |
|----------------------|-------|----------|------------|
| Nuit du 2 au 3/07/97 | (126) | 20,6 % | 79,4 % |
| Nuit du 4 au 5/07/97 | (224) | 33,0 % | 67,0 % |
| Nuit du 8 au 9/07/97 | (208) | 52,0 % | 48,0 % |

() : nombre d'observations effectuées

Tableau XIX : Résultats globaux de la répartition activité / inactivité nocturnes (de 17 h 00 à 6 h 00) pour *Placostylus fibratus* (escargots adultes) lors de l'essai 2 effectué à Port-Laguerre

| | | Activité | Inactivité |
|------------------|-------|----------|------------|
| Nuit du 12/06/97 | (504) | 47,8 % | 52,2 % |
| Nuit du 17/06/97 | (504) | 46,8 % | 53,1 % |

() : nombre d'observations effectuées

moyenne, durant la nuit, les bulimes ont été actifs pendant près de 37 % du temps. Cependant, cela reste très variable d'une nuit à l'autre. C'est au cours de la nuit du 8 au 9 / 07 / 97 que les escargots ont été le plus actifs (52 % du temps) : ceci est significativement différent ($p < 0,01$) de l'activité enregistrée au cours des deux autres nuits (qui diffèrent elles mêmes entre elles ($p < 0,02$)). Cette nuit là, un pic d'activité vers 2 h 00 peut être noté. Les variations de la température et de l'humidité au cours des différents cycles nocturnes sont présentées dans les **figures 39, 40 et 41**. A la veille de la 3^{ème} nuit d'observation ont été enregistrées les plus fortes précipitations du mois de juillet 1997 (**annexe 5**). Dans le **tableau XIX** sont présentés les résultats globaux de la répartition activité/inactivité nocturnes (de 18 h 00 à 6 h 00) de *Placostylus* adultes obtenus lors de l'essai 2 effectué à Port-Laguerre (cf plus haut). Aucune différence significative (à 5%) n'existe en ce qui concerne le niveau d'activité lors des deux répétitions (le 12/06/97 et le 17/06/97) : en moyenne, les animaux ont été actifs 47 % du temps entre 17 h 00 et 6 h 00. Ceci est significativement différent ($p < 0,01$) du niveau d'activité des bulimes *in situ* (37 %) au cours de la même période.

Après avoir regroupé les observations par tranche horaire, le pourcentage de temps où les animaux étaient actifs au cours des 3 cycles d'observations de nuit a été calculé. Les résultats sont présentés de manière graphique dans les **figures 43, 45 et 47**. Dans tous les cas, la prépondérance de la phase inactive est retrouvée. L'allure bimodale des graphes suggèrent l'existence de deux pics d'activité : le premier vers 19-20 heures et le second vers 3-4 heures.

La distribution sur les différentes tranches horaires de l'activité est représentée dans les **figures 42, 44 et 46**. On retrouve les deux pics d'activité.

2-2- Distances parcourues (annexe 6)

Les informations relevées en journée révèlent que les distances minimales théoriques (cf plus haut) parcourues en 24 heures peuvent varier de manière importante selon les individus : certains restent immobiles, à l'inverse, d'autre peuvent effectuer des distances importantes (maximum de 7,10 m). En moyenne, les escargots qui se sont déplacés ont effectué une distance minimale théorique de $1,22 \pm 0,21$ m (127).

Onze escargots ont été suivis grâce à des bobines de fil. La longueur de fil déroulé D2 (=distance "effective", prenant en compte les "zigzags" effectués) ainsi que la distance D1 (distance minimale théorique, ligne droite entre les 2 positions à 24 h d'intervalle) ont été notées. Une équation de régression concernant la relation entre les deux distances a pu être obtenue : $D2 = 1,579 D1 + 0,0816$ ($r^2 = 0,70$; $n = 48$; $p < 0,01$; erreur standard = 0,59). Ainsi, il est possible d'estimer la valeur de la distance réellement effectuée (prenant en compte la sinuosité du trajet, les changements de direction) à partir de la mesure de la distance séparant la position initiale de la position finale de l'escargot.

Lors des cycles d'observation de nuit (toutes les heures), les distances parcourues par les escargots suivis avec une bobine de fil et ceux suivis sans bobine sont respectivement de $0,66 \pm 0,19$ m (34) (distance "effective" : prenant en compte la sinuosité du trajet) et de $1,34 \pm 0,25$ m (95) (distance minimale théorique : ligne droite entre les deux positions à 24 heures d'intervalle). De plus, 29,2 % des bulimes suivis avec les bobines contre 18.1 % pour les autres ont été inactifs durant la période d'étude. Un "effet bobine" existe (les différences concernant les distances effectuées est significative) : les escargots suivis avec un

Figure 39: Variations de la température et de l'humidité au cours de la nuit du 2 au 3 juillet 1997

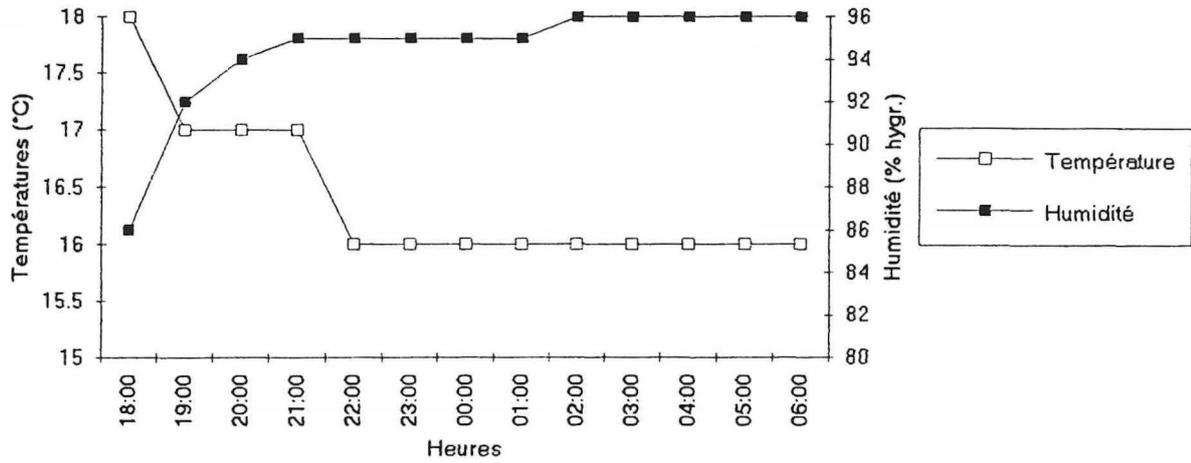


Figure 40: Variations de la température et de l'humidité au cours de la nuit du 4 au 5 juillet 1997

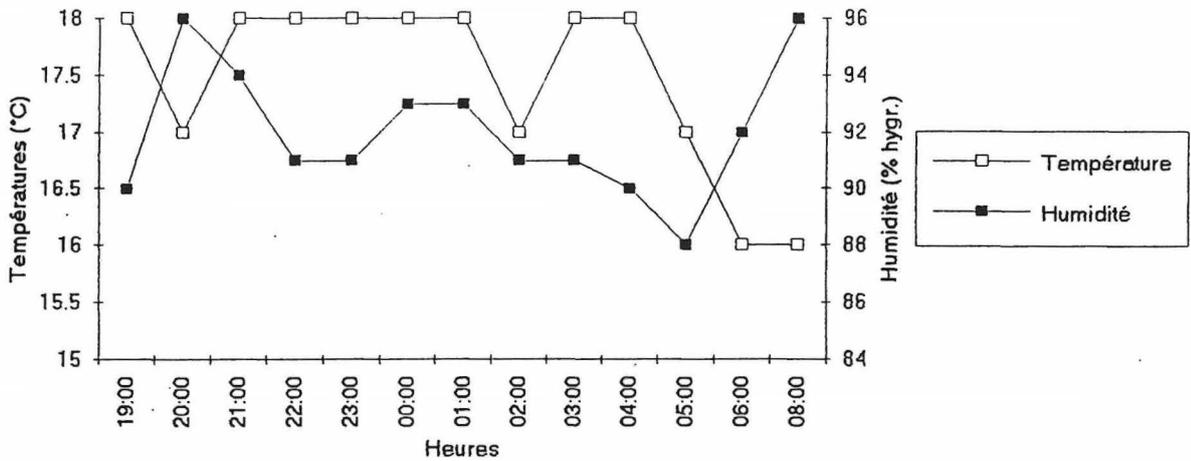


Figure 41: Variations de la température et de l'humidité au cours de la nuit du 8 au 9 juillet 1997

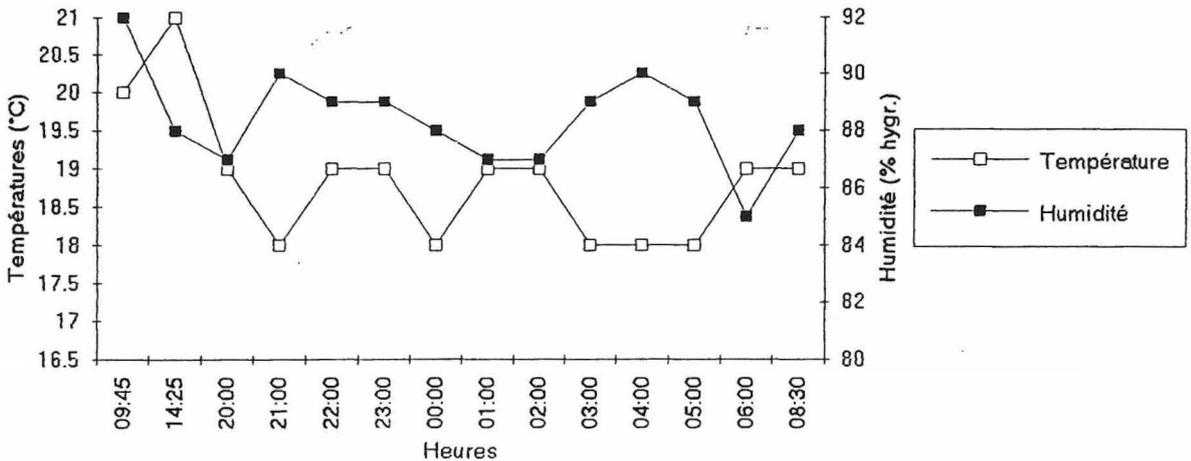


Figure 42 : Répartition de l'activité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 2 au 3 juillet 1997 ; n= 26)

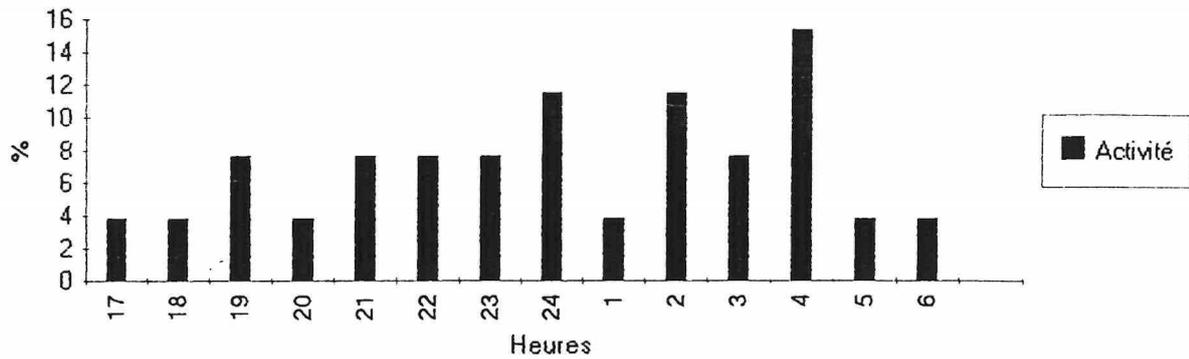


Figure 43: Répartition activité / inactivité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 2 au 3 juillet 1997; n=126)

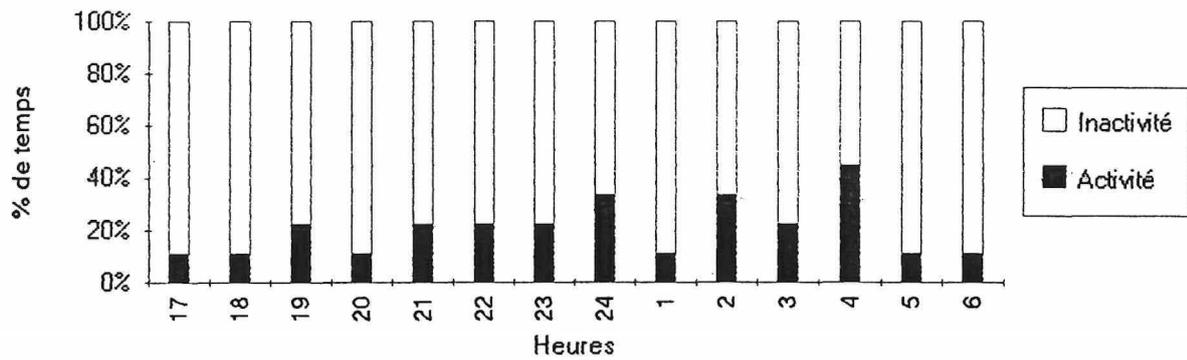


Figure 44 : Répartition de l'activité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 4 au 5 juillet 1997 ; n= 74)

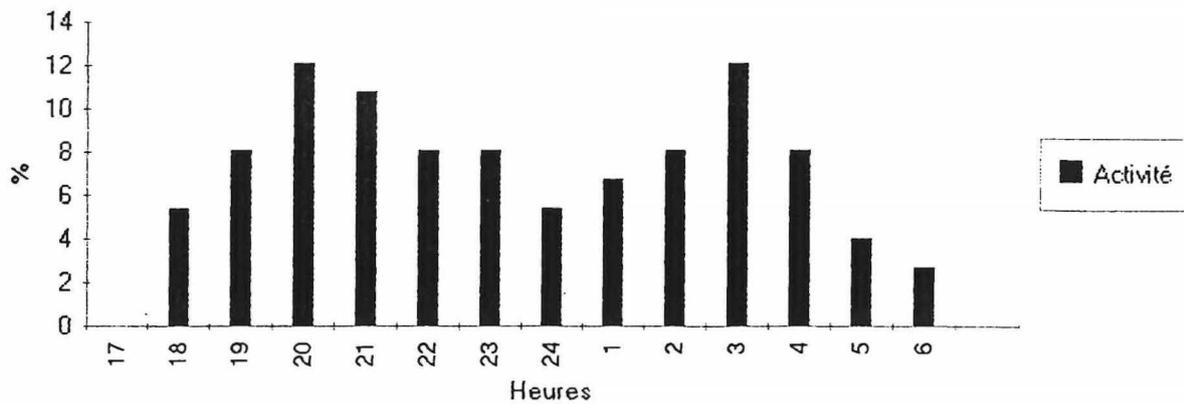


Figure 45: Répartition activité / inactivité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 4 au 5 juillet 1997; n=224)

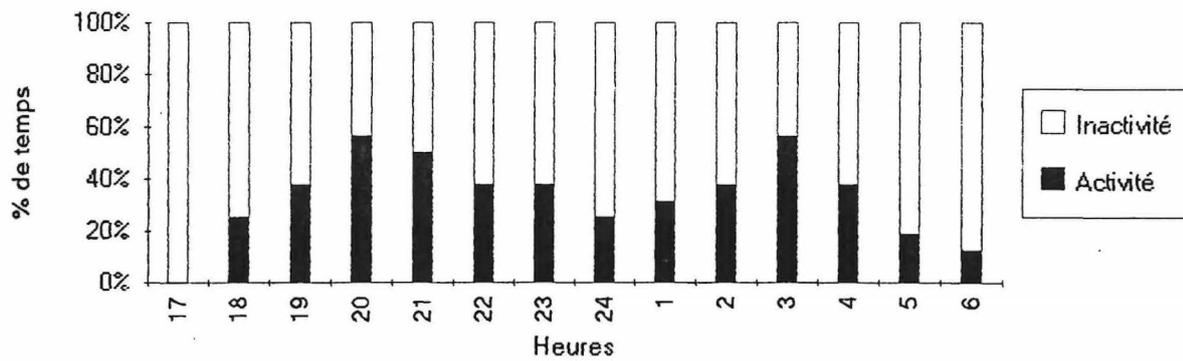


Figure 46 : Répartition de l'activité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Ile des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 8 au 9 juillet 1997 ; n= 108)

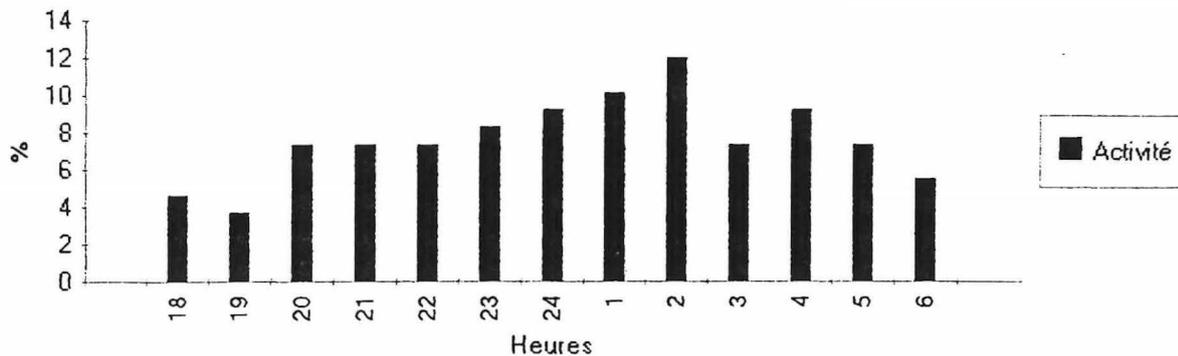
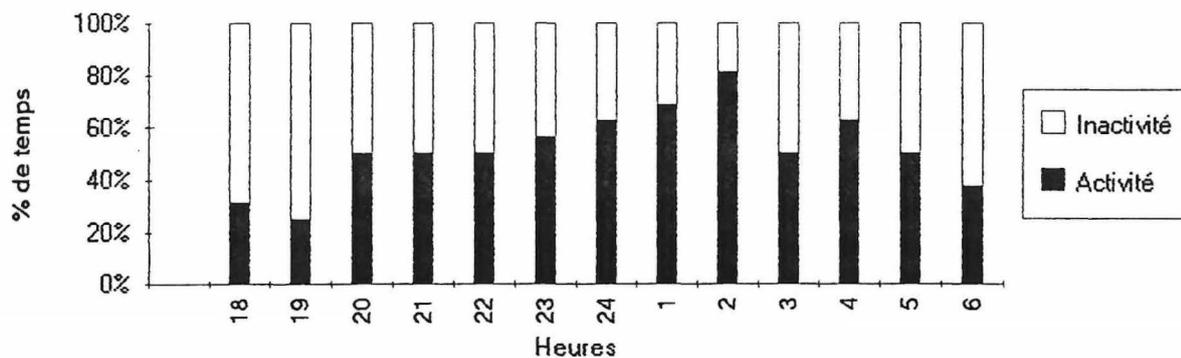


Figure 47: Répartition activité / inactivité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Ile des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 8 au 9 juillet 1997; n=208)



fil ont eu des déplacements plus courts et l'inactivité enregistrée est plus élevée que la "normale".

Les informations relevées durant les 3 cycles d'observations nocturnes permettent d'estimer les distances parcourues en une nuit : celles-ci sont reportées dans le **tableau XX**. Ces distances sont obtenues en faisant le cumul des distances entre deux positions (c'est à dire entre deux marques de papier déposées la nuit et signalant les différentes ruptures dans la trajectoire suivie) à 1 heure d'intervalle sur les 12 heures du suivi des escargots avec et sans bobine (distance "cumulée"). Certains se déplacent peu (2 cm) ; pour d'autres, une distance maximale cumulée de 5,17 m a été enregistrée. D'autres encore, restent rétractés dans leur coquille durant toute la nuit : 55,5 %, 26,6 % et 12,5 % des cas pour respectivement les nuits du 2-3, 4-5 et 8-9 juillet 1997.

2-3- Distribution horizontale des escargots de l'Ile des Pins

La répartition des animaux au sol est reportée dans le **tableau XXI**. Les *Placostylus* présentent une forte tendance à se dissimuler (82 % des cas environ) et ils affectionnent particulièrement la litière de feuilles (61 % des cas). La profondeur moyenne à laquelle ils se trouvent dans la litière végétale est de $0,9 \pm 0,1$ cm (53).

C- DISCUSSION ET CONTRIBUTION A LA MISE AU POINT DE METHODES D'ELEVAGE DES BULIMES

1-Méthodologie

Certaines informations recueillies au cours des essais réalisés à Port-Laguerre où *in situ*, à l'Ile des Pins ont pu l'être de façon subjective. En effet, dans les cages d'élevage, faire la distinction entre les activités d'alimentation, d'abreuvement ou bien de déplacements n'a pas toujours été chose facile et peut varier suivant l'observateur : parfois, un escargot trouvé dans une mangeoire ou un abreuvoir au moment de l'observation peut être simplement en train de se déplacer (il franchit alors le matériel qui représente un obstacle dans sa trajectoire). Sur le terrain, la distinction entre les différents types d'activité est encore plus difficile et pratiquement irréalisable : un escargot noté en déplacement peut très bien être en train de s'alimenter (feuilles mortes, débris végétaux...). Cela ne représente pas vraiment un problème car l'étude vise à mieux connaître les rythmes d'activité des *Placostylus* : distinguer phase d'activité (comprenant déplacements, alimentation...) et phase d'inactivité peut être suffisant ici, dans un premier temps.

L'étude des distances effectuées *in situ* par les bulimes permet d'émettre une critique sur la méthode de suivi employée : un "effet bobine" a pu être mis en évidence. Les escargots suivis avec une bobine de fil ont parcouru des distances plus courtes et ont été plus souvent inactifs que ceux sans bobine. Cet effet est apparu à la suite de la comparaison de la distance "effective" (s'approchant le plus de la réalité) à la distance minimale théorique (distance en ligne droite entre la position initiale et la position finale de l'escargot). Or, il a été montré qu'une relation de régression existait entre ces deux expressions de la distance.

Tableau XX : Valeurs moyennes des "distances cumulées" pendant la période nocturne (17 h 00 à 6 h00) par *Placostylus fibratus*, escargots suivis *in situ* à l'Ile des Pins

| Nuit du 2 au 3 /07/97 | Nuit du 4 au 5 /07/97 | Nuit du 8 au 9 /07/97 |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.23 ± 0.24 m (9) | 0.73 ± 0.48 m (15) | 1.75 ± 0.83 m (16) |

Tableau XXI : Distribution horizontale de *Placostylus fibratus*, escargots suivis *in situ* à l'Ile des Pins

| Position | Escargots (%) |
|---|---------------|
| Sous des racines d'arbres (enchevêtrées) | 2.3 |
| Sous un morceau de roche (bloc de corail) | 3.5 |
| Sous un bout de bois mort | 15 |
| A découvert | 18.4 |
| Sous la litière de feuilles | 60.9 |

Approximativement, la distance "effective" peut être obtenue en doublant la distance minimale théorique. Ainsi, "l'effet bobine" se trouve amplifié : on peut penser que la méthode de suivi employée a représenté une véritable gêne pour les escargots suivis de cette façon. Il faut également noter que la distance "effective" permet seulement d'approcher la distance réellement effectuée par les bulimes en 24 heures, le fil ayant pu rester accroché à des feuilles, morceaux de bois... (surestimation de la distance réelle) ou au contraire se tendre entre deux positions (sous-estimation de la distance réelle). La distance "cumulée" (somme des distances entre deux positions à 1 heure d'intervalle, sur 12 heures) reste elle aussi une approximation de la distance effectivement réalisée en une nuit. En effet, chaque heure, entre deux observations, la trajectoire de l'escargot n'était pas forcément linéaire. De plus, le calcul de cette distance faisant intervenir les déplacements des escargots avec bobine, entre autres, apporte là encore un biais dans l'évaluation des distances réelles du fait de "l'effet bobine".

Dans l'élevage expérimental, pour les essais 2 et 3, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence en ce qui concerne l'activité des *Placostylus* adultes et juvéniles (temps consacré à l'inactivité, distribution du temps total consacré aux déplacements ou à l'alimentation sur les différentes tranches horaires). De plus, il n'existe pas d'"effet répétition" en ce qui concerne le temps consacré à l'activité. Les répétitions auraient alors pu être regroupées. Cependant, le fait de les considérer séparément permet de visualiser certains faits (notamment pour l'essai 3) : adaptation des animaux aux nouvelles conditions environnementales auxquelles ils sont soumis (humidification, inversion jour / nuit). Les nuits effectuées à l'Ile des Pins sont, quant à elles, différentes et doivent être considérées séparément compte tenu des conditions thermo-hygrométriques variables d'une nuit à l'autre.

Il est délicat de comparer les distances effectuées par les adultes et les juvéniles. Les escargots ayant été suivis dans des cages différentes, une différence dans les distances effectuées pourrait s'expliquer par un effet cage. Cela étant, compte tenu du fait que les pourcentages de déplacements sont équivalents (à 5 %) pour les deux catégories d'animaux dans les deux répétitions, il serait étonnant que des différences dans les distances parcourues apparaissent.

2- Niveau d'activité des escargots de l'Ile des Pins

Les essais réalisés indiquent que d'une manière générale, le niveau d'activité de l'escargot de l'Ile des Pins est faible. Le pourcentage de temps sur 24 heures pendant lequel les escargots adultes sont actifs au cours de l'essai 1 correspond à ceux obtenus par Salas *et al.* (1997), soit une moyenne globale de 14,3 %. Pöllabauer (1995) a pu enregistrer sur des cycles de 24 heures à l'Ile des Pins des niveaux d'activité proches de 13 %. Ces résultats sont conformes aux observations faites par les habitants de l'Ile des Pins pour qui le bulime est un animal très peu actif. Pour comparaison, des observations faites sur *Hélix aspersa* par Daguzan (1985) montrent des niveaux d'activité proches de 100 % la nuit et de 50 % la journée en conditions thermo-hygrométriques favorables.

Les escargots de l'Ile des Pins sont essentiellement actifs la nuit. L'essai 3 réalisé à Port-Laguerre confirme le comportement nocturne de *Placostylus fibratus*. Au cours de cette inversion jour / nuit, les animaux ont été très perturbés : inactivité de 92 % en moyenne sur 24 heures ; décalage de l'activité en période de nuit artificielle. Aupinel (1987) a pu établir une relation entre les rythmes lumineux et les rythmes d'activité chez *Hélix aspersa* comme si une

horloge biologique était mise à l'heure au moment du coucher du soleil. Cette activité essentiellement nocturne des bulimes correspond aux observations de Pöllabauer (1995) réalisées en milieu naturel. De plus, la plupart des escargots du genre *Placostylus* sont connus pour avoir un comportement nocturne (Penniket, 1981. Brook *et al.* 1992).

Au cours de l'essai 1, le suivi des conditions thermo-hygrométriques dans les salles d'élevage montre qu'au moment où les activités maximales ont été enregistrées, les températures étaient basses et l'humidité élevée. Cela semble en accord avec l'hypothèse selon laquelle l'activité essentiellement nocturne de l'escargot de l'Ile des Pins s'expliquerait par la recherche de températures et d'humidité favorables (Salas *et al.* 1997). Cependant, l'utilisation de la climatisation dans la salle intérieure au cours de la journée a peu modifié le comportement nocturne des escargots (un léger "glissement" chez les juvéniles peut être néanmoins observé). Le déclenchement de la climatisation en journée a permis d'abaisser la température mais s'est également accompagné d'une baisse de l'humidité. Il est ainsi possible de penser que la faible activité des animaux au cours de la journée en salle climatisée pourrait être expliquée par cette faible valeur de l'hygrométrie. De plus, l'effet asséchant de la climatisation pourrait être en partie responsable du moindre niveau d'activité observé chez les adultes en salle climatisée par rapport à ceux placés à l'extérieur. Généralement, les juvéniles sont plus sensibles aux variations de température et d'humidité (Daguzan, 1985 ; Bonnet *et al.*, 1990) ; ceci va à l'encontre de l'observation faite ici (les adultes ressentent plus les "effets négatifs" de la climatisation).

L'essai 2 permet de préciser les observations de l'essai 1. En effet, il est ici possible de maintenir de basses températures (18-19 °C) avec une humidité élevée (humidificateur, HR >90 %) tout au long du nyctémère. Les conditions ont effectivement pu permettre d'augmenter légèrement le temps consacré à l'activité pour les deux catégories d'escargots (l'inactivité est alors de 72 % en moyenne et diffère de manière significative de celle de l'essai 1 (80 %)). L'activité des juvéniles semble avoir démarré plus tôt dans la soirée au cours de la deuxième répétition mais aucune activité significative n'est observée en phase diurne. Ainsi, la faible valeur de l'hygrométrie en journée au cours du premier essai n'expliquerait pas à elle seule la faible activité des escargots.

L'essai 3 a permis de savoir si la lumière est le facteur déterminant qui explique l'absence d'activité des escargots au cours de la journée, même avec des conditions de température et d'humidité favorables (essai 2). Les animaux n'ont pas été plus actifs durant le jour artificiel, de plus, la baisse globale du niveau d'activité (environ 5 %) sont le signe d'une perturbation de l'horloge biologique interne. Les bulimes semblent donc fondamentalement **nocturnes** (un réel **phototropisme négatif** existe). Au cours d'observations nocturnes de *Placostylus* en Nouvelle-Zélande, Penniket (1981) mentionne le fait que ces derniers se rétractent vivement dans leur coquille si une lumière brille au dessus d'eux. Cela a également pu être noté lors de nos cycles d'observations.

L'expérience de Salas *et al.* (1997) a mené les auteurs à la conclusion que le facteur lumière n'avait pratiquement pas d'effet sur l'activité de *Placostylus fibratus* bien qu'il soit connu comme étant nocturne. Ceci n'est qu'en apparence contradictoire avec nos résultats. En effet, les escargots ont été soumis à un régime lumineux de type 12 heures de jour / 12 heures de nuit, avec une transition jour / nuit qui avait lieu à 11 h 30 (afin de faciliter les observations de nuit). Température et humidité ont été également contrôlées. Ainsi, de 11 h 30 à 23 h 30 les animaux se retrouvaient en "situation de nuit", alors que celle-ci apparaît normalement vers 18 h 00. Tout comme dans nos essais, les activités nocturnes et diurnes ont

été enregistrées. Aucun effet du facteur lumière n'a pu être mis en évidence car, en fait, les escargots n'ont probablement pas eu le temps de modifier leur horloge biologique (malgré la nuit) : l'activité enregistrée le "jour" correspond sûrement à celle d'après 23 h 30, c'est à dire au maximum d'activité qui est normalement enregistré lors d'un cycle nyctéméral (les bulimes n'ayant pas modifié leur horloge biologique se comportent comme s'il faisait encore nuit). Leur cycle normal d'activité n'a été modifié (avancé) de 6 heures seulement et chevauche le nouveau cycle imposé. L'effet du facteur lumière se trouve ainsi masqué ; les auteurs ont seulement pu conclure que le comportement nocturne des *Placostylus* s'expliquait par la recherche de températures et d'humidité favorables.

Une expérience menée sur l'escargot *Hélix aspersa* montre que celui-ci préfère le milieu obscur au milieu éclairé (Chevalier, 1995). Ainsi, la compréhension de l'activité des escargots doit se faire en prenant en compte les facteurs température, humidité et lumière ; ceux-ci ne doivent probablement pas être considérés séparément.

In situ, l'activité nocturne moyenne de *Placostylus fibratus* (37 %) est inférieure à celle observée au cours de l'essai réalisé en élevage (2). Mais cette activité nocturne est très variable d'une nuit à l'autre suivant les conditions thermo-hygrométriques. Lors de la première nuit, l'activité a été la plus faible (20%) bien que l'humidité ait été proche de la saturation (96 %) ; les basses températures enregistrées (16°C) pourraient avoir "inhibé" cette activité nocturne. C'est lors de la troisième nuit qu'un niveau d'activité maximal a pu être noté (52 %), la température a été de 18 à 19 °C tout au long de la nuit, l'humidité de 85 à 90 %. La journée précédente a été marquée par de très fortes précipitations ; l'humidité au sol devait alors être certainement plus élevée que ce qui a été enregistré, lors du cycle d'observation. Conformément aux observations réalisées en élevage, l'étude *in situ* semble indiquer que le niveau d'activité est faible (**prédominance de la phase inactive**). **Deux pics d'activité nocturnes** existent : un vers 20 h 00, l'autre vers 3-4 h 00. D'une manière générale, l'activité est plus forte au crépuscule et pendant la nuit, si une forte humidité est assurée et si la température est plus douce. Ces résultats correspondent à ceux enregistrés par Chevalier (1995) chez *Hélix aspersa* : après des jours de forte pluie l'activité peut s'élever jusqu'à 66 %. *Placostylus fibratus* apparaît, en ce qui concerne les périodes d'activité, proche d'*Hélix aspersa* : cette espèce connue pour son comportement nocturne présente un maximum d'activité au coucher du soleil, puis dans la nuit, 6 heures après le crépuscule. Pour comparaison, l'espèce *Hélix pomatia* n'est pas une espèce strictement nocturne : les escargots peuvent être actifs de jour, même lorsqu'il ne pleut pas, jusqu'à un degré hygrométrique de l'air de 40 %. De plus, ils ne craignent pas la lumière (Chevalier, 1995).

L'essai 3 (inversion jour / nuit) n'a évidemment pas été réalisé dans le but de proposer aux éleveurs de l'Île des Pins un système d'élevage basé sur cette inversion (il n'a d'ailleurs pas été poursuivi). L'objectif était d'apporter des éléments d'interprétation supplémentaires et de mieux caractériser les bulimes : ceux-ci présentent un phototropisme négatif. C'est cela qui a un intérêt dans l'élevage. En effet, connaissant cette particularité de l'espèce, il est envisageable de tenter d'élever ces animaux dans un endroit sombre, où le maximum de pénombre puisse être obtenu. Cependant, les élever dans le noir total (24 heures de nuit) ne constitue pas une bonne solution. En effet, l'escargot présente un rythme d'activité journalière en relation étroite avec la photopériode : un cycle avec une transition jour / nuit est nécessaire sinon, de graves troubles peuvent apparaître dans son développement (troubles de la croissance, de la reproduction, mortalité...) (Bonnet *et al.* ; 1990). L'activité de certains organismes est stimulée par des photophases de longue durée (durée d'éclaircissement supérieure à 14 heures). Ces animaux sont dits "à jours longs". C'est le cas de l'escargot *Hélix aspersa*.

La photopériode est le principal facteur qui déclenche l'activité ou l'inactivité des escargots, selon qu'ils sont soumis à des régimes lumineux de type "jours longs" (photophase > 15 heures) ou "jours courts" (photophase < 15 heures) (Bonnet *et al.*, 1990). Connaître ce phénomène est primordial pour une exploitation rationnelle de l'animal, permettant ainsi, en jouant sur les durées de photophase, de stimuler la croissance, la reproduction... L'ensoleillement, l'éclairage, la durée du jour sont des facteurs importants pour la production des bulimes. Le biotope de l'escargot de l'Ile des Pins est le sous bois des forêts primaires humides de Nouvelle-Calédonie. Dans ces régions, le cycle jour / nuit s'éloigne peu de 12 heures / 12 heures. Il peut être conseillé d'implanter l'escargotière dans un site ombragé, sous d'anciennes plantations ou même mieux directement en forêt. En forêt, les escargots pourront être stimulés par les odeurs, goûts... En effet, ces stimuli, entre autres, ont été décrits comme régulant la croissance et la reproduction chez l'escargot (Gomot *et al.*, 1987).

Lors de l'essai 2, l'activité nocturne a pu être légèrement augmentée. Ceci pourrait être dû à l'utilisation de la climatisation et de l'humidification en journée. En élevage, il peut être recommandé d'arroser les escargotières plusieurs fois par jour, notamment pour les juvéniles qui présentent un comportement d'estivation plus marqué que les adultes. Les arrosages fréquents procurent des conditions favorables (d'humidité, de température) qui permettent la levée de ce type de comportement ; le fait de minimiser ainsi les pertes d'énergie pourrait être responsable de l'augmentation de l'activité nocturne.

L'effet asséchant de la climatisation lors de l'essai 1 permet de tirer des enseignements sur l'orientation de l'escargotière. En effet, les escargots terrestres pulmonés respirent de l'air et ne possèdent pas de branchies. Leur tégument s'opposant très mal à la déshydratation, une aération suffisante est à prescrire mais en évitant le vent et les courants d'air.

3-Déplacements des escargots de l'Ile des Pins

Les résultats enregistrés sur les déplacements au cours des différents essais ainsi qu'à l'Ile des Pins confirment les observations faites sur le niveau d'activité. *In situ*, la distance moyenne parcourue par les bulimes en une nuit est d'environ 90 cm (distance "cumulée"). Sur 24 heures, la distance minimale théorique réalisée est de l'ordre du mètre. Les escargots du genre *Placostylus* sont connus pour se déplacer très peu et sur de faibles distances (Penniket, 1981 ; Brook *et al.* 1992 ; Pöllabauer, 1995). Penniket (1981) cite des distances journalières de 20 à 40 cm chez *P. ambagiosus* en Nouvelle-Zélande. Pour comparaison, l'escargot géant africain du genre *Achatina* peut parcourir en une nuit plus de 50 m (van S. Greve, 1981).

Les résultats des essais réalisés à Port-Laguerre indiquent que l'utilisation de la climatisation en journée avec humidification compensatrice permet d'augmenter légèrement le niveau d'activité nocturne des *Placostylus*. Il serait cependant intéressant d'évaluer l'impact de ces conditions sur la productivité des animaux : performances de croissance et de reproduction. En effet, le niveau d'activité et les distances parcourues ne sont qu'un des aspects permettant de juger de l'effet positif des conditions d'élevage. Selon Bonnet *et al.* (1990), des déplacements nombreux et désordonnés dans certains cas, peuvent être le reflet d'un stress, les dépenses importantes de réserves énergétiques qui en résultent pouvant avoir des conséquences très graves sur la survie des animaux. Au cours de nos essais en laboratoire, mais aussi à l'Ile des Pins, certains animaux sont restés rétractés dans leur coquille durant les

24 heures d'observation alors que d'autres ont pu réaliser de grandes distances (de 5 à 7 m en 24 heures). Cette inactivité totale pourrait elle aussi être interprétée comme une réponse au stress. Lors de l'essai 3, situation stressante, les distances parcourues n'ont pas été plus grandes mais ce sont 50 % des escargots suivis qui n'ont pas bougés pendant 24 heures. De même, à l'Ile des Pins, 55 % des animaux sont restés inactifs durant la nuit entière lors du premier cycle effectué (nuit apparemment la moins favorable pour eux puisque le niveau d'activité a été le plus faible observé). Même au cours de la nuit du 8 au 9 juillet 1997, la plus favorable, 12 % des individus n'ont pas bougés du tout.

Le confinement des bulimes en élevage sera facilité par le fait qu'ils se déplacent très peu. Il est probable que les dispositifs "anti-fuites" élaborés, utilisés dans l'héliciculture européenne ne soient pas forcément nécessaires pour ce genre d'escargots. En effet, essentiellement fouisseur (il rampe également sur les grosses racines d'arbres, toujours à proximité du sol (obs. pers.)), une enceinte enterrée à une profondeur suffisante pour barrer le passage aux prédateurs creusant des galeries (rongeurs...), ou bien un simple grillage vertical enterré à sa base suffisent probablement. Dans les parcs extérieurs des élevages d'*Hélicidae* en Italie, on utilise des tôles et grillages galvanisés implantés dans le sol qui, d'après Elmslie (1982) feraient subir aux escargots qui les touchent un léger choc électrique provoqué par la différence de potentiel entre le zinc et le sol, d'où le pouvoir répulsif du métal galvanisé sur les escargots.

Les bulimes se déplaçant peu, il peut être judicieux de disposer à différents endroits de l'enceinte d'élevage un maximum de mangeoires et d'abreuvoirs afin d'augmenter leur chances de s'alimenter rapidement sans devoir les obliger à parcourir de grandes distances pour se nourrir (minimiser les pertes d'énergie). Il serait d'ailleurs intéressant de vérifier si le phénomène de "retour au gîte", appelé *homing* existe chez *P. fibratus*. Celui-ci se traduit par un retour de l'animal, après son activité nocturne, à la place qu'il occupait durant la journée, parfois à la même place qu'il occupait 24 heures plus tôt. Ce phénomène est très fort chez *Hélix aspersa*, beaucoup moins chez *Hélix pomatia* (Chevalier, 1995). En Nouvelle-Zélande, les *Placostylus* sont caractérisés par un très faible taux de dispersion (1 à 3 m par an), certains peuvent être retrouvés au même endroit un an après leur marquage. Cette caractéristique est accentuée chez les juvéniles. Selon Penniket (1981), une telle stratégie (faible dispersion) représente un avantage sélectif pour un organisme dépendant d'un approvisionnement en une ressource stationnaire. En élevage, il faudra donc disposer en permanence à proximité de l'animal l'alimentation et l'abreuvement dont il a besoin puisque, de lui même, il risque de ne pas (ou peu) aller à leur recherche.

4- Distribution horizontale des escargots de l'Ile des Pins

Le relevé de la position au sol de *Placostylus fibratus in situ* révèle la tendance de ces animaux à se **dissimuler** ; ils affectionnent particulièrement la litière de feuilles. En captivité, ils peuvent être observés enterrés dans les bacs de ponte où bien cachés sous les mangeoires et les abreuvoirs. Ce genre de comportement a été décrit chez d'autres espèces du genre et est considéré comme un moyen d'atteindre un microclimat favorable à la conservation de l'humidité corporelle et constitue également un moyen d'échapper aux prédateurs pendant la journée (Penniket, 1981). Le contact avec la terre semble indispensable à la bonne croissance des escargots. Selon Gomot *et al.* (1989), cette terre leur apportera du carbonate de calcium, des sels minéraux (magnésium notamment), ainsi que diverses substances présentes dans la

matière organique dont peut-être les facteurs de stimulation de la croissance. Bien que l'on ne connaisse pas la teneur minimale en calcium du sol qui garantirait le succès de l'élevage des escargots de l'Île des Pins, on peut penser que celle-ci doit être élevée, vu l'importance de la coquille chez ces escargots (environ 40 % du poids total) et leur milieu de vie (ils affectionnent les calcaires coralliens ; à de nombreuses reprises, des bulimes ont pu être observés hors de la coquille, sur des morceaux de calcaire pendant quelques heures). L'escargot absorbe le calcaire par 3 voies différentes : par ingestion des plantes dont il se nourrit ; par la peau (il absorbe l'eau qui s'est chargée de calcaire au contact du sol) ; directement il absorbe le calcaire en râpant avec sa radula rugueuse, la terre et autres roches calcaires (Cadart, 1981). Pour comparaison, *Hélix pomatia* (escargot de Bourgogne, poids marchand de 16 à 25 g par sujet) est très exigeant vis à vis du calcium. Par contre, *Hélix aspersa*, espèce de plus petite taille (1 kg de poids marchand pour 60 à 100 sujets), l'est un peu moins et exige une teneur en calcium du sol de l'ordre de 3 à 4 % (Elmslie, 1982). Ainsi, il semblerait que le bulime, tout comme l'achatine, ait besoin d'un apport nettement supérieur aux recommandations valables pour les escargots européens. Selon Daouda (1995), quant les escargots du genre *Achatina* ont à leur disposition une source de calcium assimilable présentée sous une forme non pulvérulente, à volonté mais séparée des aliments, ils prélèvent cet élément spontanément et couvrent correctement leurs besoins. De plus, les formes de présentation du calcium alimentaire et son origine ont un impact considérable sur les performances de croissance chez *Achatina achatina*. Zongo (1992) précise que la craie d'écoliers en bâtonnet ou en bloc semblerait la plus adéquate, mais elle est chère. Distribuée séparément *ad libitum* sous forme de poudre, elle donnerait des résultats moindres et peut alors être remplacée avantageusement par des sources calciques locales moins coûteuses. Ainsi, en élevage de *Placostylus fibratus*, les petits blocs de corail trouvés en abondance sur l'Île des Pins pourront largement être utilisés et représenteront une source de calcium très bon marché. Ceux-ci seront répandus au sol dans les enceintes d'élevage. Les sols très acides devront être évités lors du choix de l'emplacement de l'escargotière.

Etant donné que la terre constitue aussi un refuge où l'escargot s'enfouit lorsqu'il fait chaud ou trop sec, elle devra être légère et suffisamment drainée pour ne pas se compacter et permettre aux géniteurs d'enfouir leurs oeufs (les arrosages préconisés précédemment visent uniquement à humidifier et non pas à imbiber la terre en permanence). Des recherches futures sur l'alimentation de *Placostylus fibratus* devraient permettre de déterminer quelles sont les espèces les mieux appréciées. Celles-ci pourront éventuellement être utilisées comme couverture végétale dans les escargotières ; cela procurera un micro-climat humide favorable aux escargots en dehors des heures d'ensoleillement et un abri efficace durant les heures chaudes de la journée et, de plus, permettra de réduire les arrosages quotidiens et parallèlement de diminuer la charge de travail des éleveurs. La putréfaction et la dégradation du milieu de vie des escargots sont rapides dans ces conditions climatiques chaudes et humides ; l'utilisation de vers de terre pourrait être testée pour maintenir les enceintes saines pour les escargots en croissance (recyclage de la matière).

En milieu naturel, les animaux apprécient la litière végétale pour se dissimuler et le contact direct avec des racines, du corail, des morceaux de bois... En élevage, ces éléments pourront être apportés et serviront d'abris. Une épaisse couche de feuilles mortes entrera dans la composition du substrat d'élevage et permettra aux escargots de se cacher en journée et d'atteindre les conditions qui leur sont favorables. De plus, la présence de ces feuilles permettra de limiter le comportement arboricole des infantiles qui ont tendance à monter le long des parois des cages de nurserie (Salas et al. 1996 et obs. perso.).

5- Survie des infantiles en élevage

Durant le stage, des essais visant à améliorer le taux de survie des infantiles ont été réalisés. Après éclosion les nouveau-nés ont été placés dans des cages en moustiquaire de 0,2 m². De la terre végétale remplissait le fond de ces cages, des petits blocs de corail et une couche de feuilles sèches étaient également présents : certaines cages possédaient une litière de feuilles de manguier et de banyan, d'autres uniquement des feuilles de manguier. La présence de ces feuilles a permis de limiter la montée des juvéniles le long des parois des cages (leur comportement arboricole a ainsi été atténué). Un à deux arrosages par jour permettent de déclencher et de maintenir l'activité des animaux .

L'eau doit être pulvérisée sur les feuilles sèches, tout en retournant celles-ci à la main : cela permet d'atteindre les jeunes escargots très souvent trouvés "collés" sous les feuilles enroulées et qui ne bénéficieraient pas de l'humidité de l'arrosage s'il était réalisé en surface seulement. Une fois par semaine, un arrosage au jet permet le maintien de l'humidification de la terre des cages. L'utilisation de l'aliment concentré (son de blé + CaCO₃) des années précédentes, pour les infantiles, a été abandonnée. Un aliment de type "**premier âge**" a été préparé : celui-ci comprend : 30 % de farine fine de blé, 30 % de lait en poudre, 20 % d'aliment cochon (finement écrasé puis tamisé), 20 % de carbonate de calcium et un complément vitaminé et minéralisé. Selon Bonnet *et al.* (1990), une caractéristique commune à tous les aliments de qualité réside dans la finesse de la mouture. En effet, l'attaque des particules alimentaires par les sucs digestifs de l'escargot est d'autant mieux assurée que celles-ci sont plus fines. Après le / les arrosage(s) journalier(s), cet aliment est saupoudrer sur les feuilles humides (toujours en les retournant à la main afin d'en répandre de partout et ainsi en faciliter l'accessibilité pour les escargots) et peut également être déposé sur quelques feuilles larges servant de mangeoires. Lors de leurs déplacements (déclenchés par des arrosages fréquents) les animaux ont toujours la possibilité de s'alimenter et de s'abreuver directement sur les feuilles. Le nouvel aliment semble apprécié : de nombreux excréments blanchâtres sont retrouvés à côté des escargots, sur les feuilles.

En 1995-1996, les taux de survie à un mois étaient de 3 à 11 %. En 1997, le **taux de survie moyen à un mois** est de **65 %** et même de 100 % dans un cas (n = 91). La cage où 100 % des infantiles ont survécus ne possédait pas de feuilles de banyan, et avait été équipée, dès l'installation des nouveau-nés, d'une **mousse imbibée d'eau** déposée dans une boîte de Pétri. Celle-ci permet de maintenir une certaine humidité ; de plus, des escargots ont souvent été trouvés collés à cette mousse (s'abreuvant ?). Les cages où les plus faibles taux de survie ont été observés sont celles possédant une couche de feuilles de banyan déposée sur la terre végétale. Ce genre de feuilles (fines) pourrait très vite sous une forte humidité par rapport aux feuilles de manguier plus résistantes. Le milieu devient alors rapidement favorable au développement de parasites : des moucherons se développent dans ces cages et pondent sur les feuilles pourries. De nombreuses larves de ces insectes ont été trouvées "grouillant" dans le fond des cages. Certaines larves atteignent la coquille, en s'insérant jusque dans la masse viscérale : de nombreux sujets moribonds ont alors été trouvés, ainsi que des coquilles vides remplies de ces asticots. Chevallier (1995) signale la présence de larves de diptères ("asticots" de mouches ou de moucherons) chez des *Helix* adultes, mais on ne sait pas encore si elles peuvent se développer dans des escargots sains au départ ou uniquement dans des escargots affaiblis ou mourants. L'analyse de la terre végétale de ces cages a révélé la présence de nombreux nématodes. Un des problèmes qui se pose est donc celui de la dégradation rapide du substrat d'élevage qui nuit à la survie des escargots. Cependant, un fait peut paraître

antagoniste : dans les cages possédant des feuilles de banian pourries sont trouvés des escargots vivants (et très souvent, les plus gros de la cage) qui semblent se plaire sous ce type de feuilles (escargots en activité). La recherche d'un microclimat favorable (et de nourriture ?) dans la litière de feuilles les conduit à s'installer dans un milieu qui peut leur être fatal (développement de parasites, de maladies...).

Les années précédentes, sur le substrat d'élevage étaient également déposées des feuilles de faux mimosa (*Leucaena leucocephala*). Cette pratique a été abandonnée en 1997. En effet, une étude sur l'influence de l'alimentation sur la production chez *Archachatina sp.* (Koudande *et al.*, 1995) révèle que le taux de mortalité de jeunes escargots (âgés de 0 à 3 mois) nourris avec des feuilles de *Leucaena leucocephala* est très élevé (83.9 %) alors qu'il reste relativement faible sur les autres régimes testés. Les auteurs précisent que les feuilles de faux mimosa, à cause de leur teneur élevée en mimosine pourraient être à l'origine de la forte mortalité observée sur les jeunes escargots.

Des essais visant à améliorer les conditions d'élevage devraient permettre d'augmenter les taux de survie : recherche de nouveaux substrats, stérilisation de la terre des cages, introduction de vers de terre (recyclage de la matière)...

Améliorer le mode de présentation de l'aliment devrait aussi permettre d'améliorer les taux de survie : sa pulvérisation sur les feuilles humides contribue également à la dégradation rapide du milieu. L'utilisation de mangeoires peut être rendue difficile par le fait que les jeunes escargots quittent très peu les feuilles sur lesquelles ils se trouvent.

Le maintien des reproducteurs en élevage sur de longues périodes pose problème. En 1995 et 1996, les taux de mortalité étaient respectivement de 40 et 38 %. En élevage d'*Helix aspersa*, Daguzan (1981) rapporte une mortalité de 39.6 % pour les reproducteurs, en 14 semaines. Celle-ci serait probablement dû à la mortalité naturelle des animaux dont on ne connaît pas l'âge exact et d'autre part, à l'épuisement des escargots placés en reproduction intensive. Dans notre cas, l'épuisement semble peu probable vu le faible nombre de pontes obtenues. Une dégradation non maîtrisée des conditions d'élevage (pathologies, parasites...) pourrait être responsable de la mortalité observée.

Des problèmes d'ordre alimentaires pourraient également être évoqués. La poursuite d'essais concernant l'alimentation devraient permettre de contribuer au "bien-être" des animaux en captivité. Les connaissances sur l'alimentation des *Placostylus* en milieu naturel sont pratiquement inexistantes. Tout comme l'escargot *Arianta arbustorum* (Helicidae) (Speiser *et al.*, 1993), les bulimes doivent probablement avoir une consommation de plantes variées : ils adoptent un comportement alimentaire du type herbivore généraliste. La consommation d'espèces variées permet d'optimiser le repas (les déficiences en certains nutriments peuvent être évitées, la composition chimique varie suivant les saisons également). En milieu naturel, les *Placostylus* peuvent être observés en train de consommer des champignons, lichens... sur des petits blocs de corail ou sur les racines d'arbres (Obs. personnelle).

A l'élevage, des essais concernant l'alimentation ont été réalisés. Des plantes n'entrant pas naturellement dans le régime alimentaire des *Placostylus* ont été testées : feuilles de taro (*Xanthosoma sp.*), feuilles de patate douce (*Ipomoea batatas*). Le choix de ce type de plante a été fait car ces dernières sont couramment cultivées en Nouvelle-Calédonie et pourraient ainsi représenter une source d'aliment à moindre frais pour l'élevage des bulimes (valorisation des déchets des cultures). Les feuilles de taro ont été beaucoup plus appréciées que celle de patates douces, et sont consommées intégralement vertes ou sèches. D'autres feuilles

pourraient être testées (feuilles de manioc (*Manihot esculensis*), de papayer (*Carica papaya*)... ainsi que des fruits (bananes, papayes, oranges...) ou de jeunes pousses de végétaux et d'arbres.

Ainsi, de nombreuses carences zootechniques persistent et sont à l'origine des mauvaises performances réalisées en élevage de *Placostylus fibratus* et à des résultats parfois contradictoires obtenus lors d'expérimentations. Ces carences sont probablement liées à l'application irrationnelle aux bulimes de techniques hélicicoles élaborées pour les *Helicidae*. La mise en place de fermes expérimentales sur l'Île des Pins (Salas *et al.* 1997) permet d'adapter les techniques aux différentes contraintes locales et de proposer des méthodes réalistes et pratiques à mettre en oeuvre tout en bénéficiant de la connaissance empirique des escargots que possèdent les populations locales.

CONCLUSION

L'étude du comportement de l'escargot de l'Ile des Pins, grâce aux essais réalisés en élevage et aux suivis effectués *in situ*, a permis de mettre en évidence le faible niveau d'activité de l'espèce (prédominance de la phase inactive au cours du nyctémère, faibles distances parcourues...). De plus, la confirmation du comportement nocturne (phototropisme négatif) de *Placostylus fibratus* a pu être obtenue. Les bulimes présentent également une forte tendance à se dissimuler au sol (litière de feuilles mortes). *In situ* et en élevage, il a été observé que de basses températures (18-19 °C) ainsi qu'une humidité élevée (> 90 %) semblent correspondre à la zone de confort de ces escargots (en salle climatisée, ces conditions ont permis d'augmenter légèrement le niveau d'activité).

Toutes ces informations recueillies constituent de précieux éléments à prendre en considération dans la zootechnie de *Placostylus fibratus*. Quelques recommandations concernant l'élevage ont pu être émises, prenant en compte les particularités de l'espèce et les contraintes des habitants de l'Ile des Pins.

La capacité de réponse des bulimes aux facteurs environnementaux et à leurs variations est faible: ils paraissent inféodés à un cycle qui leur est propre et ainsi présentent une faible plasticité de réponse. Ceci pourrait en partie être expliqué par le caractère préhistorique de ces animaux (le genre *Placostylus* serait apparu au Crétacé selon Penniket, 1981). *Placostylus fibratus* paraît difficile à élever : spectre écologique très étroit, comportement arboricole des juvéniles, faible reproduction et mortalité élevée des géniteurs en captivité... Actuellement, on ne peut prétendre maîtriser les techniques d'élevage de cette espèce (comprenant la phase de reproduction). Cependant, le développement d'une **héliculture à cycle biologique partiel** pourrait être utilisé pour les bulimes. Ce système consiste à prélever *in situ* des juvéniles et à réaliser de l'embouche en escargotière, dans des parcs de stockage et d'engraissement. Ce système traditionnel de parage a longtemps, et est encore aujourd'hui utilisé en élevage de l'escargot de Bourgogne en Europe (*H. pomatia*, espèce protégée qui se raréfie à cause du sur-ramassage). Cet élevage est difficilement rentabilisable à cause de la faible fécondité de ces escargots et de leur croissance très lente (stade adulte atteint en 2-3 ans). Deux solutions envisageables pour cette espèce sont le **ranching**, parage traditionnel amélioré d'animaux récoltés dans la nature, et la **production extensive** (consistant à faire se reproduire des escargots dans des enceintes en plein air, en laissant les petits naître et se développer dans ces enceintes). Cette dernière méthode d'élevage apparaît comme une méthode appropriée pour un élevage en revenu complémentaire ou pour un élevage amateur; elle permet de réduire au maximum les investissements et le temps de travail par rapport à une technique intensive de production (Chevalier, 1995).

Ces deux techniques sont envisageables dans le cas de *Placostylus fibratus*; de plus, la poursuite des essais visant à améliorer le taux de survie des infantiles permettrait de prélever directement des pontes *in situ* et ainsi d'amener le maximum d'animaux au stade commercialisable. D'autre part, la rentabilité des élevages de *P. fibratus* pourrait être également améliorée en commercialisant les animaux plus tôt que ce qui est fait d'habitude (Salas *et al.*, 1996). Les bulimes sont traditionnellement commercialisés à l'âge adulte, entre 3 et 5 ans; or, des juvéniles (avec une bonne croissance) peuvent atteindre une taille acceptable sur le plan commercial à 2 ans environ: 5 cm de long environ et entre 12 et 15 g, soit l'équivalent d'un bel escargot de Bourgogne. Mais cette solution nécessiterait un changement d'habitude chez les consommateurs calédoniens, ce qui est toujours délicat. De

plus, le ramassage dans les populations sauvages de gros juvéniles plutôt que d'adultes serait certainement plus judicieux en terme de dynamique de population, compte tenu des caractéristiques de cette espèce (Salas *et al.*, 1996).

Bien que des résultats encourageants aient déjà été obtenus, l'élevage des bulimes en est encore à ses balbutiements ; afin d'aboutir à la mise au point d'une véritable héliciculture, il sera nécessaire d'approfondir nos connaissances sur la biologie (comportement et activité, chronobiologie, alimentation...), parasitisme, et l'écologie de cette espèce.

BIBLIOGRAPHIE

- "Atlas de Nouvelle-Calédonie." 1989 : CTRDP et ORSTOM, éditions du Cagou. Deuxième édition et réactualisation, 1992. 91 pp.
- Aupinel, P. ; Daguzan J. ; 1987 : "Etude du rôle de la photopériode sur l'activité métabolique des jeunes escargots "Petits-gris" (*Helix aspersa* Müller) et mise en évidence de l'existence d'une phase photosensible." *Haliotis*, 19 : 47-55.
- Bonnet, J. C. ; Aupinel, P. ; Vrillon, J. L. ; 1990 : "L'escargot *Helix aspersa*. Biologie-élevage." INRA "Du labo au terrain", Paris. 124 pp.
- Brook, F.J. ; Laurenson, C.M. ; 1992 : "Ecology and morphological variation in *Placostylus bollonsi* (Gastropoda : Bulimulidae) at Three King Islands, New Zealand. *Records of Auckland Int. Museum* 29 : 135-166.
- Butler, A. J. ; 1976 : "A shortage of food for the terrestrial snail *Helicella virgata* in South Australia." *Oecologia*. 25 : 22 pp.
- Cadart, J. ; 1981 : "Les escargots." *Savoir en Histoire Naturelle XXIV*, Ed. Lechevallier S.A.R.L Paris. 435 pp.
- Chatfield, J. E. ; 1968 : "The life history of the Helicid snail *Monacha cantiana* (Montagu), with reference also to *M. cartusiana* (Muller). *Proc. Malac. Soc. Lond.* 38 : 12 pp.
- Cherel-Mora, C. ; 1983 : "Variation géographique et taxonomie des *Placostylus* (Gastéropodes Pulmonés Stylommatophores) en Nouvelle-Calédonie." Doctorat 3 e cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris VII. 103 pp.
- Chevallier, H. ; 1995 : "Les escargots, connaissance, élevage." Paris, Editions Rustica, novembre 1995, 110 pp.
- Daguzan, J. ; 1981 : "Contribution à l'élevage de l'escargot "Petit-gris" *Helix aspersa* Müller. I- Reproduction et éclosion des jeunes, en bâtiments et en conditions thermohygrométriques contrôlées". *Ann. Zootech*, 30, 249-272.
- Daguzan, J. ; 1982 : "Contribution à l'élevage de l'escargot Petit-gris, *Helix aspersa* Müller. II- Evolution de la population juvénile de l'éclosion à l'âge de 12 semaines, en bâtiment et en conditions d'élevage contrôlées." *Ann. Zootech.*, 31 (2), 87-110.
- Daguzan, J. ; 1985 : "Contribution à l'élevage de l'escargot Petit-gris, *Helix aspersa* Müller. III- Activité des individus et évolution de la population juvénile selon la charge biotique du parc. *Ann. Zootech.*, 34 (2) : 127-148.
- Elmslie, L.J. ; 1982 : "Escargots et héliciculture." *Revue Mondiale de Zootechnie*. 41 : 20-26.

- Franc, A. ; 1957 : "Mollusques terrestres et fluviatiles de l'archipel néo-calédonien." Mem. Mus. Hist. Nat. Paris, série A, Zool. 13 : 200 pp.
- Gomot, A. ; Deray, A. ; 1987 : "Les escargots." La Recherche n°186, mars 1987. 302-311.
- Gomot, A. ; Gomot, L. ; Boukraa, S. ; Bruckert, S. ; 1989 : "Influence of soil on the growth of the land snail *Helix aspersa*, an experimental study of the absorption route for the stimulating factors." J. Moll. Stud. 55 : 1-7.
- Koudande O. D., Ehouinson M. ; 1995 : "Influence de l'alimentation sur la production chez *Archachatina* sp." Revue Mondiale de Zootechnie (FAO/AGA; Roma), 83 : 60-63.
- ORSTOM. ; 1981 : "Atlas de la Nouvelle-Calédonie et Dépendances." Editions de l'ORSTOM, Paris (53 planches).
- Pain, T. ; 1955 : "Notes on some new caledonian *Placostylus*." J. Conchyl., 95 (1) : 8 pp.
- Pain, T. ; 1958 : "On a new subspecies of *Placostylus fibratus* (Martyn) from New Caledonia." J. Conch.; 24 (8) : 2 pp.
- Parrish, R. ; Sherley, G. ; Aviss, M. ; 1995 : "Giant land snail recovery plan." Threatened Species Unit, Department of Conservation, New Zealand. 39 pp.
- Penniket, A. S. W. ; 1981 : "Population studies of land snails of the genus *Placostylus* in the North of New Zealand." Unpublished M. Sc. Thesis, University of Auckland, New Zealand. 115 pp.
- Pilsbry, A. H. ; 1900 : "Australasian Bulimulidae." Man. of Conch., 13 : 237 pp.
- Pöllabauer, C. ; 1986 : "Contributions à la taxonomie, biologie et écologie des mixohalins et polymorphes (Archéogastéropodes Mollusques)." Thèse, Inst. de Zool., Université de Vienne.
- Pöllabauer, C. ; 1994 : "Etude préliminaire du bulime de l'Ile des Pins." Rapport d'activité. Agence Concept, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 14 pp.
- Pöllabauer, C. ; 1995 : "L'escargot de l'Ile des Pins, *Placostylus fibratus*. Biologie-Répartition-Economie." Service de l'Environnement, Province Sud, Nouvelle-Calédonie. 57 pp.
- Pöllabauer, C. ; 1996 : "L'escargot de l'Ile des Pins, *Placostylus fibratus*. Répartition-économie." Agence ERBIO, Nouvelle-Calédonie. 23 pp.
- Pomeroy, D. E. ; 1969 : "Some aspects of the ecology of the land snail *Hellicela virgata*, in South Australia." Aust. J. Zool. 17 : 19 pp.
- Powell, A. W. B. ; 1979 : "New Zealand Mollusca". Collins, Auckland, 10 pp.

- Salas, M. ; Cloe, C. ; 1996 : "Mise au point des méthodes d'élevage de l'escargot de l'île des Pins en Nouvelle-Calédonie." Rapport d'activité - CIRAD Mandat de Gestion Nouvelle-Calédonie, Programme Faune Sauvage, 36 p.
- Salas, M. ; Bonnaut, C. ; Le Bel, S. ; Chardonnet, L. ; 1997 : "Activity and food intake of captive *Placostylus fibratus* (Gastropoda : Bulimulidae) in New Caledonia." *New Zealand Journal of Zoology*, 17 pp.
- Sherley, G. H. ; Stringer, I. A. N. ; Parrish, G. R. ; Flux, I. ; 1997 : "Demography of two land snail population (*Placostylus ambagiosus*, pulmonata : Bulimulidae) in relation to predator control in the Far North of New Zealand." *New Zealand Journal of Zoology*, 15 pp.
- Solem, A. ; 1961 : "New caledonian land and fresh-water snails." *Fieldiana, Zool.*, 41 (3) : 80 pp.
- Speiser, B. ; Rowell-Rahier, M. ; 1993 : "Does the land snail *Arianta arbustorum* prefer sequentially mixed over pure diets ?" *Functional Ecology*, 7 : 403-410.
- Stringer, Ian. ; Grant, E. A. ; 1994 : "Report on an attempt to rear *Placostylus* in the laboratory. Unpublished report, Departement of conservation, New Zealand. 22 pp.
- van S. Greve, J.E. ; 1981 : "The Giant African Snail." *Entomology Bull.* n°13, the Publications Officers, Publication Section, Konedobu, Papouasie-Nouvelle-Guinée, 13 pp.
- Zongo, D. ; Odjo, M. G. ; Coulibaly, M. ; Nguessan, K. ; 1992 : "Croissance, développement et composition chimique de l'escargot géant africain *Achatina achatina*." In : Actes de la Septième Conférence Internationale des Institutions de Médecine Vétérinaire Tropicale. Yamoussoukro. Côte-d'Ivoire, sept. 1992, AIMVT, 759 pp.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Délibération n° 50 94 / APS réglementant le ramassage et le transport des bulimes

REPUBLIQUE FRANCAISE

Nouvelle-Calédonie

PROVINCE SUD

Le 28 DEC 1994

N° 4633

PROVINCE SUD
DIRECTION DU DEVELOPPEMENT RURAL
SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE LA GESTION DES PARCS ET RESERVES
ARRIVE LE 3 JANV. 1995
N° 06

ASSEMBLEE DE PROVINCE

N° 50 94 /APS

Du 20 DEC. 1994

AMPLIATIONS

Com Del -----2
HC -----1
Congrès -----1
APS -----32
SGPS -----2
SAPS -----1
DPFD -----2
Payeur -----2
DDEFPE -----2
DDR -----2
JONC -----1

KAV-
C2 (île des Pins)
(CH)

DELIBERATION

réglementant le ramassage et le transport du bulime
sur l'île des Pins

L'ASSEMBLEE DE LA PROVINCE SUD,

Délibérant conformément à la loi N° 88-1028 du 9 novembre 1988 portant dispositions statutaires et préparatoires à l'autodétermination de la Nouvelle-Calédonie en 1998;

Vu l'avis favorable du comité pour la protection de l'environnement dans la Province sud réuni le 26 octobre 1994,

A ADOPTE EN SA SEANCE DU 20 DEC. 1994 LES DISPOSITIONS DONT LA TENEUR SUIT :

ARTICLE 1er :

Le ramassage et le transport du bulime sont règlementés comme suit à l'île des pins :

- l'exportation de bulimes vivants hors de l'île des Pins est interdite,
- le ramassage du bulime est interdit chaque année du 1er mai au 30 septembre inclus.

En dehors de cette période, les bulimes ramassés devront impérativement avoir une dent très apparente.

ARTICLE 2 :

Des autorisations permettant de déroger totalement ou partiellement aux interdictions posées ci-dessus aux fins d'études, de recherches scientifiques ou d'élevage, ainsi que pour des raisons tenant à la nécessité de rétablir l'équilibre de l'espèce ou la conservation du site naturel, pourront être accordées par le président de l'assemblée de la province sud après avis du chef du service de l'environnement et de la gestion des parcs et réserves.

ARTICLE 3 :

Il est interdit aux hôteliers, restaurateurs, et autres commerçants de détenir et commercialiser sous quelque forme que ce soit des bulimes pendant la période de protection.

ARTICLE 4 :

Les infractions aux dispositions de la présente délibération sont passibles de peines d'amende prévues pour les infractions de la 5ème classe par l'article RT 25 du code pénal.

ARTICLE 5 :

La présente délibération sera transmise au Commissaire Délégué de la République et publiée au Journal officiel de la Nouvelle-Calédonie.

DELIBERE EN SEANCE PUBLIQUE

Pour ampliation
Le Secrétaire Général



B. DELADRIERE



LE PRESIDENT DE SEANCE



P. BRETEGNIER

ANNEXE 2

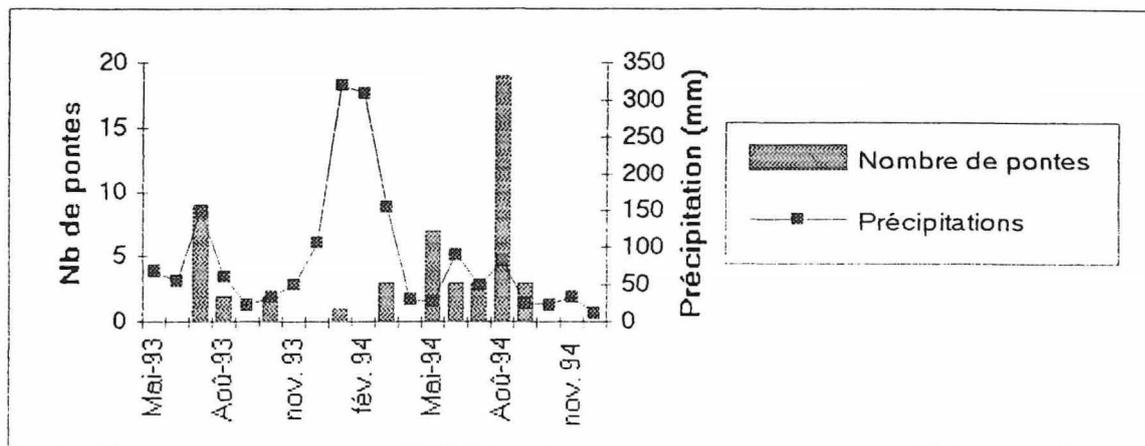


Figure I: Nombre de pontes de *Placostylus fibratus* observées à l'Ile des Pins durant un cycle annuel en fonction des variations mensuelles des températures

(Pöllabauer, 1995)

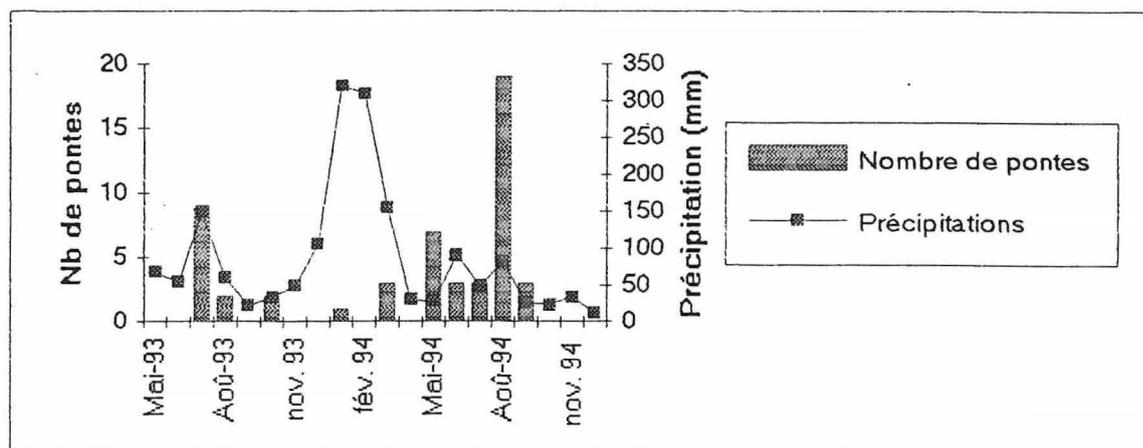


Figure II: Nombre de pontes de *Placostylus fibratus* observées à l'Ile des Pins durant un cycle annuel en fonction des variations mensuelles des précipitations

(Pöllabauer, 1995)

ANNEXE 3 : Description des cages utilisées pour élever des *Placostylus ambagiosus paraspiritus* juvéniles, en Nouvelle-Zélande (Source : Stringer et al., 1994)

Cages 8, 9 and 24

Each is a glass aquarium 430mm high by 500mm wide and 1000mm long. The glass extends over the top at each end leaving a central opening of 280 x 430mm. The latter is edged with rubber extrusion and fitted with a tight push-in lid. This lid has a particle board frame with fine nylon bolting silk (0.5mm²) forming a screen over the central region that provides access to the outside air. Clear polythene plastic attached with Cellotape covers most of the screen and is adjusted to keep the air within the aquarium humid.

Each cage is set up on a slope with the far side about 1cm higher than the front. A suction trough for removing subgravel water is situated on the bottom along the front of the aquarium. This extends along the entire length of the aquarium. It is constructed of on half of a section plastic domestic water pipe cut lengthwise into two and is fitted with plastic ends and a length of PVC tubing in the centre for attaching to a vacuum pump. The suction trough is placed under pea gravel with its opening facing downward.

Cages 5, 10, 27 and 29

Each is a glass aquarium 315mm high by 305mm wide and 460mm long. The top is edged with rubber extrusion and fitted with a push-in lid. The lid is constructed as detailed for cages 8, 9 and 24 above. Each aquarium was also set up on a slope with a suction trough as detailed for cages 8, 9 and 14 above.

Cages 11 to 16

Each container consists of a plastic "Click-Clack" food container 95 mm high by 210 mm wide and 300 mm long. It is equipped with a plastic lid provided with 12 evenly spaced holes of 2.5 mm diameter. No plastic sheeting was used to cover over these holes. River gravel was added to a depth of approximately 1 cm.

Cage 17

This is a glass aquarium 300 mm high by 370 mm wide and 750 mm long with a closely fitting lid made as described for cages 8, 9 and 24 above. 2 to 3 cm of well washed river gravel was placed in the bottom.

Cages 18, 19 and 20

These containers were used to rear newly hatched juveniles. Each consisted of a plastic "Click-Clack" lunch box 65 mm high by 102 mm wide and 141 mm long. The clear plastic lid has 7 holes of 2.5 mm diameter drilled through it. Two sheets of clear polythene (from a plastic bag) were fastened using Cellotape over each lid to prevent undue loss of moisture. Fine river gravel consisting of particles approximately 1 mm in diameter was added to a depth of 2 to 4 mm.

Cages 25, 26 and 28

Each is a glass aquarium 320mm high by 305mm wide and 360mm long. The top is edged with rubber extrusion and fitted with a push-in lid. The lid is constructed as detailed for cages 8, 9 and 24 above. Each aquarium was also set up on a slope with a suction trough as detailed for cages 8, 9 and 14 above.

ANNEXE 4 : Principaux résultats de l'analyse de variance sur la distance parcourue en 24 heures par *Placostylus fibratus*, escargots adultes

| | Somme des carrés | Degrés de liberté | Carré moyen | Valeur de F | Signification |
|--------------------------|------------------|-------------------|-------------|-------------|---------------|
| Climatisation (1) | 43,945 | 1 | 0,865 | 43,945 | p < 0,001 |
| Type de cage (2) | 2,327 | 1 | 0,002 | 2,327 | p = 0,192 |
| Répétition (3) | 2,08 | 1 | 0,031 | 2,08 | p = 0,216 |
| 1*2 | 1,315 | 1 | 0,112 | 1,315 | p = 0,324 |
| 1*3 | 10,775 | 1 | 0,098 | 10,775 | p < 0.01 |
| 2*3 | 0,028 | 1 | 0,001 | 0,028 | p = 0,886 |
| Erreur | 59,548 | 45 | 1,323 | | |

ANNEXE 5 : Données climatologiques du mois de juillet à l'Île des Pins, Nouvelle-Calédonie.

(Source : Météo France)

| Mois | Juillet 97 | | | |
|----------------|---------------|-------------|-------------|------------|
| Poste | MOUE | | | |
| Param Unité | Précip. mm | Tmini °C | TMaxi °C | Tmoy °C |
| 1 | 0.4 | 18.1 | 23.4 | 20.8 |
| 2 | 0.8 | 15.4 | 22.2 | 18.8 |
| 3 | 27.6 | 16.7 | 20.2 | 18.5 |
| 4 | 4.2 | 15.9 | 19.6 | 17.8 |
| 5 | . | 16.1 | 22.2 | 19.2 |
| 6 | 27.0 | 16.2 | 23.1 | 19.7 |
| 7 | 75.4 | 16.7 | 20.9 | 18.8 |
| 8 | . | 17.4 | 22.5 | 20.0 |
| 9 | . | 17.7 | 22.8 | 20.3 |
| 10 | . | 17.5 | 21.9 | 19.7 |
| 11 | . | 17.7 | 21.4 | 19.6 |
| 12 | 1.0 | 15.8 | 21.8 | 18.8 |
| 13 | 0.2 | 15.4 | 22.9 | 19.2 |
| 14 | 0.6 | 16.2 | 22.3 | 19.3 |
| 15 | 3.0 | 16.2 | 22.0 | 19.1 |
| 16 | . | 15.7 | 21.9 | 18.8 |
| 17 | . | 15.3 | 22.8 | 19.1 |
| 18 | . | 13.9 | 24.4 | 19.2 |
| 19 | 0.8 | 15.2 | 22.0 | 18.6 |
| 20 | . | 16.1 | 21.1 | 18.6 |
| 21 | 1.0 | 13.9 | 21.2 | 17.6 |
| 22 | 2.4 | 13.9 | 21.0 | 17.5 |
| 23 | . | 13.5 | 20.6 | 17.1 |
| 24 | 0.2 | 13.7 | 21.4 | 17.6 |
| 25 | 1.8 | 15.3 | 20.6 | 18.0 |
| 26 | 0.2 | 16.0 | 22.4 | 19.2 |
| 27 | . | 17.0 | 23.7 | 20.4 |
| 28 | . | 16.1 | 23.4 | 19.8 |
| 29 | 39.8 | 13.4 | 22.0 | 17.7 |
| 30 | 1.4 | 18.7 | 22.1 | 20.4 |
| 31 | 10.0 | 17.9 | 21.3 | 19.6 |
| Dec 1 | 135.4 | 16.8 | 21.9 | 19.3 |
| Dec 2 | 5.6 | 15.8 | 22.3 | 19.0 |
| Dec 3 | 56.8 | 15.4 | 21.8 | 18.6 |
| Mois | 197.8 | 16.0 | 22.0 | 19.0 |

Abréviations utilisées

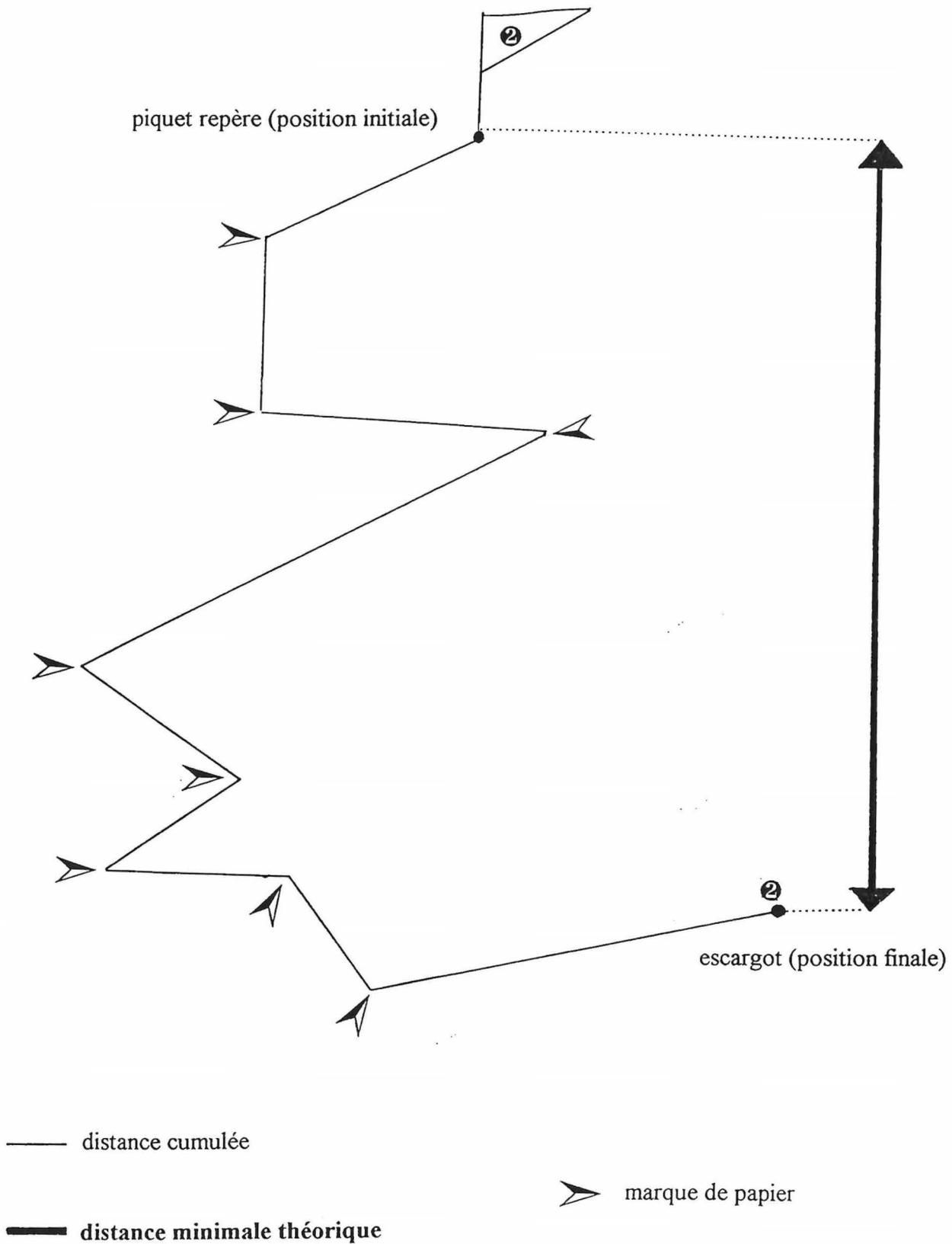
Précip. : Précipitations

TMaxi : Température Maxi

Tmini : Température mini

Tmoy : Température moyenne

ANNEXE 6 : Les différentes prises de mesures permettant d'estimer les distances parcourues par *Placostylus fibratus* "in situ" à l'Ile des Pins



Distance minimale théorique : ligne droite entre 2 positions à 24 heures d'intervalle.

Distance cumulée : cumul des distances entre 2 positions c'est à dire entre 2 marques de papier déposées la nuit et signalant les différentes ruptures dans la trajectoire suivie.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Carte de la Nouvelle-Calédonie**
- Figure 2 : La baisse du stock de bulimes à l'Île des Pins, Nouvelle-calédonie (baisse de densité entre 1993 et 1994)**
- Figure 3 : Evolution des densités de bulimes adultes pour chacune des 8 tribus de l'Île des Pins (Nouvelle-Calédonie)**
- Figure 4 : Coquilles de bulimes à différents stades de croissance**
- Figure 5 : Bulime décoquillé en extension**
- Figure 6 : Dispositif permettant de suivre les déplacements des escargots *in situ* à l'Île des Pins (méthode de la bobine de fil)**
- Figure 7 : Variations de la température et de l'humidité en salle "extérieure" au cours du nycthémère (répétition 1 et 3)**
- Figure 8 : Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nycthémère (répétition 1 et 3)**
- Figure 9 : Variations de la température et de l'humidité en salle "extérieure" au cours du nycthémère (répétition 2 et 4)**
- Figure 10 : Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nycthémère (répétition 2 et 4)**
- Figure 11 : Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nycthémère (répétition du 12/06/97)**
- Figure 12 : Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nycthémère (répétition du 17/06/97)**
- Figure 13 : Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nycthémère (répétition du 25/06/97)**
- Figure 14 : Variations de la température et de l'humidité en salle climatisée au cours du nycthémère (répétition du 27/06/97)**
- Figure 15 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes en "extérieur", au cours d'un cycle de 24 heures (4 répétitions)**
- Figure 16 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes sous climatisation, au cours d'un cycle de 24 heures (4 répétitions)**
- Figure 17 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles en "extérieur", au cours d'un cycle de 24 heures (4 répétitions)**

- Figure 18 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles sous climatisation, au cours d'un cycle de 24 heures (4 répétitions)**
- Figure 19 : Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (4 répétitions)**
- Figure 20 : Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles: répartition au cours d'un cycle de 24 heures (4 répétitions)**
- Figure 21 : Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots adultes : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (4 répétitions)**
- Figure 22 : Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (4 répétitions)**
- Figure 23 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 12/06/97)**
- Figure 24 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 12/06/97)**
- Figure 25 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 17/06/97)**
- Figure 26 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 17/06/97)**
- Figure 27 : Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 12/06/97)**
- Figure 28 : Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 12/06/97)**
- Figure 29 : Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 17/06/97)**
- Figure 30 : Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 17/06/97)**
- Figure 31 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 25/06/97)**
- Figure 32 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 27/06/97)**
- Figure 33 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots adultes, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 27/06/97)**

Figure 34 : Répartition des différents types d'activité de *Placostylus fibratus*, escargots juvéniles, au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 27/06/97)

Figure 35 : Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 25/06/97)

Figure 36 : Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 25/06/97)

Figure 37 : Temps consacré aux déplacements par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 27/06/97)

Figure 38 : Temps consacré à l'alimentation par *Placostylus fibratus*, escargots adultes et juvéniles : répartition au cours d'un cycle de 24 heures (répétition du 27/06/97)

Figure 39 : Variations de la température et de l'humidité au cours de la nuit du 2 au 3 juillet 1997

Figure 40 : Variations de la température et de l'humidité au cours de la nuit du 4 au 5 juillet 1997

Figure 41 : Variations de la température et de l'humidité au cours de la nuit du 8 au 9 juillet 1997

Figure 42 : Répartition de l'activité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 2 au 3 juillet 1997 ; n = 26)

Figure 43 : Répartition activité / inactivité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 2 au 3 juillet 1997 ; n = 126)

Figure 44 : Répartition de l'activité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 4 au 5 juillet 1997 ; n = 74)

Figure 45 : Répartition activité / inactivité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 4 au 5 juillet 1997 ; n = 224)

Figure 46 : Répartition de l'activité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 8 au 9 juillet 1997 ; n = 108)

Figure 47 : Répartition activité / inactivité de *Placostylus fibratus*, escargots suivis à l'Île des Pins, au cours d'un cycle d'observations nocturnes (nuit du 8 au 9 juillet 1997 ; n = 208)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Discrimination sur des critères anatomiques des 4 espèces de *Placostylus* de Nouvelle-Calédonie

Tableau II : Distribution et milieu de vie des 4 espèces de *Placostylus* de Nouvelle-Calédonie

Tableau III : Quelques données sur le marché du bulime en Nouvelle-Calédonie (estimations)

Tableau IV : Prix de vente des bulimes réglementé par la Grande Chefferie de l'Ile des Pins le 30 / 06 /1994

Tableau V : Evolution de la densité moyenne (nb) de *Placostylus fibratus* / 100 m² dans la forêt de l'Ile des Pins

Tableau VI : Estimation des densités jusqu'en l'an 2000

Tableau VII : Taux de collecte des escargots adultes par rapport à la population totale (1993-1994)

Tableau VII : Taux de collecte des escargots adultes par rapport à la population totale (1993-1996)

Tableau VIII : Age selon la hauteur de la coquille et hauteur selon l'âge chez *P. fibratus* en milieu naturel

Tableau IX : Principaux résultats obtenus sur les pontes de 1995-1996 dans l'élevage expérimental de *Placostylus fibratus* à Port-Laguerre, Nouvelle-Calédonie

Tableau X : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots

Tableau XI : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots (répétition du 12/06/97)

Tableau XII : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots (répétition du 17/06/97)

Tableau XIII : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots (répétition du 25/06/97 : inversion jour/nuit)

Tableau XIV : Résultats globaux de la répartition de l'activité au cours de 24 heures pour *Placostylus fibratus* selon la catégorie d'escargots (répétition du 27/06/97 : inversion jour/nuit)

Tableau XV : Valeurs moyennes des distances parcourues pendant 24 heures (en m) par

***Placostylus fibratus* selon le type de salle d'élevage et la catégorie au cours de l'essai 1**

Tableau XVI : Valeurs moyennes des distances parcourues pendant 24 heures (en m) par *Placostylus fibratus* selon la catégorie au cours de l'essai 2

Tableau XVII : Valeurs moyennes des distances parcourues pendant 24 heures (en m) par *Placostylus fibratus* selon la catégorie au cours de l'essai 3 (inversion jour/nuit)

Tableau XVIII : Résultats globaux de la répartition activité / inactivité nocturnes (de 17 h 00 à 6 h 00) pour *Placostylus fibratus*, escargots suivis "in situ" à l'Ile des Pins

Tableau XIX : Résultats globaux de la répartition activité / inactivité nocturnes (de 17 h 00 à 6 h 00) pour *Placostylus fibratus* (escargots adultes) lors de l'essai 2 effectué à Port-Laguerre

Tableau XX : Valeurs moyennes des "distances cumulées" pendant la période nocturne (17 h 00 à 6 h 00) par *Placostylus fibratus*, escargots suivis *in situ* à l'Ile des Pins

Tableau XXI : Distribution horizontale de *Placostylus fibratus*, escargots suivis *in situ* à l'Ile des Pins