

CONVENTIONS
SCIENCES DE LA MER
BIOLOGIE MARINE

N° 7

1992

Etude des populations de Bivalves Pectinidés dans
le lagon sud-ouest de Nouvelle Calédonie

Yves LEFORT
Jacques CLAVIER

Convention ORSTOM / FIDES

CONVENTIONS
SCIENCES DE LA MER
BIOLOGIE MARINE

N° 7

1992

Etude des populations de Bivalves Pectinidés dans le lagon
sud-ouest de Nouvelle Calédonie

Yves LEFORT
Jacques CLAVIER

Convention ORSTOM / FIDES

The logo for ORSTOM, consisting of the word "ORSTOM" in a stylized, bold, sans-serif font. The letters are filled with a fine grid pattern, giving it a textured appearance.

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

© ORSTOM, Nouméa, 1992

/Lefort, Y.
/Clavier, J.

Etude des populations de Bivalves Pectinidés dans le lagon sud-ouest de Nouvelle
Calédonie

Nouméa : ORSTOM. Mai 1992, 84 p.
Conv. : Sci. Mer : Biol. mar. ; 7

Ø34BIOINVØ3

BIOLOGIE MARINE ; MOLLUSQUE MARIN ; CYCLE DE DEVELOPPEMENT ; REPRODUCTION ;
DYNAMIQUE DE POPULATION ; BIOMASSE ; RESSOURCE HALIEUTIQUE ; STOCK
/ NOUVELLE CALEDONIE

Imprimé par le Centre ORSTOM
de Nouméa
Mai 1992



SOMMAIRE



RESUME.....	3
INTRODUCTION GENERALE	5
1. - BIOLOGIE ET ECOLOGIE	5
1.1. - Présentation des espèces, morphologie et anatomie générales.....	6
1.2. - Périodes de présence - migrations.....	9
1.3. - Influence des facteurs du milieu sur la répartition.....	10
1.3.1. - Introduction.....	10
1.3.2. - Matériel et méthodes.....	10
1.3.3. - Résultats.....	12
1.3.4. - Discussion.....	14
1.3.5. - Conclusion.....	15
1.4. - Reproduction et développement larvaire.....	15
1.4.1. - Introduction.....	15
1.4.2. - Matériel et méthodes.....	16
1.4.2.1. - Cycle reproducteur.....	16
1.4.2.2. - Développement larvaire.....	17
1.4.3. - Résultats	18
1.4.3.1. - Taille de première reproduction	18
1.4.3.2. - Sex-ratio	20
1.4.3.3. - Suivi des indices gonadiques.....	22
1.4.3.4. - Développement larvaire.....	33
1.4.4. - Discussion.....	36
1.4.5. - Conclusion.....	39
1.5. - Croissance.....	39
1.5.1. - Introduction.....	39
1.5.2. - Croissance relative.....	39
1.5.2.1. - Protocole expérimental.....	39
1.5.2.2. - Traitement des données.....	40
1.5.2.3. - Résultats et discussion.....	40
1.5.3. - Croissance absolue.....	42
1.5.3.1. - Protocole expérimental.....	43
1.5.3.2. - Résultats.....	44
1.5.4. - Discussion.....	46
1.5.5. - Conclusion.....	49
1.6 - Interactions avec d'autres espèces - Comportement.....	49
1.7. - Mortalité	50
1.7.1. - Introduction.....	50
1.7.2. - Mortalité naturelle.....	51
1.7.3. - Résultats.....	52
1.7.4. - Discussion et conclusion.....	52

2. - DYNAMIQUE DE POPULATION.....	54
2.1. - Estimation des stocks naturels	54
2.1.1. - Introduction.....	54
2.1.2. - Matériel et méthodes.....	54
2.1.3. - Résultats.	56
2.1.4. - Discussion et conclusion.	60
2.2. - Prise par unité d'effort	61
2.2.1. - Introduction.....	61
2.2.2. - Matériel et méthodes.....	61
2.2.3. - Résultats.	61
2.2.4. - Discussion et conclusion.	62
2.3. - Modélisation, rendement par recrue et production de la pêcherie.....	63
2.3.1. - Introduction.....	63
2.3.2. - Age de recrutement.	63
2.3.3. - Production par recrue.	64
2.3.4. - Production globale.	67
2.3.5. - Conclusion.	70
 3. - PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT DE LA PECHERIE.....	 71
3.1. - Introduction.....	71
3.2. - Accès à la ressource.	72
3.2.1. - Taille minimale de capture.....	72
3.2.2. - Saison de pêche.....	72
3.2.3. - Zones de pêche.....	72
3.2.4. - Type de pêche.	72
3.2.5. - Quotas.....	74
3.3. - Amélioration artificielle de la production.	74
3.4. - Conclusion.	74
 CONCLUSION GENERALE.....	 75
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	 77

RESUME

Le présent document traite des populations de Mollusques Bivalves Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Sur la trentaine d'espèces répertoriées sur cette zone, six seulement atteignent une taille suffisante pour retenir l'attention d'éventuels exploitants et nous avons entrepris de décrire leurs caractéristiques biologiques et écologiques pour préciser leurs potentialités de mise en exploitation.

Sur le plan biologique, les tailles de première maturité sexuelle ont été déterminées pour les quatre espèces les plus communes; elles sont de 40 mm pour *Bractechlamys vexillum*, 54 mm pour *Annachlamys flabellata*, 60 mm pour *Mimachlamys gloriosa* et 70 mm pour *Comptopallium radula*. La reproduction est continue pour *Bractechlamys vexillum*, *Mimachlamys gloriosa* et *Comptopallium radula* alors qu'il existe une période préférentielle d'émission des gamètes pour *Annachlamys flabellata*. La ponte en milieu contrôlé a été obtenue pour *Bractechlamys vexillum* ainsi que *Mimachlamys gloriosa* et la morphologie larvaire a été décrite. La croissance, des espèces étudiées est relativement rapide et s'effectue en grande partie la première année. Le taux d'accroissement n'est pas constant à toutes les saisons. Le coefficient instantané de mortalité naturelle est de 0.8 a^{-1} pour *Bractechlamys vexillum*, de 0.53 pour *Comptopallium radula* et de 0.42 pour *Mimachlamys gloriosa*.

La biomasse du stock de Pectinidés a été évaluée sur l'ensemble du lagon sud-ouest. Sa valeur globale est d'environ 5000 tonnes essentiellement réparties entre *Bractechlamys vexillum* (75% du total) et *Mimachlamys gloriosa* (23%). *Bractechlamys vexillum* est distribué en taches et vit essentiellement sur les fonds de sables gris du milieu du lagon. *Mimachlamys gloriosa* est beaucoup plus largement réparti mais en densités moindres. Les principaux facteurs de répartition des espèces sont : la profondeur, la quantité et la qualité des matières en suspension et la présence des algues, notamment des Caulerpales. La dynamique de population des principales espèces a été abordée grâce au modèle de Beverton et Holt. Les rendements par recrue montrent qu'il convient de choisir une taille minimale de première capture de 62 mm pour *Mimachlamys gloriosa* ; de 40 mm pour *Bractechlamys vexillum*, et entre 70 et 72 mm pour *Comptopallium radula*. La présence d'une biomasse accumulée dans les stocks suggère cependant un recours à des tailles minimales de capture plus grandes dans les premiers temps d'une exploitation.

Les Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie représentent, en l'état actuel, une ressource réelle mais limitée. L'état des stocks que nous avons constaté ne donne qu'un reflet instantané de leurs particularités et ne permet notamment pas de statuer sur les relations entre le stock et le recrutement. Il convient donc d'envisager avec prudence une pérennisation de nos résultats et le suivi régulier d'une éventuelle pêcherie est nécessaire à sa gestion rationnelle à long terme.

INTRODUCTION GENERALE

Les Mollusques de la famille des Pectinidés, très appréciés des gourmets, sont activement pêchés sur les zones côtières de la plupart des continents. Dans ces circonstances, la surpêche a mis en péril les stocks dans de nombreuses régions et un recours à des mesures d'aménagement des pêcheries s'est souvent avéré indispensable, nécessitant des connaissances biologiques sur les diverses espèces. La famille des Pectinidés n'a été que peu étudiée en Nouvelle-Calédonie bien qu'une trentaine d'espèces soient actuellement reconnues (Dijkstra *et al.* (1989, 1990a,b). Cinq d'entre elles (*Amusium balloti*, *Annachlamys flabellata*, *Bractechlamys vexillum*, *Comptopallium radula* et *Mimachlamys gloriosa*) offrent des potentialités d'exploitation et sont susceptibles d'assurer une source de revenus pour le Territoire. Une étude, financée sur fonds FIDES, a donc été entreprise par le Centre ORSTOM de Nouméa sur les populations de Pectinidés des lagons de Nouvelle-Calédonie. Un premier document (Clavier, 1991) a permis de mieux connaître la répartition et les potentialités d'exploitation d'*Amusium balloti*, notamment dans le lagon nord de la Grande-Terre. Les populations de Pectinidés du lagon sud-ouest, non loin de Nouméa, sont néanmoins réputées abondantes en dépit de premières investigations peu prometteuses (Buestel *et al.*, 1984), et nous avons entrepris de préciser leurs caractéristiques sur l'ensemble du lagon.

Le présent document regroupe les résultats essentiels de nos travaux. Après avoir rapidement présenté les diverses espèces, nous détaillerons les caractéristiques biologiques et écologiques des populations de Pectinidés d'intérêt économique potentiel. Nous nous intéresserons tout d'abord aux principaux facteurs régissant leur répartition spatiale avant d'aborder leur reproduction et leur développement larvaire, puis de décrire leur croissance. Nous estimerons ensuite la biomasse des diverses populations du lagon sud-ouest. Nous calculerons la mortalité naturelle de trois espèces et, ne disposant pas de statistique de pêche, nous effectuerons des pêches expérimentales pour évaluer la prise par unité d'effort. A la lumière des données acquises, nous mettrons en oeuvre les modèles de dynamique de population pour proposer une première estimation de la production à l'équilibre d'une pêcherie. Enfin, une synthèse de ces divers éléments permettra de dégager les principes biologiques pour une gestion rationnelle des stocks de Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie.

1. - BIOLOGIE ET ECOLOGIE

1.1. - Présentation des espèces, morphologie et anatomie générales

Une trentaine d'espèces de Pectinidés ont été décrites à ce jour dans les lagons de Nouvelle-Calédonie (tableau I); la plupart d'entre elles sont de petite taille et six seulement atteignent une taille suffisante pour retenir l'attention d'éventuels exploitants : *Amusium balloti*, *Annachlamys flabellata*, *Bractechlamys vexillum*, *Comptopallium radula*, *Gloripallium pallium* et *Mimachlamys gloriosa*. *Amusium balloti* a été étudié par ailleurs (Clavier, 1991) et *Gloripallium pallium* est rare. Il reste donc quatre espèces susceptibles d'être exploitées; Dijkstra *et al.* (1990a,b) les ont décrites de la manière suivante :

Annachlamys flabellata kuhnoltzi (Bernardi, 1860) (figure 1)

Coquille en forme d'éventail, mate, avec des oreillettes subégales. Chaque valve s'orne d'environ 16 côtes rayonnantes arrondies. La coquille est marquée, sur toute sa surface, de nombreuses rides ou rainures fines et profondes. La charnière est très développée. La valve gauche est légèrement tachée de rouge, la droite étant blanche. A l'intérieur, la coloration est plus ou moins jaune avec parfois des taches rouges.

Bractechlamys vexillum (Reeve, 1853) (figure 2)

Coquille orbiculaire, robuste, équilatérale, presque équivalve; oreillettes à peu près égales. Les deux valves présentent généralement de 9 à 11 replis rayonnants bien marqués, finement striés et densément recouverts sur toute leur surface de très petits denticules. La coloration est variable : mauve, jaune, orange ponctué de blanc, ou brun foncé avec des bandes blanches à disposition grossièrement concentrique. L'intérieur de la coquille est toujours brun foncé ou rouge à proximité de la charnière.

Comptopallium radula (Linné, 1758) (figure 3)

Coquille à valves convexes, légèrement aplaties, surtout du côté gauche. Les valves sont marquées de 11 à 13 crêtes radiales très marquées. Toute la surface de la coquille est couverte de fines stries radiales traversées de minuscules stries concentriques. Les oreillettes sont subégales. La couleur va du brun clair au brun foncé; l'intérieur est blanc satiné avec une bordure brune le long de la charnière.

Mimachlamys gloriosa (Reeve, 1853) (figure 4)

Coquille équivalve presque équilatérale avec des oreillettes inégales. Les crêtes radiales arrondies, au nombre de 22, sont assez élevées et portent des écailles dressées bien développées. Au stade adulte, de petits rayons secondaires se développent entre les côtes principales. La coloration est habituellement brune, assombrie par endroits. Elle peut également être brun-rouge, rouge, rouge-orangé, jaune clair ou pourpre. L'intérieur présente la même coloration avec une nuance plus pâle.



Figure 1. - *Annachlamys flabellata kuhnholzi* (Bernardi, 1860)

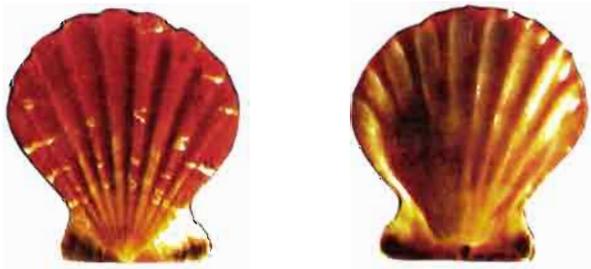


Figure 2. - *Bractechlamys vexillum* (Reeve, 1853)

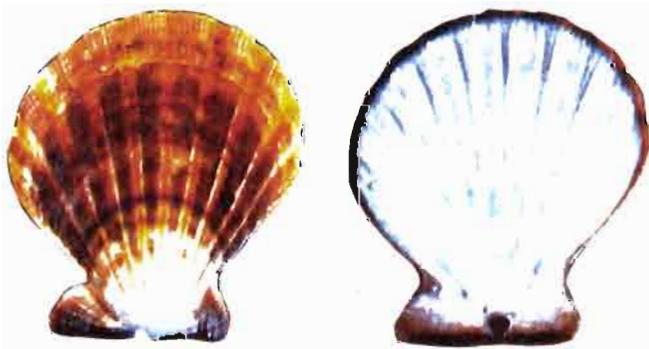


Figure 3. - *Comptopallium radula* (Linné, 1758)

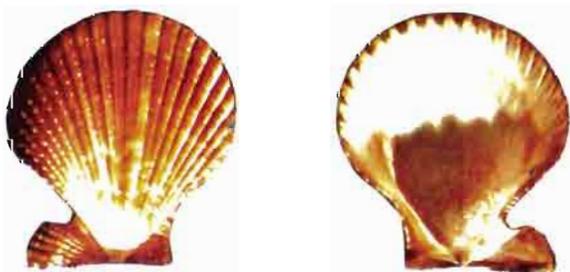


Figure 4. - *Mimachlamys gloriosa* (Reeve, 1853)

Tableau I - Inventaire des Pectinidés des lagons de Nouvelle-Calédonie et des îles Chesterfield (d'après Dijkstra *et al.*, 1989, 1990a, 1990b). Les espèces d'intérêt commercial, plus particulièrement considérées dans le présent document, sont indiquées en caractères gras à l'exception d'*Amusium balloti* qui a fait l'objet d'une étude particulière (Clavier, 1991).

Espèces	Hmax mm	Repartition
<i>Amusium balloti</i> (Bernardi, 1861).	110	Australie - Nouvelle-Calédonie
<i>Anguipecten aurantiacus</i> (Adams & Reeve, 1850).	35	Indo-Pacifique
<i>Anguipecten lamberti</i> (Souverbie, 1874).	40	Hawaï - Nouvelle-Calédonie
<i>Annachlamys flabellata</i> var. <i>kuhnholotzi</i> (Bernardi, 1860).	70	Est Australie - Nouvelle-Calédonie
<i>Annachlamys iredalei</i> (Powell, 1950).	45	Nouvelle-Calédonie-Norfolk- Kermadec
<i>Bractechlamys vexillum</i> (Reeve, 1853).	50	Indo-Pacifique
<i>Chlamys coruscans coruscans</i> (Hinds, 1845).	10	Indo-Pacifique
<i>Chlamys deliciosa</i> (Iredale, 1939).	10	Indo-Pacifique
<i>Chlamys elengantissima</i> (Deshayes, 1863).	15	Indo-Pacifique
<i>Chlamys quadrilirata</i> (Lischke, 1870).	20	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Chlamys squamosa</i> (Gmelin, 1791).	20	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Chlamys wilhelminae</i> (Bavay, 1904).	15	Pacifique ouest et centre
<i>Comptopallium radula</i> (Linne, 1758).	95	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Coralichlamys madreporarum</i> (Petit/Sowerby II, 1842).	20	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Cryptopecten bernardi</i> (Reeve, 1853)..	10	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Cryptopecten bullatus</i> (Dautzenberg & Bavay, 1912).	20	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Cryptopecten rehderi</i> (Grau, 1960)	10	Indo-Pacifique
<i>Excellichlamys spectabilis</i> (Reeve, 1853).	25	Indo-Pacifique
<i>Gloripallium pallium</i> (Linne, 1758).	50	Indo-Pacifique
<i>Hemipecten forbesianus</i> (Adams & Reeve, 1849).	25	Indo-Pacifique
<i>Juxtamusium coudeini</i> (Bavay, 1903).	25	Indo-Pacifique
<i>Juxtamusium maldivense</i> (E.A. Smith, 1903).	20	Indo-Pacifique
<i>Mimachlamys gloriosa</i> (Reeve, 1853).	75	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Mimachlamys senatoria</i> (Gmelin, 1791).	45	Indo-Pacifique
<i>Mirapecten rastellum</i> (Lamarck, 1819).	25	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Pedum spondyloideum</i> (Gmelin, 1791).	35	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Scaechlamys livida</i> (Lamarck, 1819).	15	Indo-Pacifique (ouest)
<i>Semipallium amicum</i> (E.A. Smith, 1885).	25	Tonga - Nouvelle-Calédonie
<i>Semipallium kengaluorum</i> (Dijkstra, 1966).	20	Pacifique sud-ouest
<i>Serratovola tricarinata</i> (Anton, 1839).	25	Indo-Pacifique

Les principaux traits de l'anatomie interne de *Mimachlamys gloriosa* sont présentés à la figure 5.

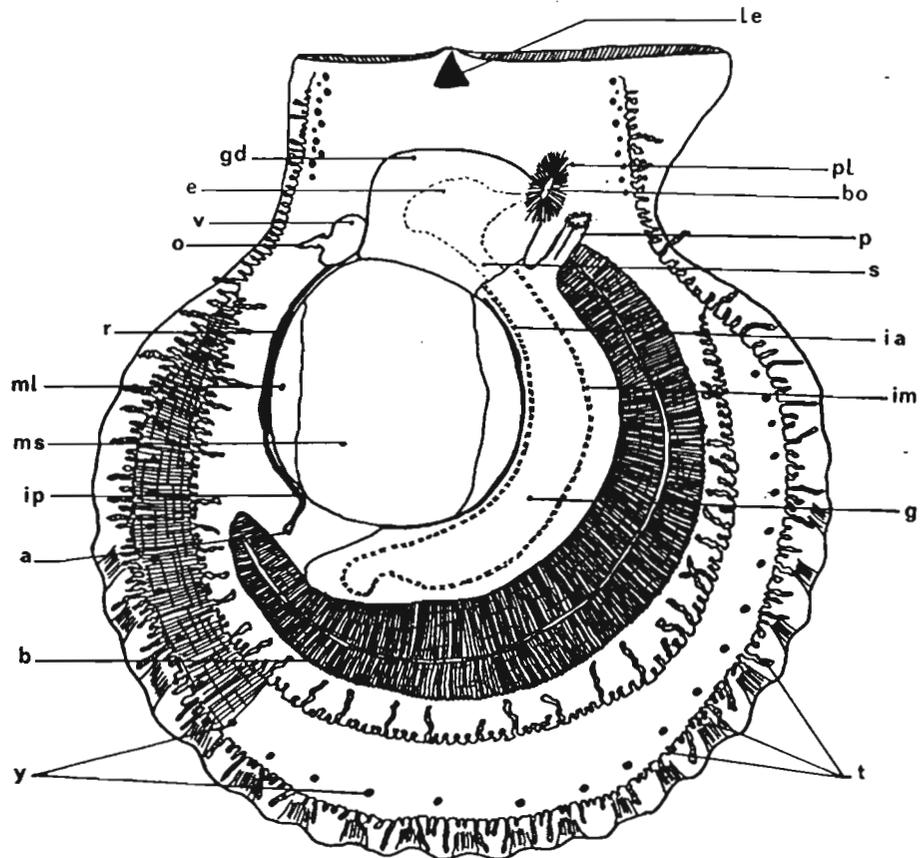


Figure 5. - Anatomie succincte d'un Pectinidé (*Mimachlamys gloriosa*) après ablation de la valve gauche. a : anus ; b : branchies ; e : estomac ; g : gonade ; gd : glande digestive ; ia : intestin antérieur ; im : intestin moyen ; ip : intestin postérieur ; le : ligament élastique ; ml : muscle lisse ; ms : muscle strié ; o : oreillette ; p : pied ; pl : palpes labiaux ; r : rein ; st : stylet ; t : tentacules ; v : ventricule ; y : yeux.

1.2. - Périodes de présence - migrations

Aucun comportement migratoire n'a été mis en évidence chez les Pectinidés des lagons de Nouvelle-Calédonie. La présence des espèces est donc liée, en priorité, au recrutement larvaire. Ce dernier s'effectue préférentiellement sur des secteurs définis provoquant la formation de bancs parfois relativement riches, surtout pour *B. vexillum*. La pérennité de ces bancs semble assurée bien que la densité puisse y subir une forte variation interannuelle liée aux fluctuations du recrutement. La mobilité individuelle à l'intérieur du gisement peut être assez importante mais elle reste essentiellement subordonnée aux perturbations, les espèces montrant des tendances plutôt sédentaires.

1.3. - Influence des facteurs du milieu sur la répartition

1.3.1. - Introduction.

La distribution des espèces marines est le résultat des influences conjuguées de divers paramètres de l'environnement qui tissent un réseau d'interactions très complexe. Certains facteurs jouent cependant un rôle privilégié dont la connaissance présente un intérêt tant fondamental que finalisé.

A l'occasion des multiples plongées nécessaires à nos travaux, nous avons recueilli de nombreuses informations sur l'environnement des Pectinidés dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Nous allons synthétiser ces diverses données afin de dégager et de hiérarchiser les principaux paramètres responsables de la répartition de deux espèces principales: *Mimachlamys gloriosa* et *Bractechlamys vexillum*.

1.3.2. - Matériel et méthodes.

Les zones sédimentaires couvrent la majeure partie des fonds du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie; elles s'étendent sur une superficie de 2000 km². Trois types de fonds ont été reconnus (Chardy *et al.*, 1988, Chardy & Clavier, 1988, Boucher & Clavier, 1990) : les fonds envasés, les fonds de sables gris et les fonds de sables blancs qui couvrent respectivement 35%, 50% et 15% des substrats meubles du lagon.

Comme nous le verrons à l'occasion de l'estimation du stock, *Mimachlamys gloriosa* et *Bractechlamys vexillum* sont quasiment absents des fonds de sables blancs et notre échantillonnage n'a porté que sur les deux autres types de fonds; il se rapporte donc à une surface de 1700 km². Un total de 100 stations réparties aléatoirement sur les fonds envasés et les fonds de sables gris a été échantillonné. Sur chacune, la faune et la flore ont été systématiquement répertoriées et une cotation d'abondance a été attribuée à chaque taxon. Une attention toute particulière a été portée à *Mimachlamys gloriosa*: la nature de son support et la hauteur de son site de fixation au-dessus du substrat ont été notées. La présence de Spongiaires sur les coquilles a également été vérifiée. En complément, la profondeur a été relevée, de l'eau a été collectée à une dizaine de centimètres au-dessus du fond pour étudier les matières en suspension et enfin, la couche superficielle du sédiment (2 cm) a été ramassée par raclage pour déterminer le pourcentage de vases .

L'échantillon d'eau a été congelé dès la remontée afin d'éviter une minéralisation de la matière organique. Au laboratoire, il a été passé sur un filtre GF/C pesé après calcination à 400°C pendant 4 heures. Ce filtre a été repesé une première fois après séchage à l'étuve (60°C) pendant 24 heures, pour obtenir le poids sec total de matières en suspension, puis une seconde fois après passage au four (550°C) durant 3 heures, pour permettre le calcul du poids de matières sèches sans cendres. Les échantillons de sédiment ont été pesés après un séchage à 60°C pendant 48h, puis tamisés manuellement sous un jet d'eau sur une maille de 63 microns. Le poids des vases ainsi éliminées a été calculé par différence de poids secs, avant et après tamisage.

Afin de les homogénéiser, les données brutes ont été codées en 5 classes d'effectifs équivalents. Les limites des classes, pour les paramètres de la population, sont indiquées au tableau II. Les Caulerpales et les tubes de l'Annélide polychète *Euniphysa tubifex* ont été codés selon les cotations d'abondance du tableau III.

Tableau II. - Codage des paramètres des populations de Pectinidés.

Code	<i>B. vexillum</i> (BV)		<i>M. gloriosa</i> (MG)	
	Biomasse	Densité	Densité	Biomasse
0	0	0	0	0
1	1-200	1-50	1-50	0-10
2	200-1000	50-100	50-400	10-20
3	1000-2000	100-150	400-1000	20-30
4	>2000	>150	>1000	>30

Tableau III. - Cotations d'abondance communes pour les Caulerpales et les tubes d'*Euniphysa tubifex*

Code	Abondance
0	nulle
1	faible
2	moyenne
3	forte
4	très forte

Enfin, les paramètres du milieu : profondeur, pourcentage de vases, pourcentage de matière organique particulaire en suspension et poids de matières en suspension, ont également été codés (tableau IV).

Tableau IV : Codage des paramètres du milieu. Z : profondeur; Va : pourcentage de vases; MO : pourcentage de matière organique dans les particules en suspension; MES : quantité de matières en suspension.

Code	Z (m)	Va (%)	MO (%)	MES x10 ⁻³ (g/l)
0	-	0 à 15	-	0,5 à 2
1	0 à 10	15 à 30	0 à 30	2,1 à 3,5
2	11 à 15	30 à 45	30 à 45	3,6 à 5
3	16 à 20	45 à 60	45 à 60	5,1 à 6,5
4	> 21	> 60	> 60	> 6,6

Nous avons construit des tableaux de contingence à partir des données codées; ils correspondent au nombre de concordances observées pour chaque paire de descripteurs; nous les avons soumis à une analyse factorielle des correspondances.

1.3.3. - Résultats.

Les parts d'inertie extraites par les axes 1, 2 et 3 sont respectivement de 38,40%, 22,47% et 13,04%. Nous limiterons notre interprétation au plan 1-2 en raison de la faible part d'inertie extraite par les autres axes. L'analyse des correspondances permet une projection simultanée des paramètres du milieu et des attributs de la population; pour plus de clarté, nous séparerons les projections des attributs des paramètres de l'environnement (figure 6A) de ceux des populations (figure 6B).

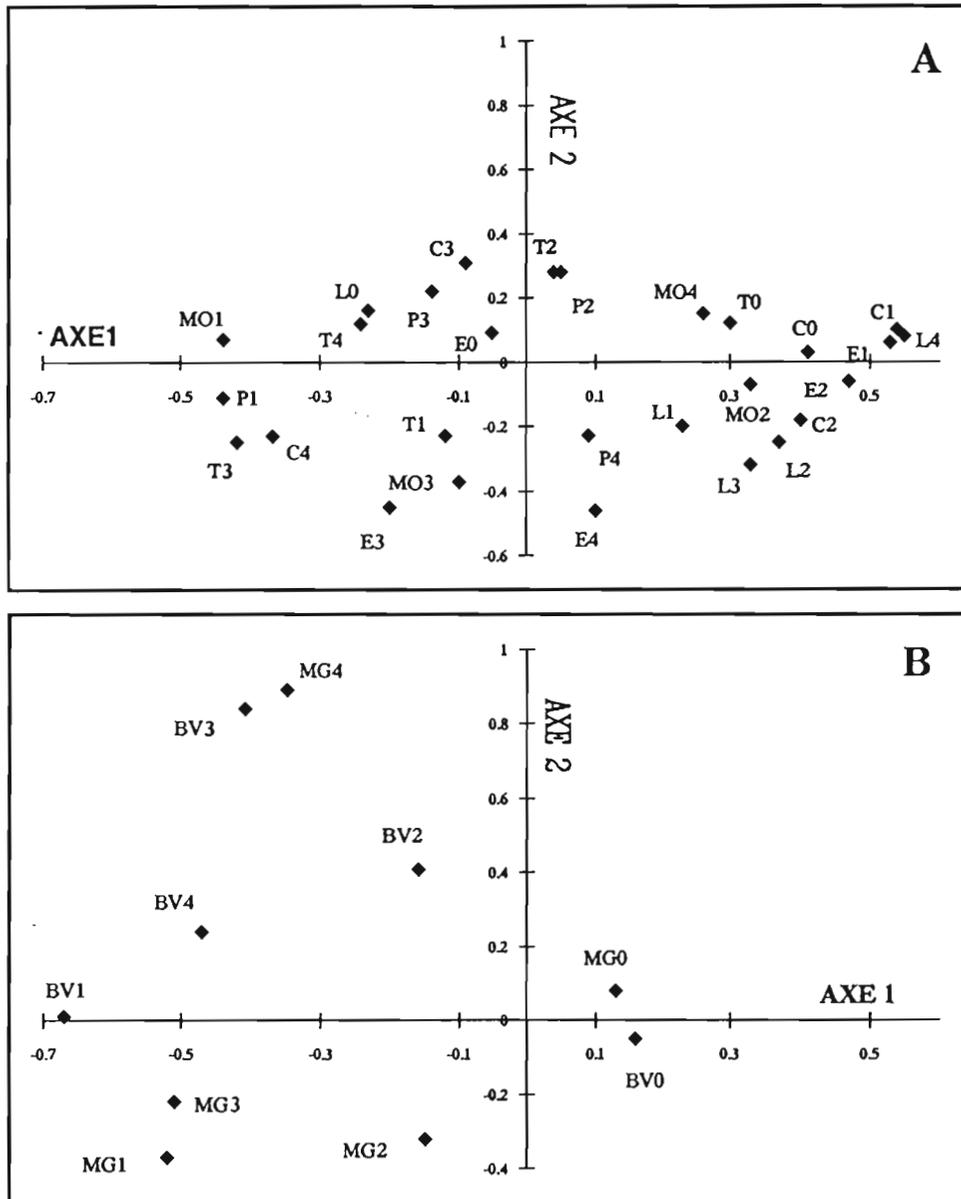


Figure 6. - Analyse des correspondances. Représentation des paramètres du milieu (A) et des attributs des populations (B) dans les deux premiers plans factoriels. MG : *Mimachlamys gloriosa*; BV : *Bractechlamys vexillum*. C : Caulerpales; E : tubes d'*Euniphysa tubifex*; P : profondeur; MO : matière organique; L : vases; T : quantité de matières en suspension.

En ce qui concerne les attributs des deux populations de Pectinidés, l'axe 1 oppose les densités nulles de *Mimachlamys gloriosa* et de *Bractechlamys vexillum*, du côté positif, aux densités non nulles, sans mettre en lumière de gradient d'abondance évident. L'axe 2, en revanche, discrimine les deux espèces, les attributs de *Bractechlamys vexillum* étant plutôt du côté positif et ceux de *Mimachlamys gloriosa* du côté négatif, à l'exception des plus fortes densités. Pour les paramètres du milieu, l'axe 1 permet de définir un gradient d'envasement depuis les zones dépourvues de lutites du côté négatif jusqu'aux plus envasées du côté positif. Un gradient inverse peut être observé pour les Caulerpales. L'axe 2 oppose les zones où le pourcentage de matière organique particulaire est compris entre 30 et 60 % aux zones où la M.O. représente moins de 30 % ou plus de 60 %, les fonds de moins de 10 m et ceux de plus de 20 m aux zones où la profondeur est comprise entre 10 et 20 m et enfin, les zones où les tubes d'*Euniphysa tubifex* sont totalement absents ou rares aux zones où ces tubes sont abondants.

L'analyse d'inertie permet de retenir la profondeur comme l'un des principaux facteurs de répartition des espèces. A titre d'illustration, nous présentons l'évolution des densités de *Bractechlamys vexillum* et *Mimachlamys gloriosa* en fonction de la profondeur (figure 7). Nous constatons qu'entre la surface et 8 mètres, les deux espèces sont rares; les plus fortes densités sont observées entre 8 et 18 m; aucun individu n'a été trouvé au-delà de 30 m.

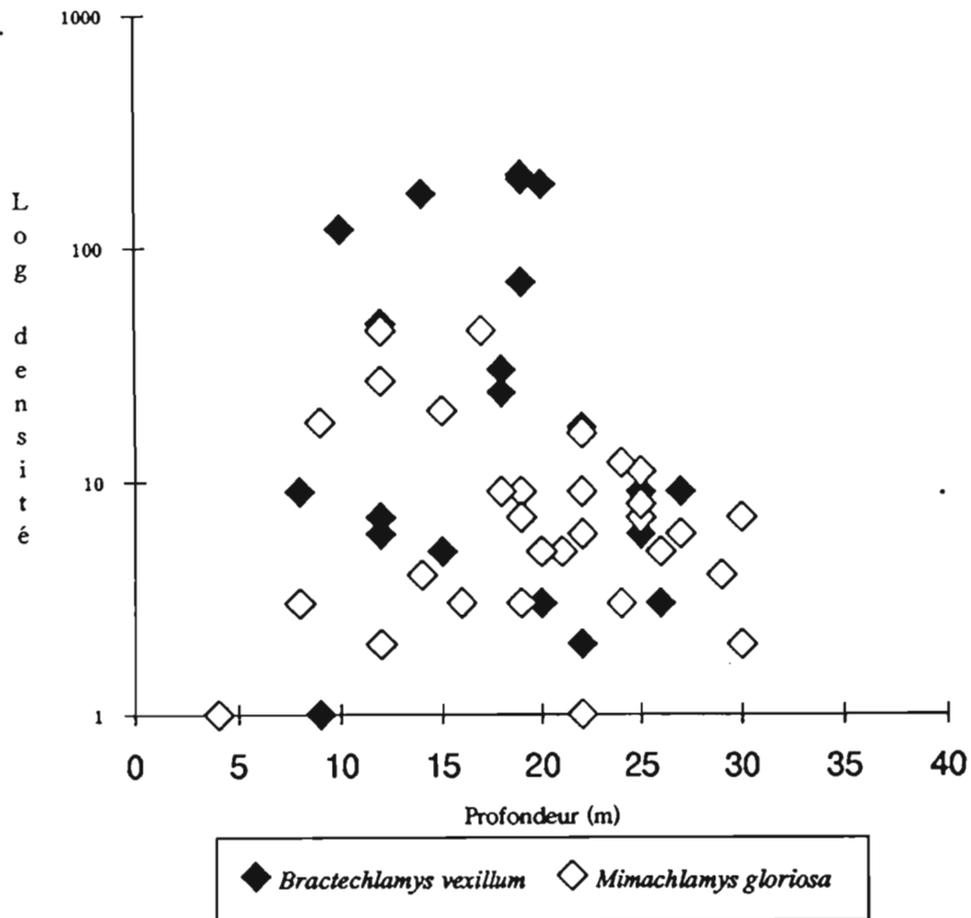


Figure 7. - Distribution de la densité en fonction de la profondeur pour *Bractechlamys vexillum* et *Mimachlamys gloriosa*.

1.3.4. - Discussion

Mimachlamys gloriosa est fixé par son byssus à un support et ne vit pas en contact direct avec le sédiment. Ce mode de vie lui permet, notamment, de coloniser les fonds de vases, contrairement à *Bractechlamys vexillum* qui est inféodé aux zones moins riches en particules fines. Le sédiment est facilement remis en suspension dans les secteurs vaseux, le Pectinidé doit alors effectuer un tri important pour prélever sa nourriture. En se fixant au-dessus du sédiment *M. gloriosa* est au contact d'une eau moins chargée en particules. En outre, ce mode de vie le rend moins vulnérable aux prédateurs benthiques (Astérides, Gastéropodes,...). Comme l'avaient signalés Buestel *et al.*, (1984), les tubes d'*Euniphysa tubifex* constituent les supports de fixation préférentiels de *Mimachlamys gloriosa*, bien que l'association des deux espèces ne soit pas systématique. Les Spongiaires constituent le second site de fixation privilégié; ils créent un courant d'eau à proximité du Pectinidé amenant ainsi un apport supplémentaire de matière organique. Outre les tubes d'*Euniphysa tubifex* et les Spongiaires, *Mimachlamys gloriosa* vit fixé à des supports divers tels que les thalles d'*Halimeda* à gros articles (*H. macroloba*, *H. incrassata*), les rochers, les coraux et les coquilles vides de certains autres lamellibranches (*Saccostrea sp.*). Il n'est pas rare de rencontrer des individus posés sur des fonds de sables gris, ce comportement est beaucoup plus rare sur les fonds de vases.

La répartition des Pectinidés dépend en partie de la présence de certains végétaux. Au cours de notre échantillonnage, les spécimens étaient fréquemment associés aux algues, notamment aux Caulerpales du genre *Halimeda*. *Bractechlamys vexillum* crée une dépression au pied de cette algue en "claquant" des valves, puis s'installe dans le creux ainsi aménagé.

D'après les résultats de l'analyse d'inertie, la quantité totale de matières en suspension et le pourcentage de matière organique interviennent notablement sur la répartition spatiale des deux espèces. En effet, les plus fortes densités se rencontrent lorsque le taux de matières en suspension est compris entre 0,003 et 0,006 g/l, la limite supérieure se situant à 0,0075 g/l. Les pourcentages de matière organique dans ces particules est compris entre 30 et 60 %. Aucune relation n'a pu être mise en évidence entre le taux de matière organique contenue dans les particules en suspension ou la turbidité et la répartition spatiale des Pectinidés. Il existe cependant des limites (moins de 20 % de M.O. et plus de 7,5 mg/l de matières en suspension) au-delà desquelles plus aucun spécimen n'est présent. Daou et Gouletquer (1988) faisaient remarquer que la turbidité était un élément primordial pour le contrôle de la croissance et la mortalité des mollusques. De même, Héral *et al.* (1983) ont observé des amaigrissements chez *Crassostrea gigas* à l'occasion de fortes turbidités. La réponse des organismes à ce facteur peut s'effectuer à différents niveaux, une exposition plus réduite du manteau à la périphérie de la coquille (Eagar *et al.*, 1984) ou une contraction des filaments branchiaux pouvant réduire considérablement les taux de rétention (Foster-Smith, 1975). Les valves de *Comptopallium radula* (espèce inféodée aux fonds de vases) sont, en général, nettement moins ouvertes que celles des Pectinidés vivant sur des fonds de sables gris. La maximalisation du gain d'énergie chez les Bivalves vivant dans les milieux turbides dépend de leur capacité sélective de rétention des particules alimentaires et du taux élevé de production de pseudo-fécès (Daou et Gouletquer, 1988).

1.3.5. - Conclusion.

L'analyse des correspondances a permis de montrer que, contrairement aux constatations de Buestel *et al.* (1984), les fortes densités de *Mimachlamys gloriosa* ne sont pas nécessairement en relation avec la présence des tubes d'*Euniphysa tubifex*; ils constituent cependant le support préférentiel de ce Pectinidé. En se fixant à un support, *M. gloriosa* s'affranchit du substratum; il peut ainsi coloniser aussi bien les fonds de sables gris que les fonds de vases. De plus, il se protège de nombreux prédateurs (*Murex*, Astérides). La profondeur est l'un des principaux facteurs de répartition pour *Bractechlamys vexillum* et *Mimachlamys gloriosa*. La quantité de matière organique, tout comme la quantité de matières en suspension sont des facteurs limitatifs pour la répartition spatiale des espèces. Les Pectinidés sont absents des zones où le taux de M.O. est inférieur à 20 % ainsi que des secteurs où la quantité de matières en suspension est supérieure à 7,5 mg.l⁻¹. *Bractechlamys vexillum* est toujours associé aux zones algales. Il n'existe pas, dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, une zone spécifique de recrutement pour les Pectinidés.

1.4. - Reproduction et développement larvaire

1.4.1. - Introduction.

En raison de l'intérêt suscité par l'élevage des Pectinidés, leur reproduction a servi de thème à de nombreuses publications. Elle a été examinée aussi bien dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud; en climat tempéré comme en climat tropical (cf. Barber & Blake, 1991, pour une synthèse). La morphologie externe des Pectinidés est identique chez les deux sexes et seule une observation de la gonade permet de différencier les mâles des femelles; la glande reproductrice est de couleur claire (beige, crème) chez les mâles et d'une teinte orangée chez les femelles. Les sexes sont séparés (gonochorisme) et les femelles sont ovipares. La fécondation est externe. L'oeuf se segmente selon le mode spiral. La larve trochophore, pourvue d'une prototroche et d'une métatroche, porte dorsalement une coquille qui, par défaut de calcification le long de la ligne médio-dorsale, acquiert la disposition bivalve caractéristique: c'est la prodissoconque. La trochophore se transforme en larve véligère par hypertrophie de la prototroche. La larve se singularise par la présence d'une petite coquille chitineuse cupuliforme dorsale, par l'hypertrophie de la couronne ciliée prébuccale ou prototroche qui donnera les deux lobes ciliés locomoteurs ou velum, par la présence des ébauches du pied, du coeur, des tentacules, des yeux et des statocystes.

Nous allons dans ce chapitre définir la taille à la sexualisation, étudier la sex-ratio, puis essayer de déterminer la période de reproduction d'*Annachlamys flabellata*, de *Bractechlamys vexillum*, de *Comptopallium radula* et de *Mimachlamys gloriosa*. Les données relatives à *Bractechlamys vexillum* seront, pour l'essentiel, extraites des travaux de Balsaux (1988). Le développement larvaire sera suivi chez *Bractechlamys vexillum* et *Mimachlamys gloriosa*.

1.4.2. - Matériel et méthodes.

1.4.2.1. - Cycle reproducteur

Les prélèvements nécessaires à l'étude de la reproduction ont été effectués en plongée. Divers sites de récolte ont été retenus dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, comme indiqué sur la figure 8 : *Bractechlamys vexillum* a été collecté au Rocher à la Voile, *Mimachlamys gloriosa* a été récolté en baie de St. Vincent (site D) et au Rocher à la Voile (site B), *Comptopallium radula* a été recueilli en baie de Dumbéa (site C) et *Annachlamys flabellata* var. *kuhnulotzi* a été trouvé dans le chenal de l'îlot Maître (site A).

Bractechlamys vexillum a été prélevé tous les mois de mai 1986 à avril 1988. Le cycle de reproduction de *Mimachlamys gloriosa* (Rocher à la Voile) a été étudié mensuellement, sur deux ans, d'août 1987 à juillet 1989. Pour la population de *M. gloriosa* de la baie de St. Vincent les données mensuelles ont été recueillies durant l'année 1989. Pour *Annachlamys flabellata* et *Comptopallium radula*, les prélèvements mensuels ont débuté en novembre 1988 et se sont achevés en février et mars 1990. Les données manquantes sont dues à une impossibilité de prélèvement soit pour des raisons climatiques, soit par défaut des moyens navigants.

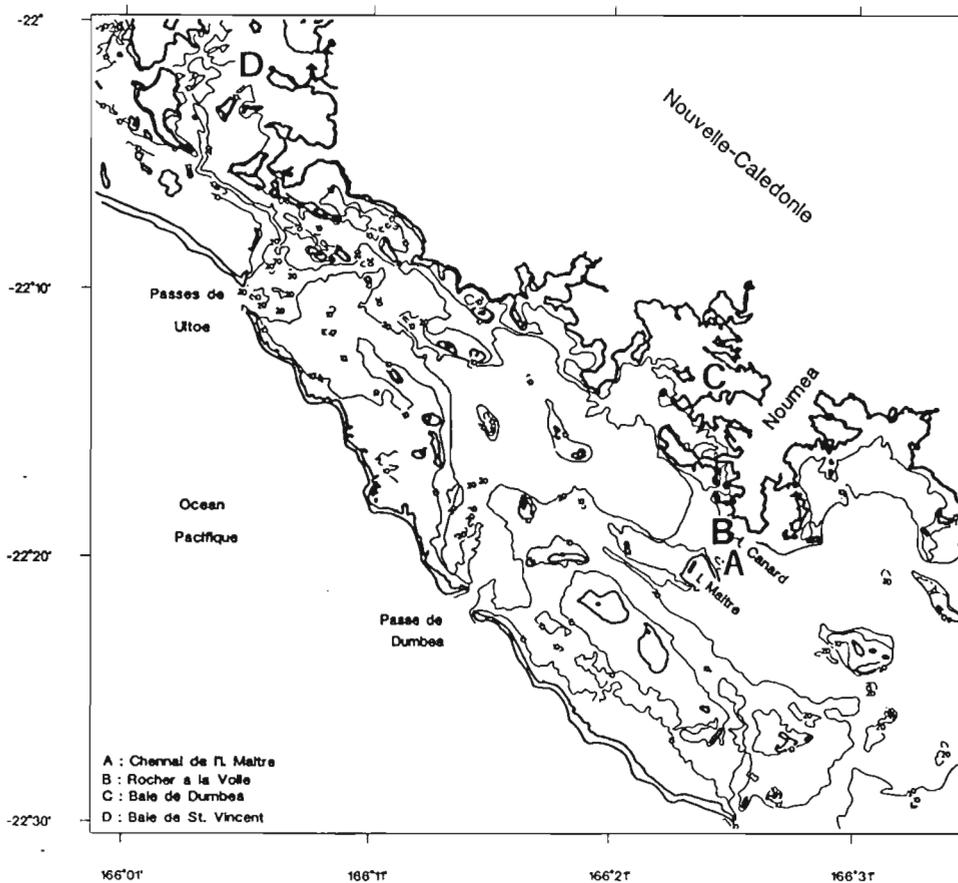


Figure 8 - Position des stations d'échantillonnage pour l'étude de la reproduction (échelle 1/350 000ème).

A l'issue de ce suivi, nous avons constaté que les récoltes mensuelles ne permettaient pas de mettre en évidence un éventuel cycle de reproduction chez certaines espèces.. Nous avons donc effectué des prélèvements hebdomadaires du 27/07/1989 au 26/07/1990 pour *Mimachlamys gloriosa*, et du 29/01/1990 au 26/06/1990 pour *Comptopallium radula*.

Après la récolte, les coquilles ont été nettoyées à l'aide d'une brosse métallique pour en détacher les épibiontes (nombreux chez *M. gloriosa*). La hauteur a été mesurée au pied à coulisse (au millimètre près) et le poids de la gonade a été relevé. Nous avons calculé pour chaque espèce et chaque prélèvement l'indice gonadique :

$$IG = (PG \times 10^6) / (HT^3) ; PG = \text{Poids de la gonade} ; HT = \text{Hauteur de la coquille.}$$

La gonade des Pectinidés forme une masse courbe accolée au muscle adducteur. C'est une glande acineuse en grappe entourant l'intestin (Lucas, 1963; Sundet et Lee, 1984). Après chaque récolte, nous avons noté le sexe et le stade de maturation de la gonade selon l'échelle macroscopique suivante :

Stade 1, immature : la glande transparente, petite est peu pigmentée; la boucle intestinale occupe la plus grande partie de la gonade.

Stade 2, différenciation de la gonade : la gonade est encore petite mais devient pigmentée, blanche pour les mâles et de couleur orangée pour les femelles. La boucle intestinale est toujours apparente.

Stade 3, développement avancé : la gonade augmente de volume et devient turgescence. La couleur est bien homogène sur toute la surface de la glande. La boucle intestinale est presque indiscernable.

Stade 4, maturité : la gonade est ferme et volumineuse. Un réseau en mosaïque formé par les follicules matures peut être discerné à sa surface.

Stade 5, post-ponse : après émission totale ou partielle des gamètes, la gonade apparaît flasque et très fripée. La gonade mâle est grisâtre tandis que la gonade femelle est orange terne. La boucle intestinale peut de nouveau être discernée. La ponte partielle se distingue par une turgescence résiduelle de l'extrémité de la gonade.

1.4.2.2. - Développement larvaire.

Les géniteurs ont été récoltés au Rocher à la Voile, en plongée. Ils ont été nettoyés (débarrassés de leur épibiose), puis placés dans des bacs contenant de l'eau de mer filtrée à 1 µm et irradiée aux U.V.. Les mâles et les femelles ont été séparés pour éviter la polyspermie. Les mâles ont été disposés dans des bacs individuels, les femelles ont été mises par groupe de trois. La stimulation thermique ne donnant pas de résultats satisfaisants pour *Mimachlamys gloriosa*, nous avons provoqué la ponte de manière chimique, saline et physiologique. Nous avons induit les pontes chimiquement, chez *M. gloriosa*, par injection intragonadique de 0,05 ml de sérotonine (3 hydroxy-tryptamine) $5 \cdot 10^{-3}$ M, la ponte intervient quelques heures après la stimulation. La température de l'eau était de 27.4°C, la salinité de 34 ‰ et la température extérieure de 32°C. Le choc "salin" provoque lui aussi la ponte chez *M. gloriosa*, il est obtenu en faisant varier la salinité de 34 ‰ à 28 ‰. La stimulation physiologique se fait en introduisant dans l'eau des bacs des produits génitaux frais, issus d'animaux matures. Cette stimulation couplée à l'augmentation de température donne de bons résultats avec *Bractechlamys vexillum*.

Peu de temps après leur émission, une suspension de spermatozoïdes a été répartie dans les bacs contenant les femelles. Les oeufs ont été concentrés sur un filtre, placés dans une eau filtrée (1 μm) et stérilisée aux U.V.. La densité larvaire a été maintenue à 10 par ml. Un échantillon d'eau a été prélevé quotidiennement pour estimer la contamination bactérienne. Les bacs ont été traités aux antibiotiques tous les trois ou quatre jours (chloramphenicol à 8 mg/l), pour limiter le développement bactérien. Les larves ont été nourries avec un mélange d'algues (*Tétraseimis sp.* et *Chaetoceros sp.*) soit lyophilisé, soit frais. Elles ont été photographiées quotidiennement les premiers jours du développement, puis à chaque fois qu'une petite évolution était observée. Une vingtaine de larves ont été mesurées quotidiennement.

1.4.3. - Résultats

1.4.3.1. - Taille de première reproduction

Nous avons tracé les histogrammes de distribution de fréquences des tailles correspondant à chaque stade de développement de la glande reproductrice (figures 9 à 12). L'examen de ces histogrammes permet de fixer les tailles de première reproduction à 40 mm pour *Bractechlamys vexillum*, 54 mm pour *Annachlamys flabellata*, 60 mm pour *Mimachlamys gloriosa* et 70 mm pour *Comptopallium radula*.

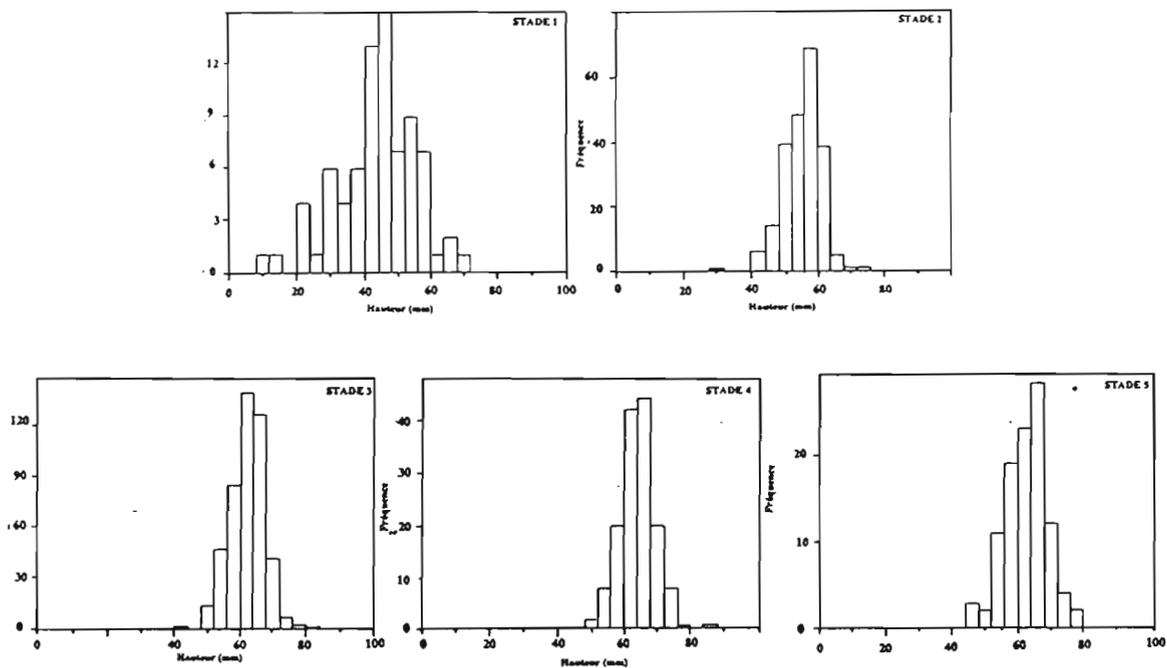


Figure 9. - *Mimachlamys gloriosa*. Histogrammes de distribution de fréquence des tailles correspondant à chaque stade de maturation.

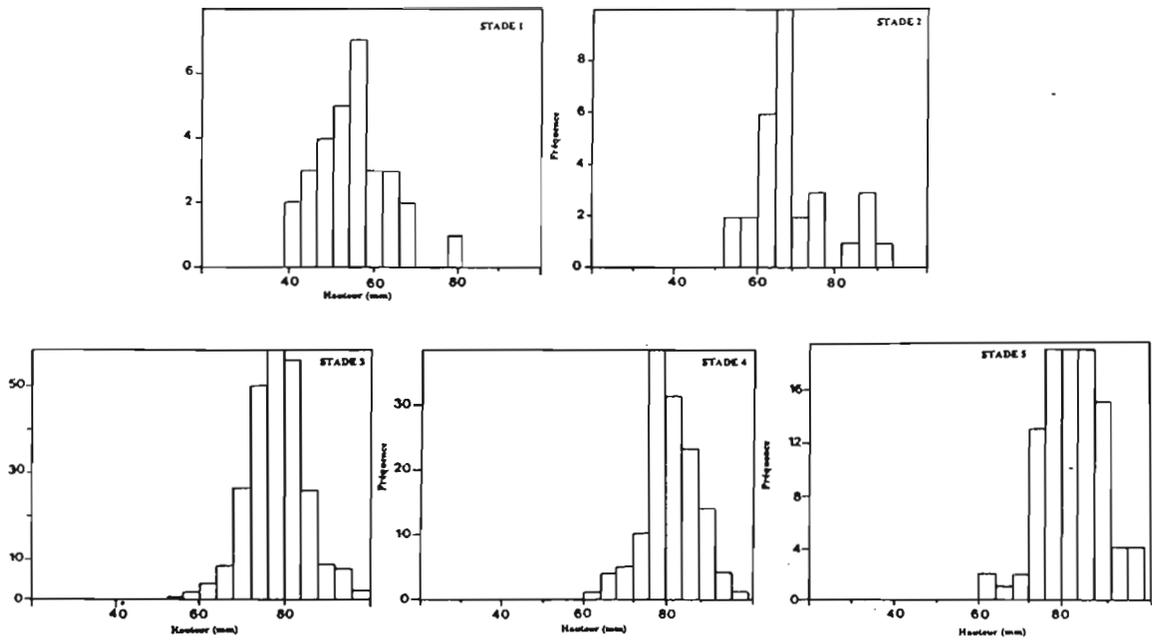


Figure 10. - *Comptopallium radula* Histogrammes de distribution de fréquence des tailles correspondant à chaque stade de maturation.

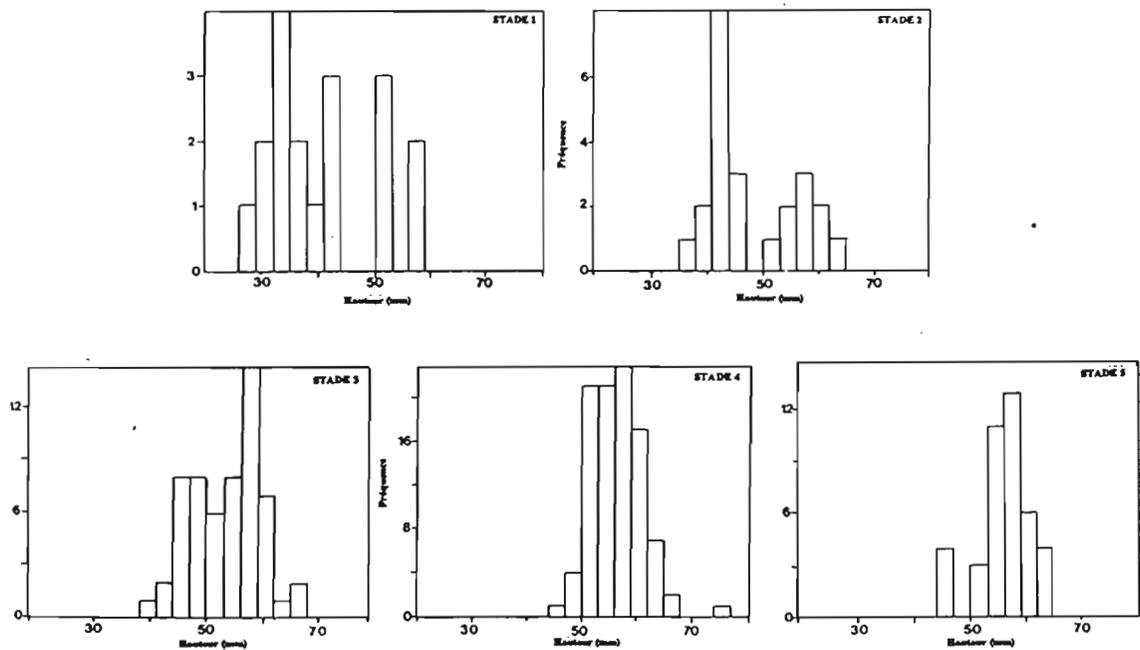


Figure 11. - *Annachlamys flabellata*. Histogrammes de distribution de fréquence des tailles correspondant à chaque stade de maturation.

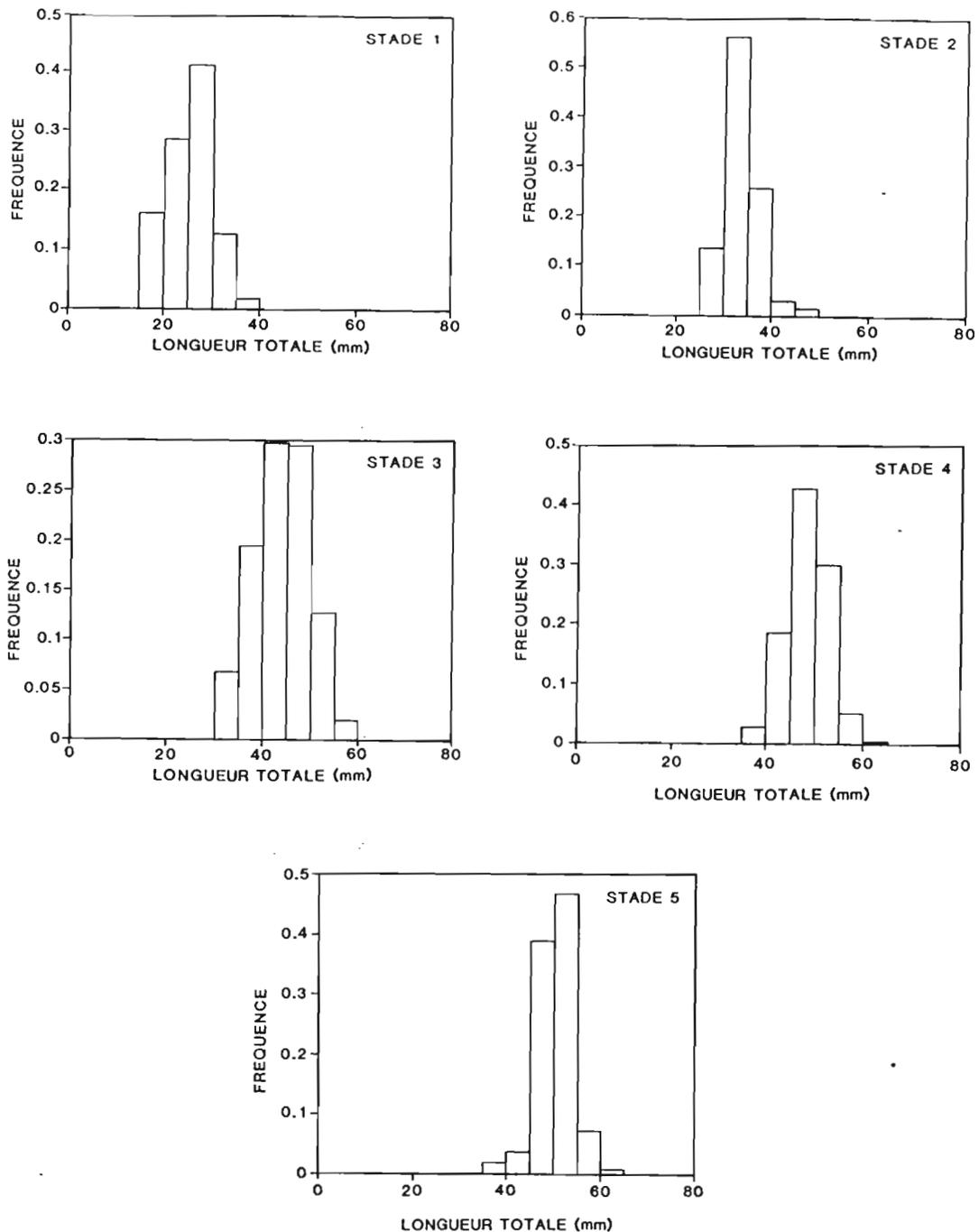


Figure 12. - *Bractechlamys vexillum*. Histogrammes de distribution de fréquence des tailles correspondant à chaque stade de maturation.

1.4.3.2. - Sex-ratio

Pour les quatre espèces étudiées, la sex-ratio n'est pas significativement différente de 1 (test χ^2 , $P > 0.05$) (tableau V). Une analyse plus fine montre une variation par classe de taille. Les indifférenciés sont les plus nombreux dans les petites tailles mais leur pourcentage décroît ensuite très rapidement. La proportion des mâles est plus importante que celle des femelles jusqu'à la taille de première reproduction. Les effectifs des deux sexes s'équilibrent autour de cette longueur. Ensuite, les femelles sont numériquement dominantes (figure 13).

Tableau V. - Fréquences des sexes pour les quatre espèces étudiées

	<i>Bractechlamys vexillum.</i>	<i>Annachlamys flabellata.</i>	<i>Comptopallium radula</i>	<i>Mimachlamys gloriosa.</i>
Mâles	48.7%	54.9%	52.1%	53.2%
Femelles	47.6%	40.9%	46.7%	42.4%
Indifférenciés	3.7%	4.2%	1.2%	4.4%

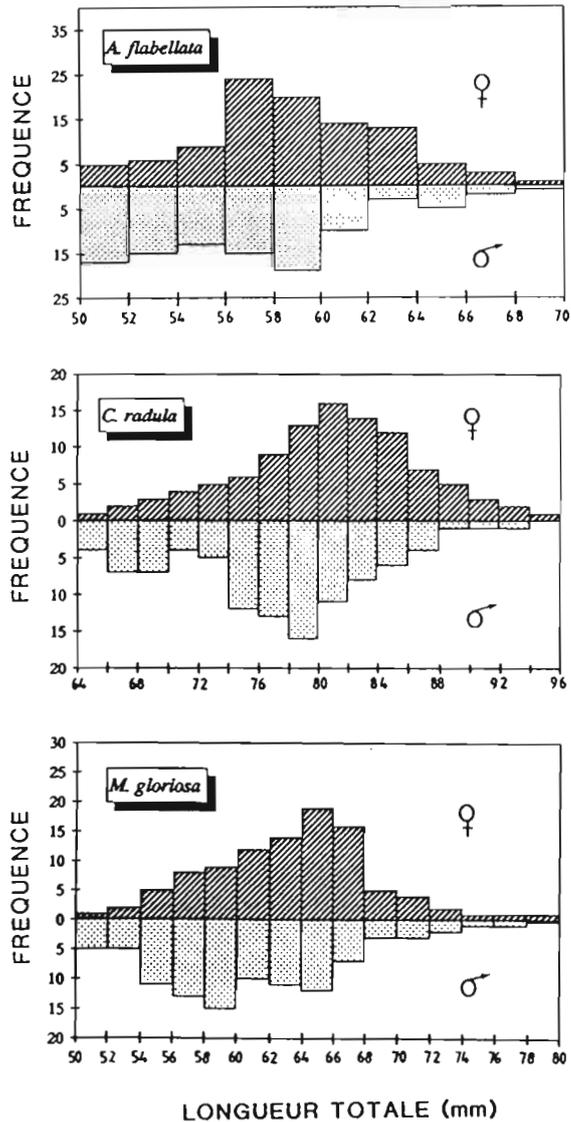


Figure 13. - Histogrammes de distribution de fréquences des tailles chez les mâles et les femelles pour *Annachlamys flabellata*, *Comptopallium radula* et *Mimachlamys gloriosa*.

D'après ces résultats, deux hypothèses peuvent être émises :

1. les espèces étudiées présentent un hermaphrodisme protandre;
2. la croissance est différente chez les deux sexes.

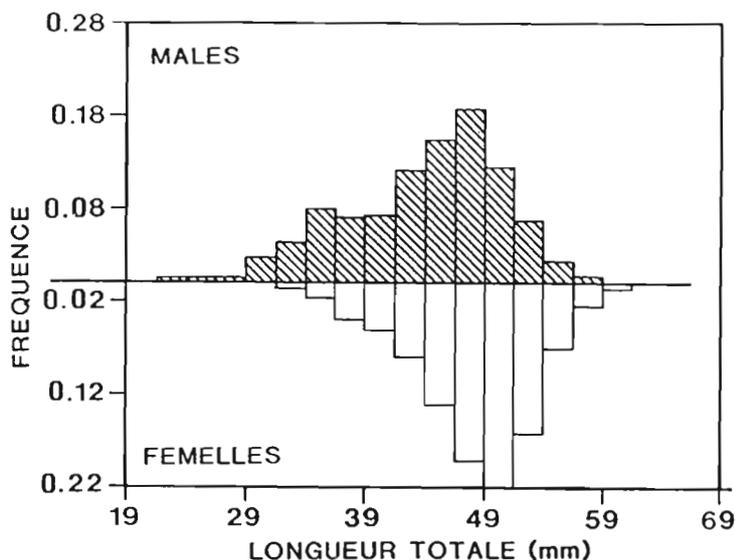


Figure 14. - Histogrammes de distribution de fréquences des tailles chez les mâles et les femelles pour *Bractechlamys vexillum*.

1.4.3.3. - Suivi des indices gonadiques.

Le cycle de ponte n'a été étudié que sur les individus sexuellement matures. Pour *Bractechlamys vexillum*, l'indice gonadique (figure 15) varie considérablement selon les mois. Il atteint un maximum en août 1986, durant la saison fraîche, où un fort pourcentage de la population est à maturité. Durant l'été austral, à l'inverse, la valeur de l'indice gonadique est très faible : les animaux présentent un début de gamétogénèse ou une gonade en état de post-ponte. L'émission des gamètes est étalée sur toute l'année et aucune période de ponte n'est prééminente. De plus, la proportion de géniteurs actifs, pour une même période, est variable d'une année sur l'autre. En effet, les mois de juillet et août (saison fraîche) correspondent à une ponte minimale en 1986 et à une importante émission de gamètes en 1987 (figure 16). Le même phénomène est observé pour les mois de l'été austral (janvier, février, mars) avec un maximum de ponte en 1987 contrairement à 1988. D'autre part, une hétérogénéité des stades de maturation de la glande a pu être relevée. A chaque échantillonnage, nous avons constaté la présence des différents stades de développement gonadique. Un suivi hebdomadaire du développement gonadique serait nécessaire pour affiner cette première approche.

Chez *Mimachlamys gloriosa*, l'émission des gamètes est étalée sur toute l'année, sans ponte marquée (figure 17). En outre, nous voyons sur la figure 18 que la proportion de géniteurs actifs, pour une même période, varie d'une année sur l'autre.

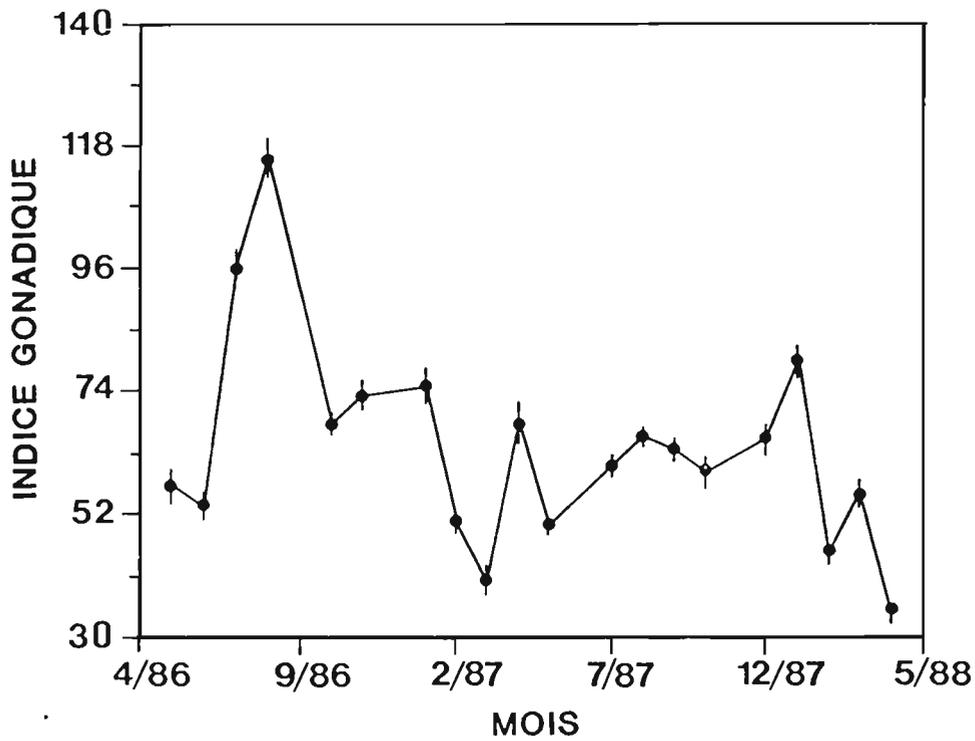


Figure 15. - Evolution de la moyenne mensuelle de l'indice gonadique pour la population de *Bractechlamys vexillum*.

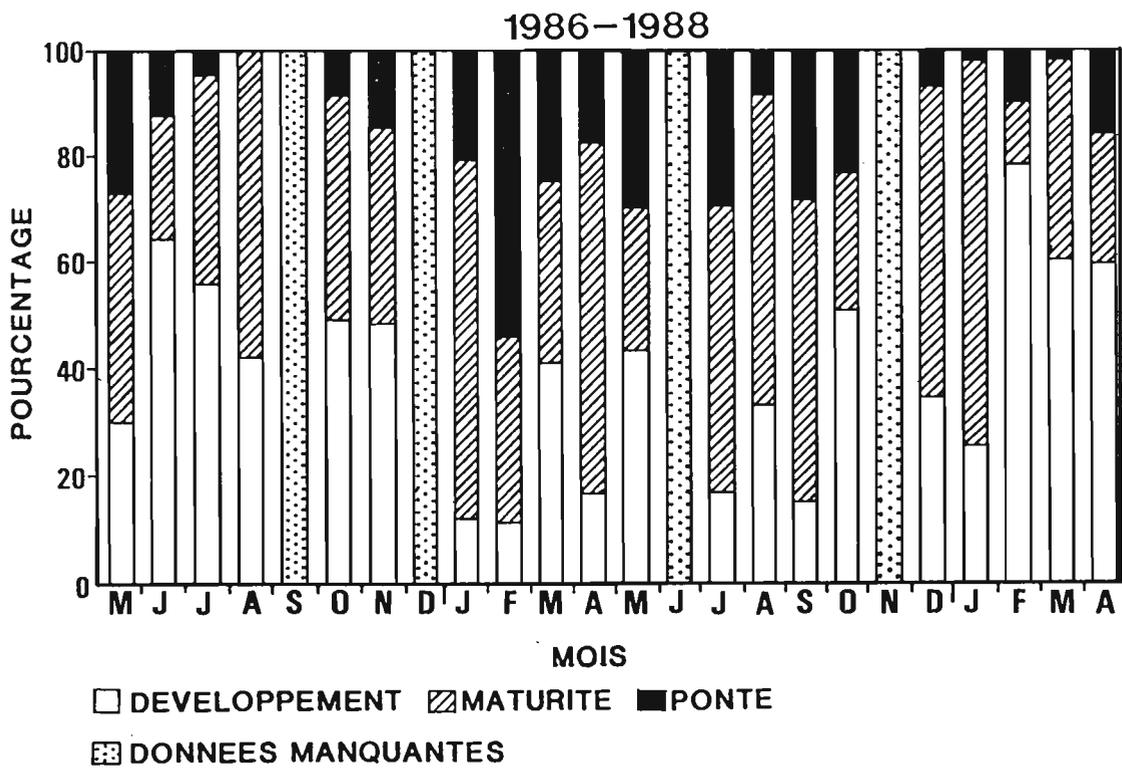


Figure 16. - Proportions des différents stades de développement de la gonade chez *Bractechlamys vexillum*, pour les individus susceptibles de se reproduire.

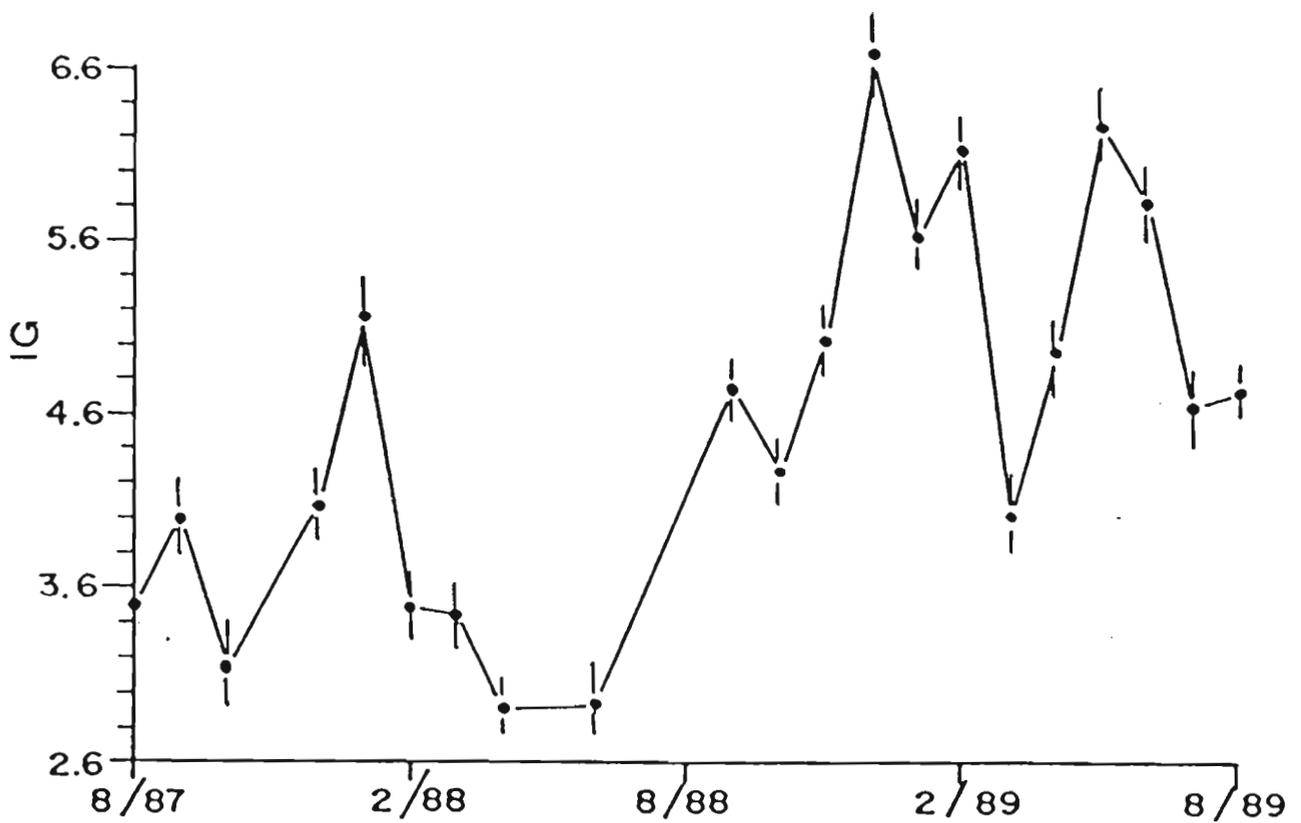


Figure 17. - Evolution de la moyenne mensuelle de l'indice gonadique pour la population de *Mimachlamys gloriosa* du "Rocher à la Voile".

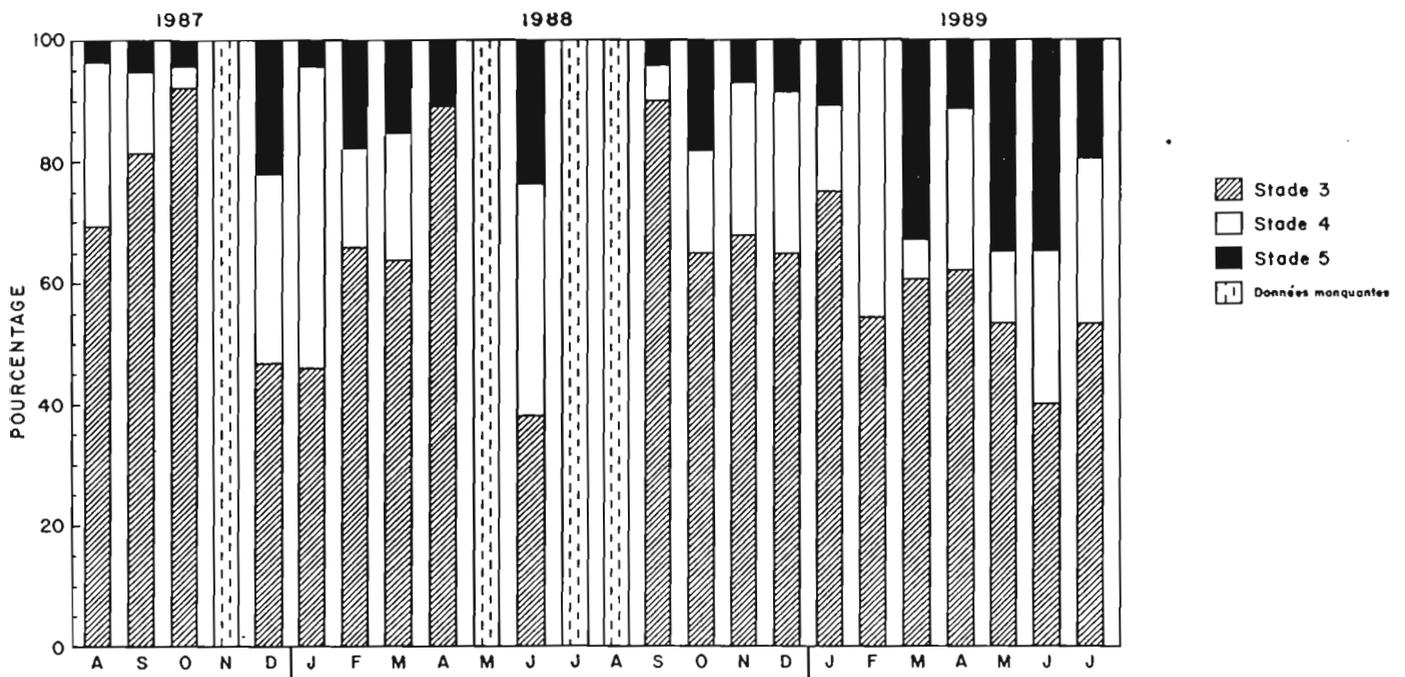


Figure 18. - Proportions des différents stades de développement de la gonade, chez *Mimachlamys gloriosa* (Rocher à la Voile), pour les individus susceptibles de se reproduire.

La valeur de l'indice gonadique est minimale (post-ponte) en octobre 1987, en avril-mai 1988 et en juillet 1989. Le suivi macroscopique de l'état de développement de la gonade montre également que la période de ponte a varié au cours des années 1987, 1988 et 1989. La ponte a eu lieu en octobre-novembre 1987 (forte proportion d'individus présentant une gonade en "post-ponte" lors du prélèvement de décembre 1987), tandis qu'en 1989 la ponte principale est observée en avril-juillet. Il faut noter, de plus, qu'à chaque prélèvement nous pouvons observer la présence simultanée des différents stades de développement gonadique. Deux hypothèses se dégagent de ces observations :

- soit nos prélèvements (mensuels) sont trop espacés dans le temps pour permettre de déceler le cycle de reproduction de *Mimachlamys gloriosa*,
- soit la ponte de cette espèce est acyclique.

Pour tester la première hypothèse, nous avons entrepris un suivi hebdomadaire de la reproduction, pendant une année complète (du 27/07/1989 au 26/07/1990; 25 individus par semaine).

L'examen de la figure 19 montre que *Mimachlamys gloriosa* est capable d'effectuer son cycle (développement, ponte et régénération de la gonade) en quelques semaines; les prélèvements hebdomadaires sont donc nécessaires pour mettre en évidence toutes les pontes. Nous avons pu observer 11 pontes au cours des 53 semaines de suivi, soit une moyenne d'une ponte par mois. Au mois de février (mois le plus chaud) deux pontes ont été notées et aucune durant le mois de juin. Certaines pontes sont très abondantes (surtout en saison chaude) mais certaines sont nettement moins marquées: ce sont des pontes partielles qui n'affectent pas la totalité des individus. Les pontes peuvent s'effectuer en une semaine ou s'étaler sur deux, voire trois semaines. En revanche, la régénération de la gonade est très rapide, notamment au mois de février où l'indice gonadique passe de 2,215 à 5,352 en une semaine. En règle générale, nous pouvons constater que l'indice gonadique fluctue beaucoup plus durant la période chaude que pendant la saison fraîche.

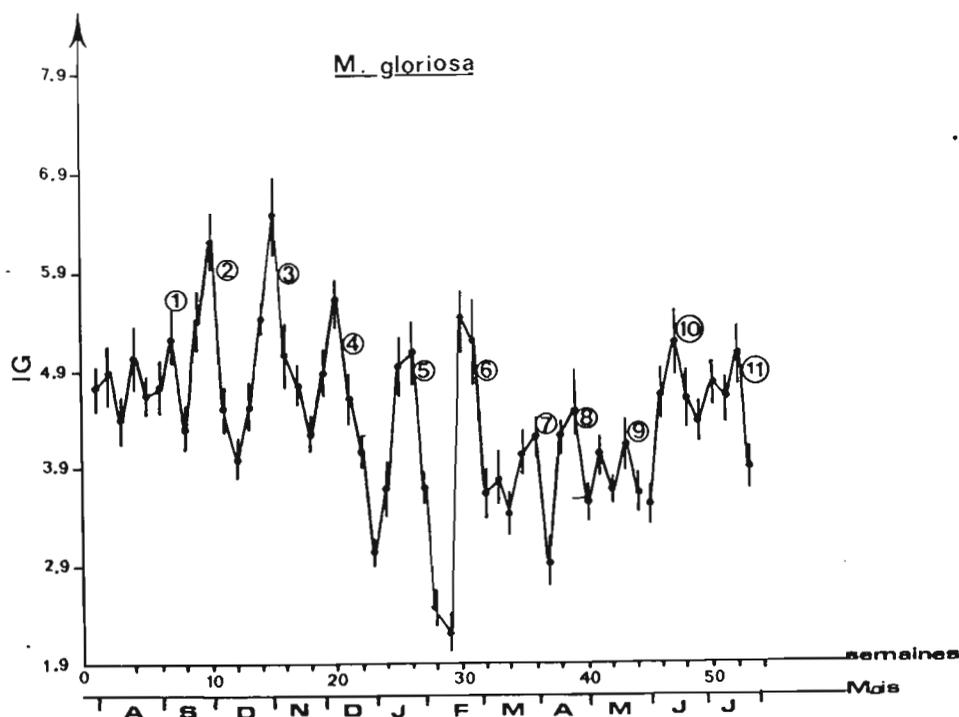


Figure 19. - Evolution de l'indice gonadique hebdomadaire (27/07/89 au 26/07/90) chez *Mimachlamys gloriosa*.

Pour mettre les pontes en évidence, nous avons calculé la différence entre la valeur de l'indice gonadique de la semaine et celle de la semaine précédente (figure 20), cette différence donne une idée de la quantité de matière émise par l'espèce au cours d'une ponte. Si la valeur obtenue est nettement positive, l'animal est en période de récupération et se prépare à pondre, si elle est nettement négative il a pondu récemment et si la valeur est proche de zéro, il est au repos. Il est intéressant de noter que, sur l'ensemble de l'année, le bilan entre ce qui est dépensé et ce qui est produit pour la reproduction est proche de zéro ($\text{DIFF}_{\text{moy}} = 0,0088 \pm 0,0126$ et une différence cumulée égale à $-0,241$).

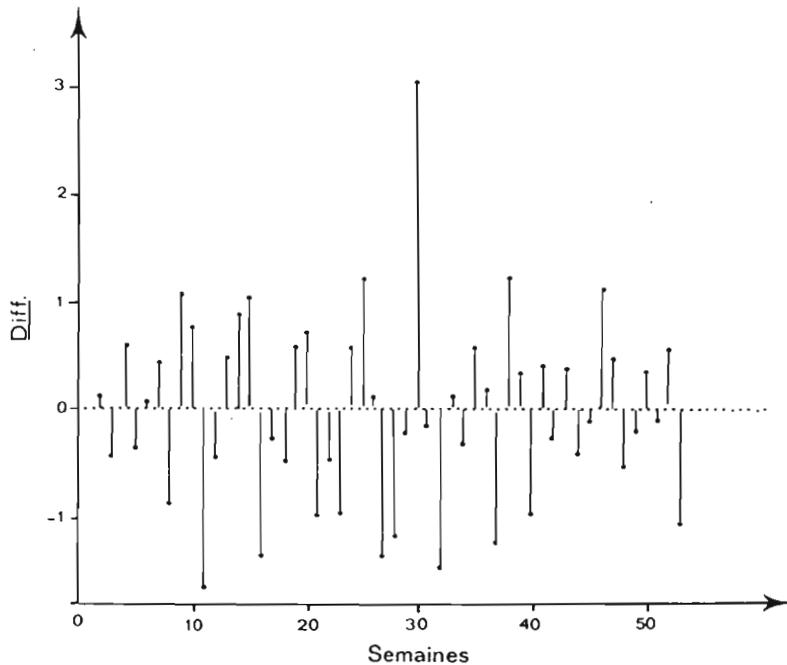


Figure 20. - Evolution de la différence de l'indice gonadique hebdomadaire chez *Mimachlamys gloriosa*.

Les températures de l'eau de mer ainsi que les salinités à l'Anse Vata (lieu proche de notre zone de récolte) ont été notées par le centre ORSTOM de Nouméa, durant notre période d'étude hebdomadaire (du 01/08/89 au 01/08/90) (figure 21). Nous pouvons ainsi observer que les pontes sont toujours dues à une variation de l'un des paramètres de l'eau de mer. Les deux premières pontes partielles (avant la ponte n°1) correspondent chacune à une chute de la salinité. Les pontes 1 et 2 sont dues à une augmentation de la température de l'eau de mer, celle-ci passant la première fois de 21,5°C avant la première ponte à 23,6°C après la seconde émission de gamètes. Il en est de même pour la ponte n°4 où l'eau passe de 24,6 à 27,4°C. Une chute de température peut également induire la ponte, c'est le cas pour les pontes 3, 8 et 9 où la température passe respectivement de 25,5 à 24,6°C, de 25,4 à 23,3°C et de 24,3 à 21,6°C. Les pontes les plus marquées (6 et 7) sont dues à une variation de la salinité, celle-ci chutant de 34,95 ‰ à moins de 31,0 ‰ et de 34,22 ‰ à 33,04 ‰. Les pontes 5, 10 et 11 sont dues, elles aussi, à une chute de la salinité.

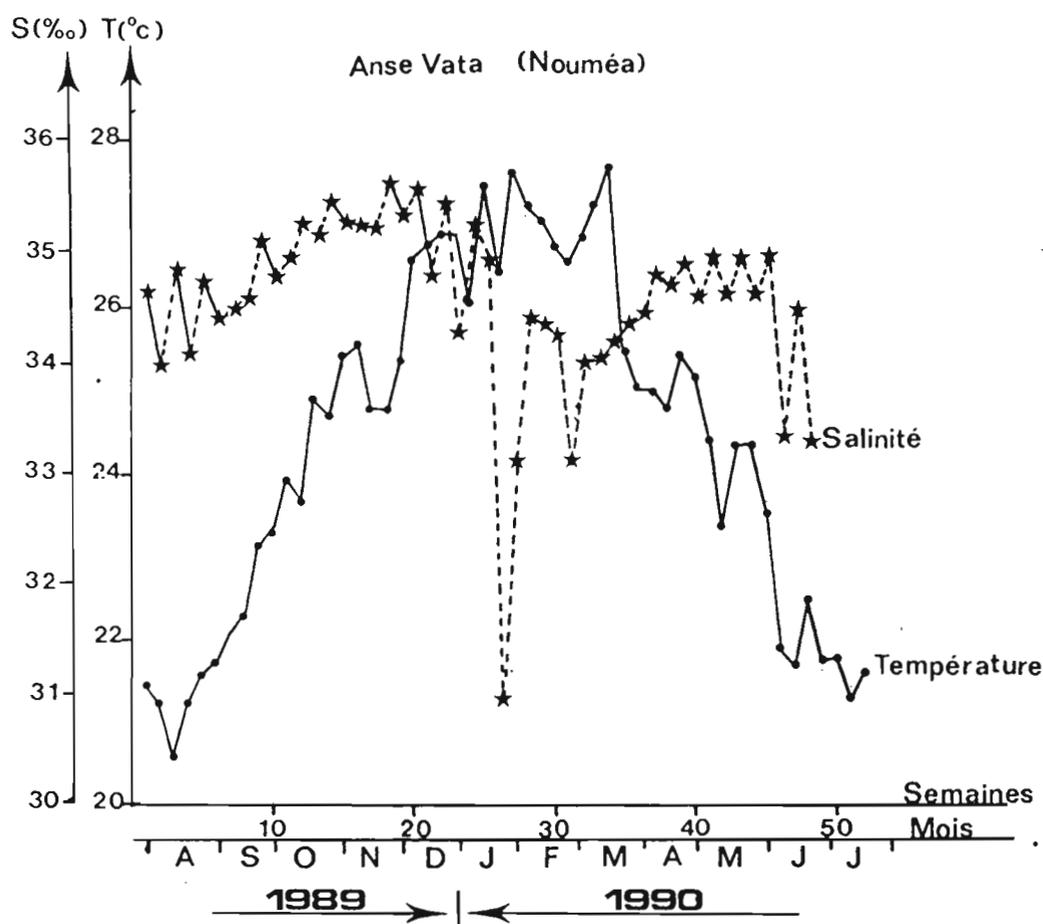


Figure 21. - Evolution de la température et de la salinité à l'Anse Vata, du 26/07/89 au 27/07/90.

Pour la population de *M. gloriosa* de la baie de St Vincent, les prélèvements se sont étalés sur un an (1989). Les figures 22 et 23 présentent l'évolution de l'indice gonadique et la proportion des différents stades de développement de la gonade pour cette population. L'indice gonadique est minimum en janvier, mai et septembre. Cependant, nous ne pouvons pas définir une période privilégiée de ponte. Si nous comparons les figures 18 et 23, les mois de janvier, mai et septembre correspondent pour cette population à une ponte, mais ce n'est pas le cas pour la population de Nouméa. Les périodes de ponte diffèrent selon les populations en fonction des paramètres du milieu.

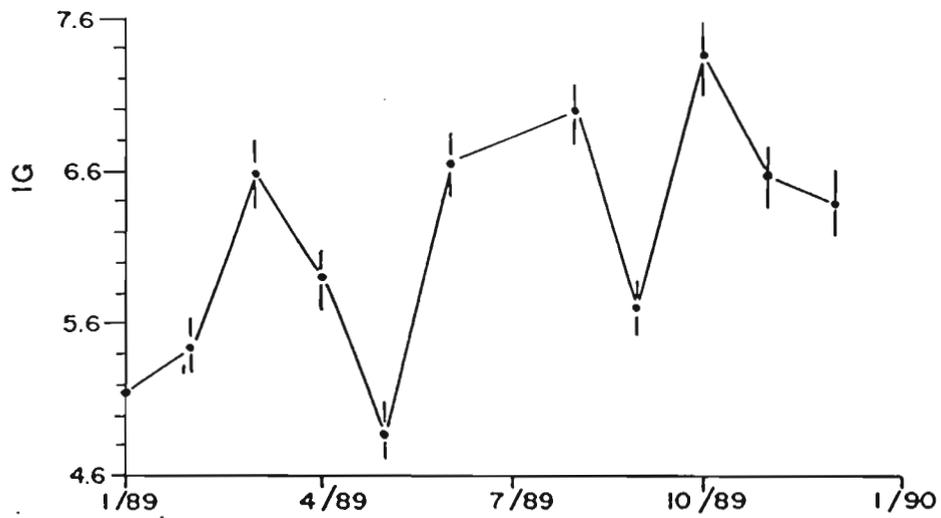


Figure 22. - Evolution de la moyenne mensuelle de l'indice gonadique pour la population de *Mimachlamys gloriosa* de la Baie de St. Vincent.

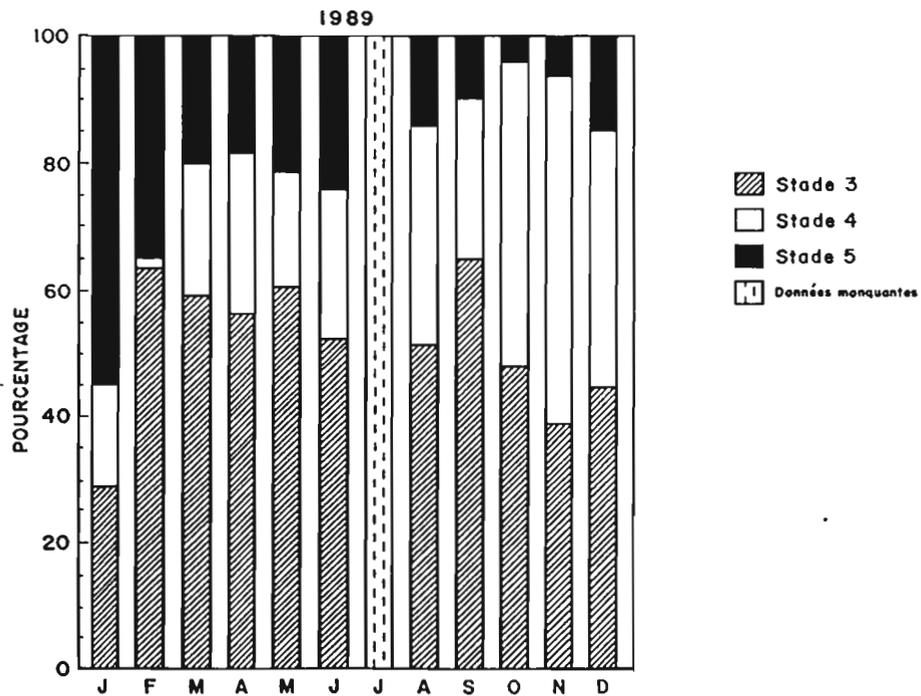


Figure 23. - Proportions des différents stades de développement de la gonade, chez *Mimachlamys gloriosa* (Baie de St. Vincent), pour les individus susceptibles de se reproduire.

Aucun cycle de reproduction n'a pu être mis en évidence chez *Comptopallium radula* (figure 24). L'émission de gamètes la plus importante s'effectue pendant les mois de janvier (saison chaude) et septembre (fin saison fraîche) 1989. Nous observons d'ailleurs (figure 25) un important pourcentage d'individus au stade 5 (post-ponte) durant les mois d'avril-mai et novembre. Une forte proportion de la population mature est au stade 3 (développement avancé) quel que soit le mois. Il y a donc, là encore, ponte tout au long de l'année.

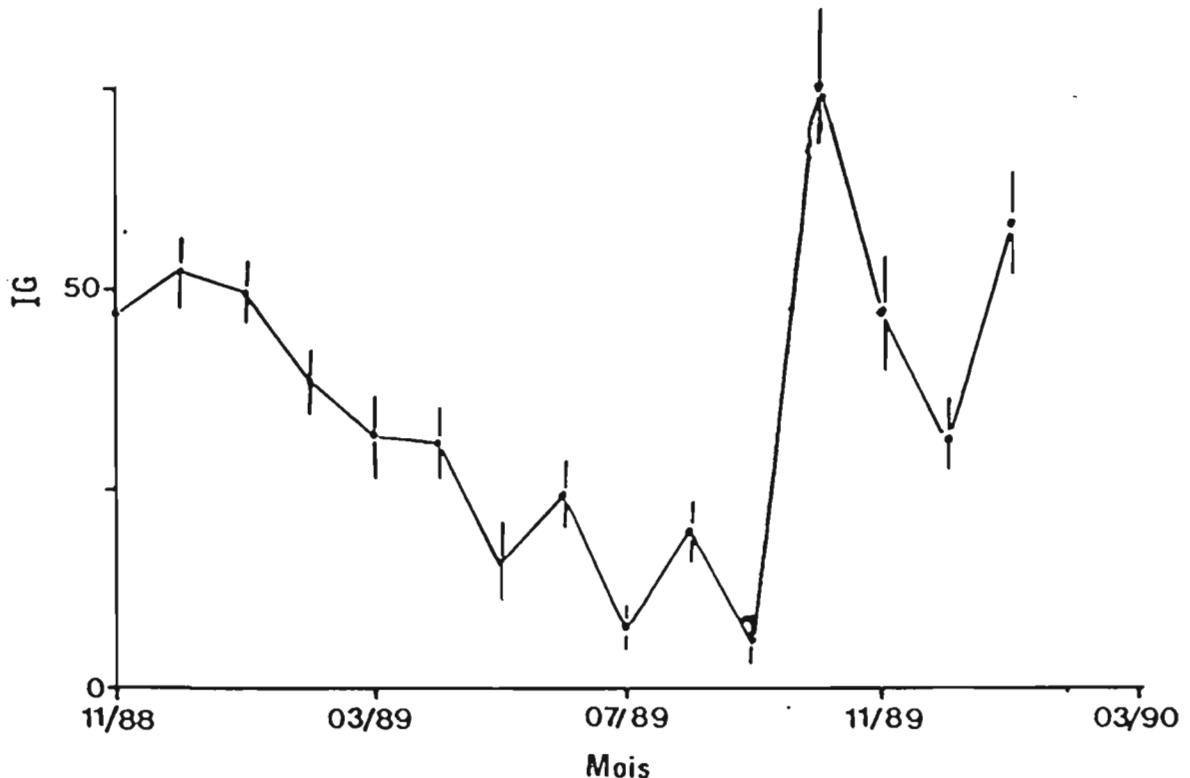


Figure 24. - Evolution de la moyenne mensuelle de l'indice gonadique chez *Comptopallium radula*.

Nous avons également tenté de mettre en évidence un cycle de reproduction en resserrant nos prélèvements. Les récoltes hebdomadaires de *C. radula* ont débuté le 29/01/1990 et se sont achevées le 26/07/1990. Nous pouvons observer sur la figure 24, 6 pontes en 6 mois (26 semaines). La reproduction n'est cependant pas régulière et aucune émission de gamètes n'est remarquée entre la 13ème et la 23ème semaine (figure 26), c'est à dire durant les mois de mai et juin qui assurent la transition entre la saison chaude et la saison fraîche. Deux pontes ont été notées au cours du mois de février, une en mars, une en avril et deux en juillet (après un repos de deux mois). Les émissions de gamètes sont nettement visibles lorsque l'on fait la différence entre deux valeurs consécutives de l'indice gonadique; cette différence donne une idée de l'énergie dépensée par l'espèce au cours d'une ponte (figure 27).

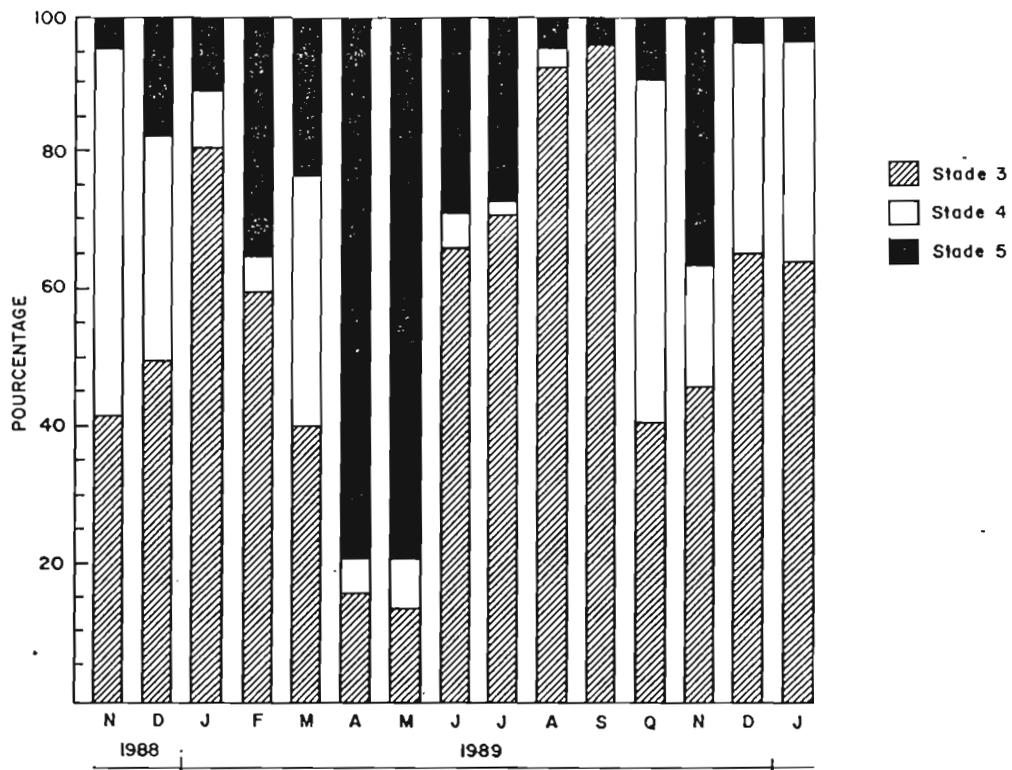


Figure 25. - Proportions des différents stades de développement de la gonade, chez *Comptopallium radula*, pour les individus susceptibles de se reproduire.

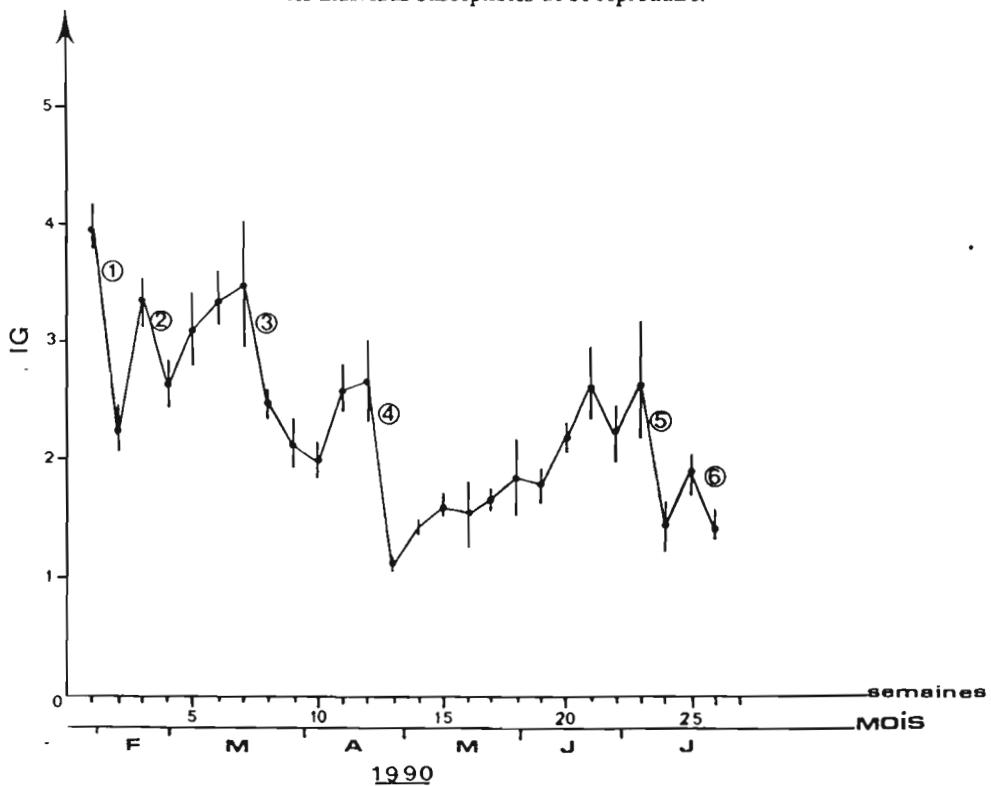


Figure 26. - Evolution de l'indice gonadique hebdomadaire (29/01/90 au 26/07/90) chez *Comptopallium radula*.

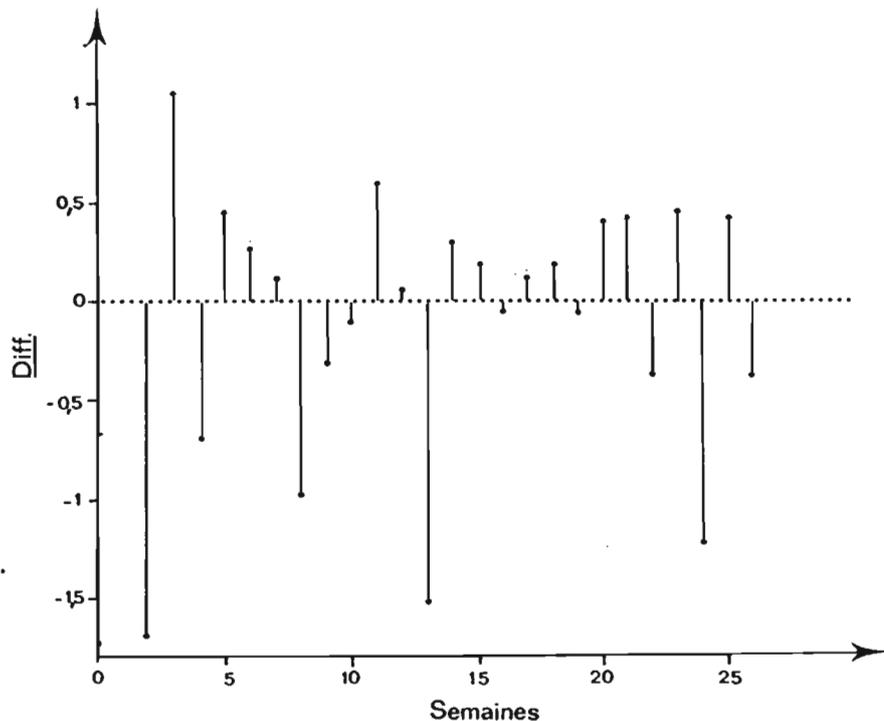


Figure 27. - Evolution de la différence de l'indice gonadique hebdomadaire chez *Comptopallium radula*.

En superposant les figures 21 et 26 nous constatons qu'il est possible de mettre en relation les dates d'émission des gamètes avec les paramètres de l'eau de mer (température et salinité). Nous observons, tout comme chez *Mimachlamys gloriosa*, que certaines pontes sont dues aux variations de salinité (pontes 2 et 4, la salinité est passée de 34.2 ‰ à 33.0 ‰ dans le premier cas, et de 35.0 ‰ à 34.5 ‰ dans le second cas), d'autres étant dues à la baisse de la température (pontes 3, 4, 5 et 6, il y a ponte quand la température de l'eau chute brutalement de plus d'un ou deux degrés).

Pour les trois espèces, *B. vexillum*, *M. gloriosa* et *C. radula*, aucune période privilégiée de reproduction n'a pu être mise en évidence. En revanche, nous observons chez *Annachlamys flabellata* un cycle de reproduction plus net (figure 28). L'indice gonadique est minimum en février 1989 et 1990 et la valeur de IG pour un même mois n'est pas significativement différente d'une année sur l'autre. La ponte principale, pour cette espèce, s'étale de décembre à février, des pontes partielles peuvent parfois être observées au cours de l'année (septembre). Lors des récoltes, les individus de l'espèce sont presque tous au même stade de développement (figure 29), ce qui suggère une évolution plus ou moins synchrone de la population.

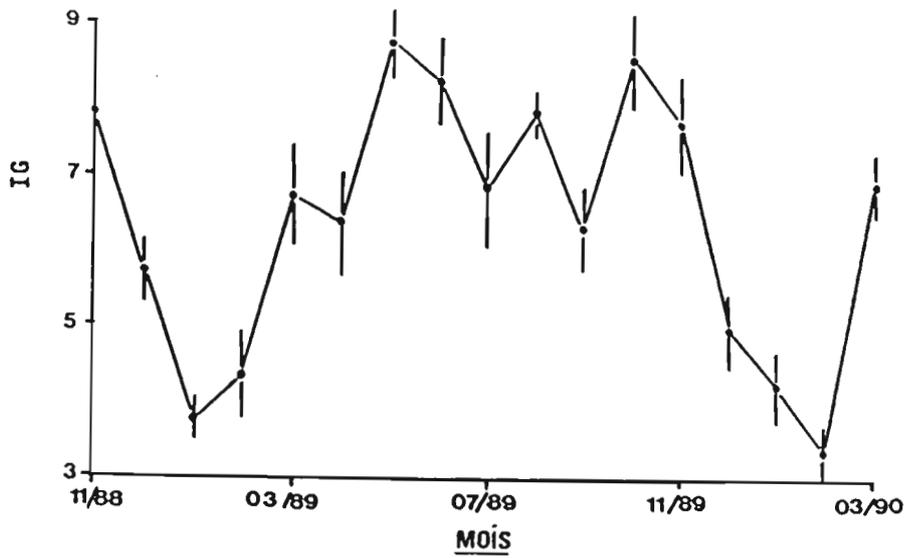


Figure 28. - Evolution de la moyenne mensuelle de l'indice gonadique chez *Annachlamys flabellata*.

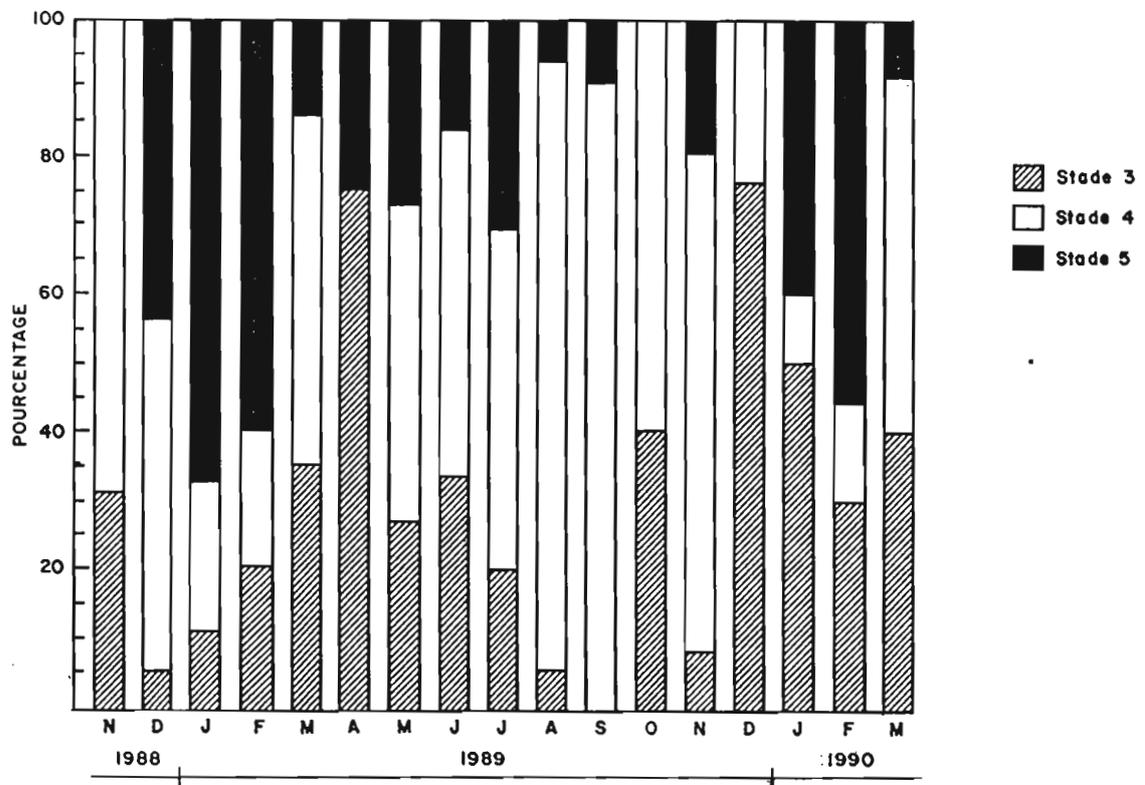


Figure 29. - Proportions des différents stades de développement de la gonade, chez *Annachlamys flabellata*, pour les individus susceptibles de se reproduire.

1.4.3.4. - Développement larvaire.

La femelle de *Mimachlamys gloriosa* pond environ 500 000 oeufs (de 70 à 80 μm de diamètre); l'oeuf fécondé (figure 30, n°1) mesure 85 à 90 μm de diamètre. Les oeufs, comme les larves des premiers jours, sont planctoniques. La larve D de 48 heures (figure 30, n°2) mesure 95 ± 3 μm de long (axe antéropostérieur). Le taux d'éclosion (nombre de larves D * 100 / nombre d'oeufs, en prenant le nombre de larves D observées 48 heures après la ponte (Cochard et Gérard, 1987) est de 67 %. Le stade umboné apparaît lorsque la larve a une taille de 140 μm en moyenne, c'est à dire au bout d'une semaine (figure 30, n°3).

Après deux semaines, les larves mesurent de 160 à 180 μm mais affichent une grande disparité de tailles (120 à 190 μm). La ciliature larvaire est bien visible et très active. La présence dès le onzième jour (figure 30, n°4) sur la périphérie de la prodissoconque, d'une "double barre" (Gérard *et al.*, 1989) circonscrivant en partie la coquille, nous indique que la larve est prête à se fixer. La fixation intervient entre treize et quinze jours après la fertilisation. Certaines larves peuvent se fixer sans passer par ce stade mais, dans ce cas, les pédivéligères qui se forment ensuite se décrochent quelques jours après la fixation. La pédivéligère est observée une quinzaine de jours après la fertilisation, la taille de la larve est alors (en moyenne) de 200 μm de long et 108 μm de large. Le pied est devenu actif, la larve rampe sur le fond en alternance avec des phases pélagiques. A ce stade, la larve a partiellement résorbé son velum (elle ne quittera bientôt plus le fond) et nous pouvons apercevoir les filaments branchiaux rudimentaires. Les premiers juvéniles apparaissent le dix septième jour après la fertilisation. Au bout d'un mois la larve a atteint la taille de 420 μm sur 360 μm (figure 30, n°5).

Nous avons diminué la mortalité larvaire de 40 % et réduit la contamination bactérienne en utilisant des algues lyophilisées. Les élevages recevant une nourriture algale fraîche contenaient 8×10^3 bactéries.ml⁻¹, après deux jours de stockage, tandis que ceux nourris avec des algues lyophilisées ne renfermaient que $9,49 \times 10^2$ bactéries.ml⁻¹; la concentration bactérienne dans les bacs témoins étaient de 80 bactéries.ml⁻¹. Le développement larvaire n'est que très peu affecté par ce type de nourriture, la métamorphose intervient 1 à 2 jours plus tard chez les larves nourries avec des algues lyophilisées par rapport à celles nourries avec des algues fraîches.

Chez *Bractechlamys vexillum*, la ponte est intervenue deux heures après la stimulation. L'oeuf mesure, en moyenne, 74 μm lorsqu'il est émis et 82 μm après la fécondation. La véligère (larve D), visible 24 heures après la fécondation, a un diamètre de 90 à 105 μm . La larve atteint 115 μm le troisième jour et 125 μm le cinquième jour. 85 à 90 % des larves ont sédimenté dès le sixième jour, la taille moyenne est alors de 130 μm . Elles mesurent 136 x 115 μm le septième jour, 140 x 122 μm le dixième jour et 148 x 130 μm le onzième jour après la fertilisation.

L'apparence générale de la larve de *Mimachlamys gloriosa* est semblable à celle d'*Amusium balloti* (Rose *et al.*, 1988), *C. irradians* (Loosanoff *et al.*, 1966), *C. asperrimus* (Rose & Dix, 1984), *P. maximus* (Gruffydd et Beaumont, 1972) et *P. meridionalis* (Dix et Sjardin, 1975). Les larves D de *Bractechlamys vexillum* et de *Mimachlamys gloriosa* ont des tailles équivalentes (environ 95 μm); elles sont légèrement plus grosses que celles de la plupart des Pectinidés. La croissance larvaire de *Bractechlamys vexillum* est proche de celle observée chez *Mimachlamys gloriosa*, mais légèrement plus lente (figure 31). Les périodes larvaires de *M. gloriosa* et *B. vexillum* sont relativement courtes par rapport aux autres espèces, notamment vis à vis de *Pecten maximus*.

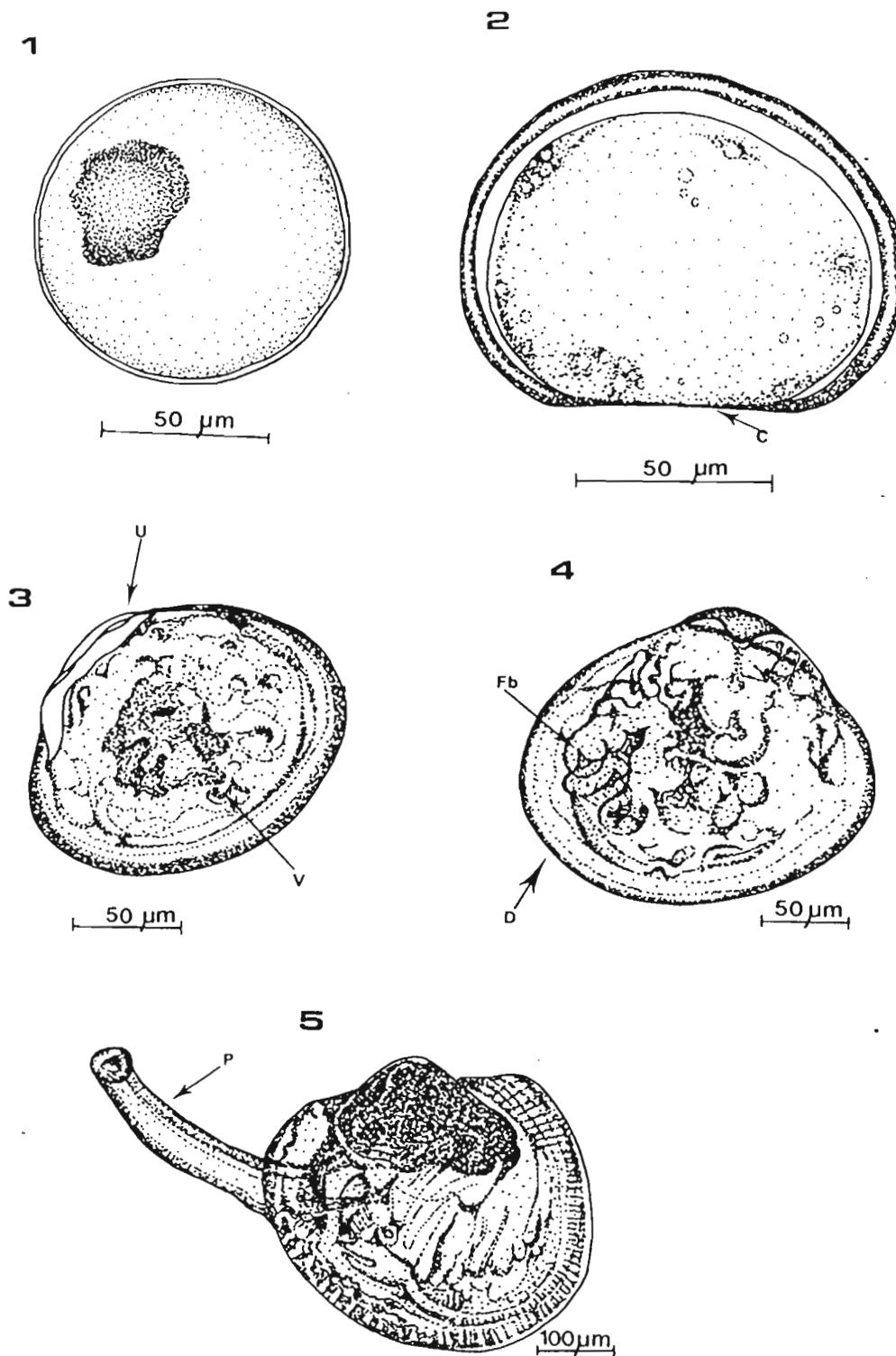


Figure 30. - Les différents stades de développement larvaire chez *Mimachlamys gloriosa*:
 1. Oeuf de 90 μm, quelques minutes après la fertilisation;
 2. Larve véligère de 24 heures, la chanière droite (C) est caractéristique de ce stade;
 3. L'umbo (U) est bien visible sur cette larve de 13 jours, le velum commence à régresser;
 4. Au bout du quinzième jour, la larve pédivéligère dissoconque est bien formée;
 5. Le juvénile a tous ses organes présents, son pied (P) sorti lui permet d'explorer le fond du bac.

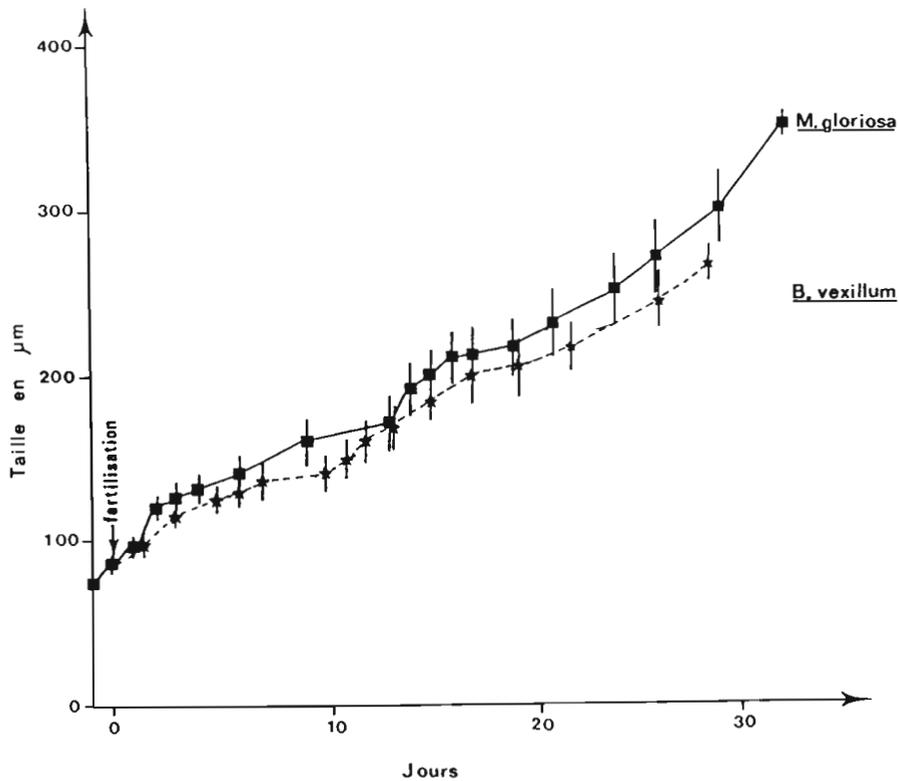


Figure 31. - Croissance larvaire de *Mimachlamys gloriosa* et de *Bractechlamys vexillum*.

Les larves ne survivent pas plus de cinq jours après la fertilisation, sans apport extérieur de nourriture. La véligère présente une charnière droite, en forme de D (larve véligère = larve D). Tout comme la véligère à umbo ou la pédivéligère, la larve D doit s'alimenter. Il y a donc passage progressif de l'endotrophie à l'exotrophie. Il existe, comme l'ont montré Alanda-Aranda *et al.* (1986), une phase dite "mixotrophe" où la jeune larve se nourrit conjointement de son vitellus et des particules planctoniques présentes dans le milieu extérieur. La première prise de nourriture a lieu alors que les réserves vitellines sont encore présentes.

Nous avons vu qu'au début de la vie larvaire, les aliments ingérés ne devaient pas mesurer plus de 5 µm, les larves meurent de faim au bout de cinq jours quand elles sont nourries avec des algues de 8 µm de diamètre. Par la suite, le diamètre des particules ingérées est de 1 à 8 µm avec une moyenne de 3 µm. La nutrition des larves et l'infection bactérienne sont les deux principaux problèmes rencontrés lorsque l'on essaye de produire d'obtenir de larves en aquarium.

Il est admis que la croissance des larves (et des juvéniles) est fonction du poids sec des cellules algales ingérées, jusqu'à un optimum au-delà duquel le taux de croissance chute (Bayne, 1965). Pour que les particules puissent être capturées par la larve il faut d'une part que le diamètre de l'algue soit adapté au diamètre de leur bouche (de préférence 3-4 µm), et d'autre part que l'aliment soit en suspension dans l'eau. L'utilisation d'algues lyophilisées pour l'élevage rend indispensable un brassage de l'eau pour maintenir les particules en suspension. Un mélange d'algues est préférable à une alimentation monospécifique. Pour notre part nous avons obtenu de très bons résultats en utilisant un mélange algal (de *Chaetoceros* et de *Tétrahelminis*) lyophilisé. Ce type de nourriture présente plusieurs avantages non négligeables: il est possible de fabriquer une grande quantité de nourriture à l'avance et de la stocker sans difficulté. L'emploi d'algues lyophilisées limite la contamination bactérienne dans l'eau d'élevage. En

revanche, la valeur nutritive de l'algue lyophilisée est inférieure à celle de l'algue fraîche (les larves nourries avec des algues fraîches atteignent leur métamorphose 1 jour avant celles nourries avec des algues lyophilisées).

Nous avons observé au cours de nos expériences que les bactéries pouvaient être la cause de fortes mortalités. Une étude et un contrôle bactérien suivis sont nécessaires dans les milieux d'élevages des Bivalves marins où les bactéries sont nombreuses et proviennent d'origine diverses: eau de mer, géniteurs, algues, contaminants externes,... Nous avons constaté l'efficacité de la filtration avec un filtre de 1 μm mais comme l'avait déjà signalé Martin (1978), nous observons une recontamination rapide de l'eau traitée. Cet auteur a constaté que le niveau initial de la population bactérienne était retrouvé après 24 heures.

Les mortalités larvaires seraient dues à une action directe des bactéries et non pas à une action résultant du métabolisme bactérien (Lucas et Prieur, 1974). Nous avons utilisé des antibiotiques afin de limiter la mortalité d'origine bactérienne. Toutefois, il convient d'être prudent car certains antibiotiques peuvent agir comme facteur de croissance à une concentration donnée; à une autre concentration ils peuvent bloquer la synthèse des ARN (Lubet *et al.*, 1987) ou être la cause de mortalité chez les larves (obs.pers.). Les concentrations efficaces sont en général: * Sulfamérazine : 8 mg/l,

* Auréomycine : active à partir de 4 mg/l,

* Chloramphenicol : les meilleurs résultats sont obtenus à 6-8 mg/l.

Il est parfois préférable de traiter les élevages avec une dose curative (40 mg/l) de Sulfamérazine pendant 7 jours que d'utiliser un traitement préventif (7 mg/l) qui s'avère insuffisant pour protéger le naissain (Le Borgne *et al.*, 1979).

Pour que la métamorphose ait lieu, il faut que le Pectinidé soit apte: c'est la compétence, et que cette aptitude ne reste pas potentielle mais qu'elle devienne réelle: c'est la performance. Les critères de compétence classiquement utilisés sont la taille d'une part et l'apparition de taches pigmentaires, visibles latéralement à travers la coquille de la pédivéligère (= larve avec velum, et pied cylindrique bien développé) d'autre part. Cette tâche est appelée "oeil" (d'où le nom de larve oeuillée). La taille à la métamorphose n'est pas toujours constante au sein d'une même espèce (Cochard et Gérard, 1987). Il est beaucoup plus facile d'observer la "double barre" qui se forme un ou deux jours avant la fixation. La performance est signalée par la fixation (indispensable) à un support, nos larves se fixent soit au verre de l'aquarium, soit aux supports artificiels dont sont munis les bacs. La métamorphose peut durer deux jours, et les modifications physiologiques qui se déroulent pendant ce temps entraînent un arrêt de l'alimentation.

1.4.4. - Discussion.

La sex-ratio, traditionnellement calculée sur l'ensemble de la population, traduit une égalité d'effectif entre les sexes chez toutes les espèces étudiées. Le calcul global masque des schémas de variations en fonction de la taille. Les Pectinidés de Nouvelle-Calédonie subissent une inversion sexuelle au cours de leur vie.

Les Bivalves n'ayant qu'un simple changement de sexualité au cours de leur vie sont considérés comme des hermaphrodites consécutifs. La protandrie est la plus répandue : les jeunes individus sont généralement mâles et les vieux femelles. Pendant la période de transition du stade mâle à femelle, il y a une brève période où les Mollusques peuvent être des hermaphrodites fonctionnels (Mackie, 1983). Nous avons observé au cours de notre étude des inversions sexuelles chez *Mimachlamys gloriosa*. Nous pouvons supposer que ce phénomène n'est ni rare, ni spécifique à cette espèce; elle a ainsi été observée chez certains autres Pectinidés (*Pecten latiauritus*, *P. maximus*, *P. opercularis*; Heard, 1975).

Les Pectinidés de Nouvelle-Calédonie ne possèdent pas de période de ponte définie; ils sont susceptibles d'émettre leurs gamètes tout au long de l'année. Pour une espèce donnée, les différentes populations ne se reproduisent pas nécessairement en même temps. Nous avons, en effet, observé des pontes chez la population de *Mimachlamys gloriosa* de la baie de St Vincent, alors que la population du Rocher à la Voile était, dans le même temps, en période de repos sexuel et inversement. Le même phénomène est observé chez certains Pectinidés européens qui entre avril et septembre peuvent effectuer jusqu'à quatre pontes (Mason, 1958; Lucas, 1963; Hennick, 1970; Lubet *et al.*, 1987). Si l'on compare la saison de ponte des Pectinidés de Nouvelle-Calédonie avec celle d'autres Pectinidés (tableau VII), nous nous apercevons que *Bractechlamys vexillum*, *Comptopallium radula* et *Mimachlamys gloriosa* sont les seuls à se reproduire tout au long de l'année.

Dans l'hémisphère sud, les Pectinidés australiens se reproduisent principalement au cours de l'hiver austral (principalement de juin à octobre). Cela semble indiquer que le développement initial des gamètes commence lorsque la température de l'eau diminue et que la ponte débute quand la température est à son minimum. Les Pectinidés australiens vivent dans des eaux où l'amplitude thermique est beaucoup plus forte que celle enregistrée en Nouvelle-Calédonie. La faible variabilité des caractéristiques physiques et biologiques des eaux des lagons de Nouvelle-Calédonie est un avantage pour le développement et la croissance des Pectinidés. Il est possible qu'en n'émettant qu'une faible quantité de produits génitaux (par rapport aux espèces des zones tempérées) à chaque ponte, ils bénéficient d'un moindre coût énergétique pour la reproduction, leur permettant une croissance rapide et relativement régulière, sans arrêt hivernal.

Des relations entre la température, la quantité de nourriture et la gamétogénèse dans plusieurs populations de *Pecten maximus* ont été mises en évidence par Stanley (1967). Les pontes de *Chlamys opercularis* ont, elles, été mises en relation avec la quantité de nourriture disponible (Broom et Mason, 1978). Blake et Sastry (1979) ont montré chez *Argopecten irradians* que les pontes étaient corrélées avec les variations de température, à condition que la quantité de nourriture soit suffisante. D'après Rougerie (1986), il n'existe pas de variation temporelle dans la production de chlorophylle dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Cependant, des études récentes ont fait apparaître un cycle annuel pour la quantité de matière en suspension (données non publiées): de juillet à octobre, la concentration est minimale; en novembre, décembre et janvier les valeurs sont intermédiaires; enfin de février à juin les particules en suspension atteignent leur concentration maximale. La quantité de nourriture semble, par conséquent, toujours suffisante pour les Pectinidés étudiés. Les pontes sont donc plutôt liées aux variations des paramètres du milieu (température et salinité). Toutefois, même si certaines pontes sont effectivement induites par des variations de température en milieu naturel, il n'en est pas de même en milieu contrôlé où aucune ponte n'a pu être obtenue en faisant varier ce paramètre pour *Mimachlamys gloriosa*, contrairement à *Bractechlamys vexillum*. Il est très difficile d'amener en pré-ponte des spécimens qui ne sont pas en cours de maturation lors de leur récolte. Il est vraisemblablement possible d'améliorer ces résultats en utilisant des bassins plus grands.

Tableau VI. - Périodes de reproduction pour différentes espèces de Pectinidés dans le monde.

ESPECES	Références	Localisation	Saison de ponte
HEMISPHERE NORD .			
<i>Argopecten irradians</i>	Barber et Blake, 1983	Floride	Septembre - Octobre
<i>Chlamys distorta</i>	Reddiah, 1962	Mer d'Irlande	Mai-Août ; Nov à Janv.
<i>Chlamys islandica</i>	Sundet et Lee, 1984	Mer de Norvège	fin Juin - Juillet
<i>Chlamys nobilis</i>	Komura et Wada, 1988	Japon	Juin-Juil.; Oct-Nov.
<i>Chlamys opercularis</i>	Brand <i>et al.</i> , 1980	Mer d'Irlande	Septembre - Octobre
<i>Chlamys septemradiata</i>	Ansell, 1974	Clyde sea	Juillet - Août
<i>Chlamys varia</i>	Reddiah, 1962	Mer d'Irlande	Juin ; Sept. - Octobre
" "	Shafee et Lucas, 1980	Baie de Brest	Septembre - Octobre
<i>Patinopecten caurinus</i>	Hennick, 1970	Alaska	Juin - Juillet
<i>Patinopecten yessoensis</i>	Kawamata, 1988	Japon	Avril - Mai
<i>Pecten maximus</i>	Gibson, 1956	Irlande	Avril - Juin ; Sept.
" "	Mason, 1958	Mer d'Irlande	Avril -Mai ; Août-Sept.
" "	Comely, 1974	Clyde sea	Fev-Avril ; Juin-Juil.
" "	Lubet <i>et al.</i> , 1987	Baie de Seine	fin Juil.- Août ; Oct.
<i>Placopecten magellanicus</i>	Naidu, 1970	Terre Neuve	Septembre - Octobre
" "	Thompson, 1977	Terre Neuve	Août - Septembre
HEMISPHERE SUD			
<i>Amusium japonicum</i>	Dredge, 1981	Queensland	Juin - Septembre
<i>Pecten meridionalis</i>	Harrison, 1961	Tasmanie	Septembre - Octobre
<i>Pecten fumatus (=alba)</i>	Sause <i>et al.</i> , 1987	Australie	Août - Octobre
<i>Bractechlamys vexillum</i>	Balsaux, 1988	N.C.	Toute l'année
<i>Mimachlamys gloriosa</i>	Présente étude	N.C.	Toute l'année
<i>Comptopallium radula</i>	Présente étude	N.C.	Toute l'année
<i>Annachlamys flabellata</i>	Présente étude	N.C.	Janvier - Mars

Il n'y a que très peu d'études sur l'influence de la salinité, la lumière (longueur du jour), la phase lunaire ou la marée sur la gamétogénèse des Pectinidés. Sastry (1979) a cependant noté que la croissance de la gonade et la gamétogénèse chez *Argopecten irradians* dans le Massachusetts sont en relation avec l'accroissement de la longueur du jour. La maturité est atteinte lorsque la longueur du jour est maximale. Au contraire *A. irradians* de Caroline du Nord débute sa croissance gonadique et sa gamétogénèse quand la longueur du jour est maximale et pond en relation avec la diminution de la longueur du jour. Les variations salines provoquent l'émission des gamètes chez *Mimachlamys gloriosa* comme chez *Xenostrobus securis* (Estuaire de Swan, Australie; Wilson, 1969) et chez *Ostrea madrasensis* (Inde; Rao, 1951). Pour de nombreuses espèces, la lune est considérée comme un facteur induisant la ponte. Chez certaines coquilles, spécialement chez *Pecten opercularis* (Thorson, 1950) et *Pecten maximus* (Mason, 1958), il a été observé une ponte "épidémique" due à la lune. Chaque espèce émettant plus d'oeufs entre la pleine et la nouvelle lune qu'entre la nouvelle et la pleine lune. Galtsoff (1964) attribua, lui aussi, la ponte de l'huître américaine *Crassostrea virginica* au phénomène lunaire. Les pontes naturelles observées chez les Pectinidés de Nouvelle-Calédonie n'ont pu être mises en rapport avec le cycle lunaire. Les facteurs induisant la ponte sont propres à chaque espèce et varient en fonction de la situation géographique.

1.4.5. - Conclusion.

La stimulation chimique est la technique la plus efficace pour induire la ponte de *Mimachlamys gloriosa*. Les meilleurs résultats sont obtenus avec le choc thermique pour *Bractechlamys vexillum*. Les algues lyophilisées sont préférables, pour la nutrition des larves de Pectinidés, à une alimentation fraîche. Cette nourriture inerte peut être préparée à l'avance et se conserve facilement; de plus elle limite la contamination bactérienne lors de l'apport de nourriture. Elle présente l'inconvénient d'être moins nutritive qu'une alimentation fraîche et doit être associée à un brassage de l'eau pour rester en suspension. Les larves obtenues en milieu artificiel se développent normalement. Elles sédimentent au bout de deux semaines et la métamorphose est atteinte 15 à 18 jours après la fertilisation.

Dans le milieu naturel, l'émission des gamètes chez *Bractechlamys vexillum*, *Comptopallium radula* et *Mimachlamys gloriosa* coïncide avec une variation des caractéristiques de l'eau de mer. Le phénomène lunaire, quant à lui, n'a aucune influence sur la ponte de ces Lamellibranches. La plupart des Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie sont caractérisés par l'absence de période fixe de reproduction. Ils sont capables de se reproduire quelle que soit la période de l'année et la période de ponte peut varier d'une population à l'autre au sein de la même espèce. Les indices gonadiques fluctuent beaucoup plus pendant la saison chaude (octobre à mars) que pendant la saison fraîche (juin à fin août), lorsque les variations sont très peu marquées. Les plus fortes pontes ont été observées en octobre et en janvier-février.

1.5. - Croissance

1.5.1. - Introduction.

La croissance des Bivalves est habituellement suivie par la mesure de la hauteur de la coquille, depuis l'apex jusqu'à son bord supérieur. Ce critère a l'avantage de pouvoir être recueilli en milieu naturel sans porter préjudice au spécimen mesuré. L'évolution dans le temps des autres caractéristiques morphologiques du mollusque peut être déduite de ces données de base, en appliquant les relations d'allométrie.

Nous allons établir dans un premier temps les principales relations d'allométrie représentant la croissance relative de quatre Pectinidés de Nouvelle-Calédonie (*Annachlamys flabellata*, *Bractechlamys vexillum*, *Comptopallium radula* et *Mimachlamys gloriosa*). Ensuite nous aborderons leur croissance en hauteur.

1.5.2. - Croissance relative.

1.5.2.1. - Protocole expérimental.

Les mesures ont porté sur des échantillons d'une cinquantaine d'individus de chaque espèce, collectés mensuellement. *Annachlamys flabellata* a été récolté dans le chenal de l'îlot Canard et *Comptopallium radula* en baie de Dumbéa; en ce qui concerne *Mimachlamys gloriosa* un double prélèvement a été pratiqué durant l'année 1989, l'un en baie de St Vincent et l'autre au "Rocher à la Voile". *Bractechlamys vexillum* a également été collecté au "Rocher à La Voile". Les individus récoltés ont été mesurés, puis disséqués dans les heures suivant leur sortie de l'eau, sauf pour les spécimens ramassés en baie de St Vincent qui ont été congelés.

Les coquilles ont été nettoyées et débarrassées de leurs épibioses (nombreuses chez *M. gloriosa*) à l'aide d'une brosse métallique. La hauteur de la coquille a été mesurée au pied à coulisse (± 0.1 mm). La coquille a été égouttée, puis pesée sur une balance de précision (± 0.01 g). Les différents organes (gonade, muscle et viscères) ont été séparés, placés quelques minutes sur un papier filtre puis pesés. Les poids secs de la gonade, du muscle, des viscères et de la coquille seule, ont été évalués après passage à l'étuve (60°C) jusqu'à obtention d'un poids constant (48 à 72 heures). Les poids de cendres des différentes parties du Pectinidé ont été mesurés après passage au four (550°C) pendant 3 heures. Le poids sec sans cendre (considéré comme la quantité de Matière Organique, M.O.) pour un organe a été obtenu par différence entre le poids sec et le poids des cendres.

1.5.2.2. - Traitement des données.

La croissance relative peut se définir comme la relation qui lie les dimensions de deux organes. La loi élémentaire de la croissance ou loi d'allométrie simple d'Huxley (1932) s'exprime sous la forme: $y = b.x^a$; y représente la dimension de l'organe étudié et x celle de l'organe de référence; a et b sont des constantes.

Il est d'usage de linéariser cette relation grâce à une transformation logarithmique, d'où:

$$\begin{aligned} \text{Log } y &= a.\text{Log } x + \text{Log } b \\ \text{soit } Y &= a. X + B \end{aligned}$$

La pente de cette droite (a) représente le taux de croissance relative de l'organe étudié par rapport à l'organe de référence. Selon les valeurs de a, nous pouvons définir différents types de croissance :

- a = 1 : la croissance relative est isométrique ;
- a < 1 : il y a allométrie minorante, l'organe étudié s'accroît moins vite que l'organe de référence ;
- a > 1 : il y a allométrie majorante, l'organe étudié s'accroît plus vite que l'organe de référence.

Lorsque l'on étudie la relation entre un poids (dimension 3) et une longueur (dimension 1) et si la masse volumique ne varie pas au cours de l'âge, il y a isométrie pour a = 3.

1.5.2.3. - Résultats et discussion.

Les principales relations d'allométrie calculées pour *Annachlamys flabellata*, *Bractechlamys vexillum*, *Comptopallium radula* et *Mimachlamys gloriosa* sont présentées aux tableaux VII à XI. Les coefficients d'allométrie ont été testés par rapport aux valeurs 3 ou 1 ($H_0=3$ ou $H_0=1$) selon le type de relation; $t_{0.05}=1,96$ (au seuil de 5%). Les résultats de ces tests sont donnés dans la dernière colonne des tableaux. Il n'y a guère que pour *Mimachlamys gloriosa* (Rocher à la Voile) que la relation taille-poids soit isométrique. Pour les autres espèces étudiées, nous avons une relation allométrique minorante.

Tableau VII. - Principales relations d'allométrie pour *Bractechlamys vexillum*. PT = Poids Total (avec la coquille) en g ; H = Hauteur en mm; PM = Poids du Muscle; PC = Poids de Chair (sans la coquille) en g. * : test "t" significatif ; ns : test non significatif ; r = coef. de corrélation.

Relation	N	r	a	b	t _{obs}
PT = a x H ^b	1328	0.99	18.09 10 ⁻⁵	3.025	n.s.
PC = a x (PT) ^b	1328	0.99	22.17 10 ⁻²	1.095	*
PM = a x (PT) ^b	1328	0.97	8.77 10 ⁻²	1.089	*

Tableau VIII. - Principales relations d'allométrie pour *Mimachlamys gloriosa*, Rocher à la Voile. PT = Poids Total (avec la coquille) en g ; H = Hauteur en mm; PM = Poids du Muscle; PC = Poids de Chair (sans la coquille) en g. * : test "t" significatif ; ns : test non significatif ; r = coef. de corrélation.

Relation	N	r	a	b	t _{obs}
PT = a x H ^b	1006	0.99	19.55 10 ⁻⁵	3.068	*
PC = a x (PT) ^b	1006	0.98	20.0.10 ⁻²	1.096	*
PM = a x (PT) ^b	1006	0.91	5.00.10 ⁻²	1.086	*

Tableau IX. - Principales relations d'allométrie pour *Mimachlamys gloriosa*, Baie de St. Vincent. PT = Poids Total (avec la coquille) en g ; H = Hauteur en mm; PM = Poids du Muscle; PC = Poids de Chair (sans la coquille) en g. * : test "t" significatif ; ns : test non significatif ; r = coef. de corrélation.

Relation	N	r	a	b	t _{obs}
PT = a x H ^b	536	0.98	19.36 10 ⁻⁵	3.068	n.s.
PC = a x (PT) ^b	536	0.97	29.8 10 ⁻²	1.096	*
PM = a x (PT) ^b	35	0.98	4.07 10 ⁻²	1.086	n.s.

Tableau X. - Principales relations d'allométrie pour *Comptopallium radula*. PT = Poids Total (avec la coquille) en g ; H = Hauteur en mm; PM = Poids du Muscle; PC = Poids de Chair (sans la coquille) en g. * : test "t" significatif ; ns : test non significatif ; r = coef. de corrélation.

Relation	N	r	a	b	t _{obs}
PT = a x H ^b	632	0.96	21.2 10 ⁻⁵	3.068	n.s.
PC = a x (PT) ^b	632	0.93	16.2 10 ⁻²	1.096	n.s.
PM = a x (PT) ^b	45	0.89	3.6 10 ⁻²	1.086	*

Tableau XI. - Principales relations d'allométrie pour *Annachlamys flabellata*. PT = Poids Total (avec la coquille) en g ; H = Hauteur en mm; PM = Poids du Muscle; PC = Poids de Chair (sans la coquille) en g. * : test "t" significatif ; ns : test non significatif ; r = coef. de corrélation.

Relation	N	r	a	b	t _{obs}
PT = a x H ^b	213	0.97	67.3 10 ⁻⁵	2.708	n.s.
PC = a x (PT) ^b	213	0.95	23.2 10 ⁻²	1.064	n.s.
PM = a x (PT) ^b	51	0.99	5.40 10 ⁻²	1.176	*

Les équations calculées pour *Mimachlamys gloriosa* diffèrent légèrement en fonction de la zone de prélèvement. Les faibles différences observées peuvent être attribuées à la technique de récolte. En effet, les Pectinidés ramassés en baie de St Vincent ont été congelés dès leur sortie de l'eau et conservés ainsi jusqu'à leur analyse. En revanche, les échantillons du Rocher à la Voile ont été mesurés, disséqués et pesés dans les heures suivant leur récolte. Il est donc préférable d'utiliser des individus non congelés pour établir les relations d'allométries. Comme le soulignent Grandperrin et Caboche (1968), les pertes dues à la congélation sont fonction des conditions de congélation, de décongélation et du temps de conservation en milieu congelé.

Le muscle représente 39,0 % du poids total de chair chez *Comptopallium radula*, 34,0 % chez *Annachlamys flabellata* et 32,2 % chez *Mimachlamys gloriosa*. La partie comestible (muscle + gonade) représente environ 50,4 % du poids de chair pour les trois espèces précédemment citées; pour *A. flabellata* cette proportion est de 47,4 %. Le muscle d'*A. flabellata* est formé à 91,1 % par de la M.O.; ce taux reste relativement fort pour les deux autres espèces étudiées avec 89,5 % pour *C. radula* et 88,8 % chez *M. gloriosa*. Le pourcentage de M.O. dans la gonade est de 85,6 % chez *C. radula*, 84,0 % chez *A. flabellata* et de 83,3 % chez *M. gloriosa*. Le byssus de *M. gloriosa* est formé à 66,7 % par de la M.O. et sa longueur moyenne est de 21 mm.

Les poids frais égouttés des différents organes ont été transformés en pourcentages, par rapport au poids total du Pectinidé. La partie comestible par rapport au poids total représente environ 12% pour *Bractechlamys vexillum* comme pour *Mimachlamys gloriosa*, 14% chez *Annachlamys flabellata* et 8% chez *Comptopallium radula*.

1.5.3. - Croissance absolue.

La croissance des Mollusques est influencée par de nombreux facteurs biotiques et abiotiques que nous n'analyserons pas ici. Ursin (1979) fait d'ailleurs une revue des principaux modèles de croissance "métabolique" où la connaissance des processus d'anabolisme et de catabolisme est nécessaire à leur mise en oeuvre. Il résulte de cette étroite dépendance que la croissance, à l'intérieur d'une même espèce, présente une variation spatio-temporelle. Toutefois, la croissance globale s'effectue à une allure suffisamment régulière pour permettre son étude par les méthodes suivantes:

- * la décomposition d'histogrammes de distribution de fréquences de hauteurs;
- * la lecture des stries d'accroissement discernables sur la coquille;
- * les mesures successives d'individus marqués, en milieu naturel.

La méthode de décomposition des histogrammes de distribution de fréquences de tailles est souvent mise en oeuvre pour définir les paramètres de croissance, lorsque l'espèce étudiée a une (ou deux) période de reproduction bien déterminée dans l'année. Nous n'avons pas eu recours à cette technique car, comme nous l'avons vu précédemment (cf. chapitre Reproduction), les Pectinidés de Nouvelle-Calédonie étudiés ne possèdent pas de période de reproduction bien définie. L'observation des stries sur la coquille s'est révélée fructueuse pour l'étude de la croissance d'un grand nombre de Mollusques des zones tempérées. Cette méthode est moins satisfaisante en milieu tropical et nous ne l'avons pas utilisée. La croissance a donc été déterminée à l'aide de la technique des mesures successives d'individus marqués.

Le modèle de Von Bertalanffy (1938) reste le plus usité pour décrire la croissance des Bivalves en général et celle des Pectinidés en particulier (Theisen, 1973; Broom, 1976; Ralph et Maxwell, 1977; Conan et Shafee, 1978; Taylor et Venn, 1978; Antoine, 1979; Heald et Caputi, 1981; Williams et Dredge, 1981; Mc Donald et Bourne, 1987; Llana, 1988). Nous avons appliqué cette technique aux espèces étudiées. Même s'il est peu adapté pour suivre la croissance des jeunes individus, le modèle de Von Bertalanffy décrit relativement bien la croissance des Pectinidés tropicaux adultes.

1.5.3.1. - Protocole expérimental.

Deux parcs expérimentaux ont été construits afin, d'une part de suivre la croissance des Pectinidés en milieu naturel et d'autre part d'estimer leur mortalité. Ils ont été installés dans les biotopes propres aux différentes espèces étudiées: l'un a été monté à proximité du Rocher à la Voile (en face de Nouméa) et le second en baie de Dumbéa. Le premier enclos grillagé a été installé par 12 m de fond. A l'intérieur de cet espace expérimental, nous avons étudié la croissance de *Bractechlamys vexillum* et celle de *Mimachlamys gloriosa*, qui vit habituellement fixé par son byssus à un support. L'autre parc grillagé a été construit (profondeur de 6m) en baie de Dumbéa sur un fond de vase, pour l'étude de la croissance de *Comptopallium radula*. Une maille de 2 cm de côté a été retenue pour les grillages de manière à ce que le colmatage ne soit pas trop rapide, tout en évitant que les Pectinidés puissent s'échapper. Les structures étaient maintenues par des piquets d'une hauteur de 1,75 m, enfoncés de 50 cm au Rocher à la Voile et de 75 cm en baie de Dumbéa. Les dimensions des parcs sont de 5 m x 5 m pour celui du Rocher à la Voile et de 10 m x 10 m pour celui de la baie de Dumbéa. Une surveillance hebdomadaire a été effectuée; les parcs ont été nettoyés tous les quinze jours.

Une fois l'espace expérimental aménagé, la population naturelle de Pectinidés comprise dans le parc a été retirée. Nous avons ensuite récolté, dans la zone autour de l'enclos, un certain nombre de Pectinidés. Une étiquette identificatrice a été collée à la colle cyanocrylate sur la coquille préalablement brossée et essuyée. Les individus marqués et mesurés ont ensuite été placés dans les différents parcs, *C. radula* en baie de Dumbéa, *M. gloriosa*, *Bractechlamys vexillum* et *A. flabellata* dans le parc grillagé du Rocher à la Voile. ; nous connaissons ainsi le nombre exact d'individus disposés dans le parc en début d'expérience. Tous les deux mois nous avons mesuré, en plongée, tous les spécimens marqués; les morts ont été mesurés puis retirés.

Afin de déceler une éventuelle variation saisonnière de la croissance, le taux relatif de croissance hebdomadaire entre deux mesures a été calculé selon la relation $(H_{i+1}-H_i)/(H_i \cdot \Delta t)$ (Ricker, 1980); H_i étant la hauteur de la coquille lors d'un relevé, H_{i+1} la hauteur lors de la mesure suivante et Δt l'intervalle de temps, en semaines, séparant ces deux mesures. Pour limiter leur variabilité, ces mesures n'ont porté que sur les spécimens d'une hauteur supérieure à la taille de première maturité sexuelle.

Hoepe (1959) cite une centaine de fonctions servant à décrire la croissance. La fonction la plus usitée reste celle de Von Bertalanffy. Ce modèle possède le double avantage de l'heuristique et de la simplicité, la connaissance de deux paramètres K et H^∞ suffisent à résumer entièrement la géométrie d'une courbe de croissance (à une translation près, définie à l'aide du paramètre t_0).

L'expression mathématique presque universellement adoptée est l'équation de Von Bertalanffy qui s'exprime sous les formes suivantes:

$$H_t = H^\infty - [(H^\infty - H_0) e^{-kt}]$$

ou $H_t = H^\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$

avec H_t = taille au temps t; H^∞ = taille maximale asymptotique; H_0 = taille au temps 0; k = constante; t_0 = temps théorique où la taille est égale à 0.

Certaines méthodes d'estimation de paramètres sont d'un emploi aisé et ne nécessitent qu'un traitement mathématique simple (Walford, 1946; Beverton, 1954; Gulland et Holt, 1959). D'autres, en revanche, mettent en oeuvre des calculs plus élaborés, faisant notamment appel aux techniques non-linéaires (Conway *et al.*, 1970; Schnute, 1982; Hoenig et Hanumara, 1983). Pour notre part, nous avons estimé les valeurs des paramètres de l'équation de croissance de manière itérative selon la technique des moindres carrés après transformation des équations initiales afin de les exprimer en fonction, non pas de t, mais de Δt (intervalle de temps entre deux mesures).

1.5.3.2. - Résultats.

Nous avons suivi la croissance de *Bractechlamys vexillum* et de *Mimachlamys gloriosa* sur une année complète. En ce qui concerne *Comptopallium radula* l'expérience a pris fin au bout de dix mois. Les paramètres des équations de Von Bertalanffy, estimés sur N couples de mesures captures-recaptures, selon la technique des régressions non linéaire, sont donnés au tableau XII. Nous avons tracé les courbes de croissance de *Bractechlamys vexillum*, *Comptopallium radula* et *Mimachlamys gloriosa* selon le modèle de Von Bertalanffy (figure 32).

Tableau XII. - Paramètres des équations de croissance, pour trois Pectinidés de Nouvelle-Calédonie.

	<i>M. gloriosa</i> (N=1543)	<i>C. radula</i> (N=984)	<i>B. vexillum</i> (N=1575)
H^∞	73,9 ± 1,3	92,4 ± 2,1	47,4 ± 0,1
K	1.01 ± 0.07	0.35 ± 0.03	1.86 ± 0.09

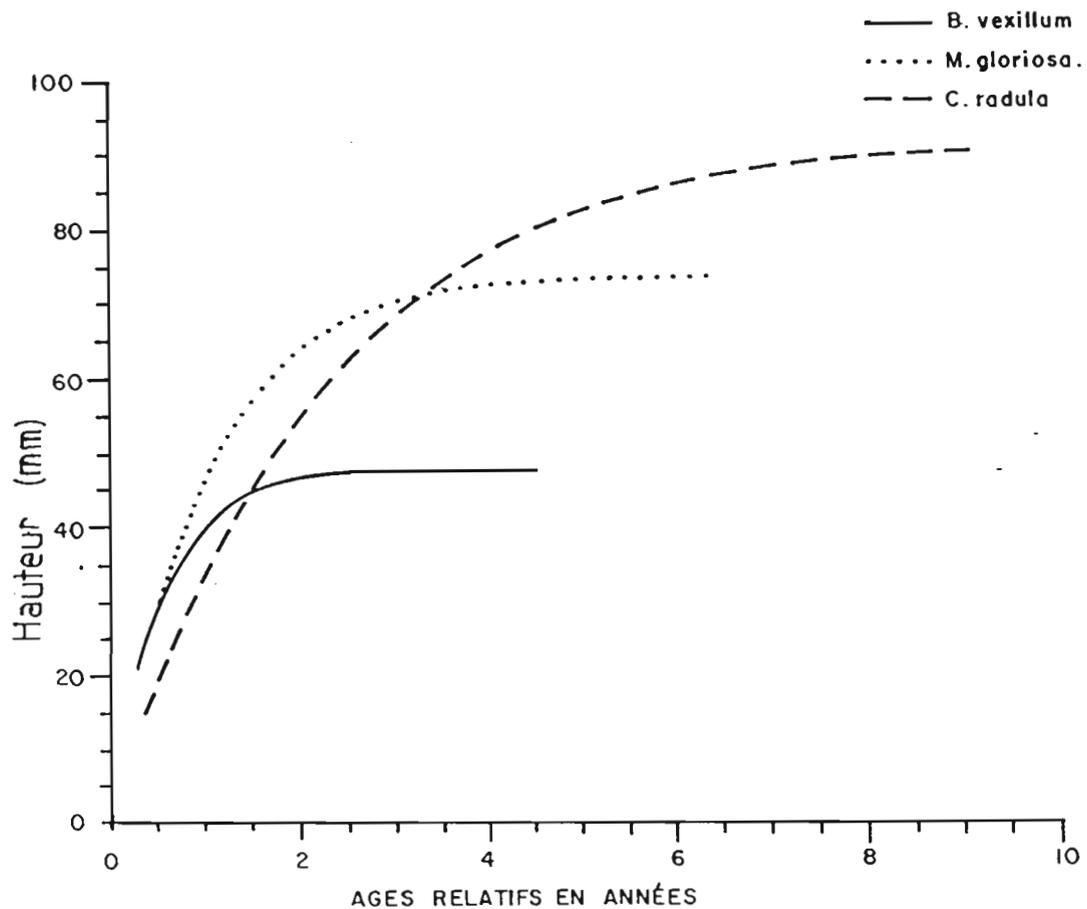


Figure 32. - Courbes de croissance de trois Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, selon le modèle de Von Bertalanffy.

Le taux relatif de croissance hebdomadaire a été estimé pour *Mimachlamys gloriosa* (figure 33). Nous avons exprimé les différents taux en pourcentages par rapport à l'accroissement annuel. Les calculs n'ont été effectués qu'avec des individus de hauteur supérieure à 60 mm. Nous pouvons noter sur cette courbe que la croissance est forte lors de l'augmentation de température; elle chute lorsque la température atteint son maximum et est stable en saison fraîche.

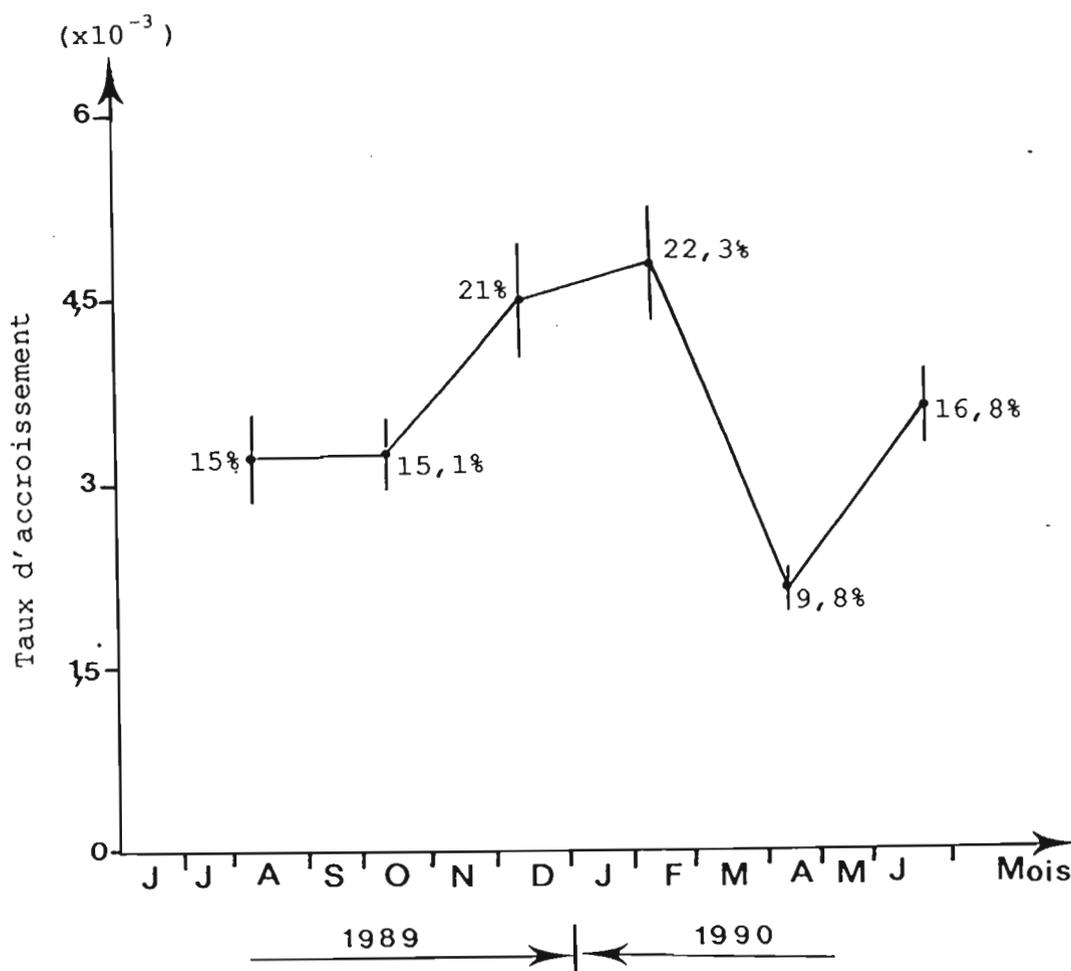


Figure 33. - Variation du taux relatif de croissance chez *Mimachlamys gloriosa*.

1.5.4. - Discussion.

La croissance générale des espèces étudiées ne peut être représentée totalement par le modèle de Von Bertalanffy. De fait, ce modèle n'est correct qu'à partir de la maturité sexuelle, comme cela a déjà été démontré sur plusieurs Pectinidés (Theisen, 1973; Williams et Dredge, 1981). L'équation de Von Bertalanffy offre cependant le double avantage d'être largement utilisée (des comparaisons sont donc possibles) et de servir de base aux modèles de dynamique de population. Nous avons reporté sur la figure 34, pour un certain nombre de Pectinidés, les paramètres de ce modèle, issus de la littérature (tableau XIII).

Nous pouvons observer que les paramètres de croissance de ces mollusques varient au sein du groupe d'une espèce à l'autre. Ils peuvent différer pour la même espèce, selon le lieu géographique où est effectuée l'étude (Antoine *et al.*, 1979; Llana, 1988) et selon la profondeur (Mac Donald et Thompson, 1988). La croissance d'*Amusium balloti* est rapide : 85 mm en 6 à 9 mois, la maturité sexuelle est atteinte en moins d'un an (Dredge *et al.*, 1989). *Pecten fumatus* atteint 40 mm au bout de 6 mois et 60-80 mm en 1 an. La croissance est ensuite ralentie; à 2 ans le Pectinidé ne mesure que 95 mm, 100 mm à trois ans et sa taille maximale est de 110 mm (Dredge *et al.*, 1989). Toutefois en projetant les différentes valeurs sur l'axe des y, nous pouvons effectuer une comparaison en fonction du taux de croissance, ce qui revient à découper

ce groupe en deux sous-groupes ($K > 1$ et $K < 1$). Les individus ayant un fort taux de croissance (de 1 à 2,8) sont *Amusium japonicum balloti*, *Bractechlamys vexillum* et *Mimachlamys gloriosa*. Le second groupe est formé par la grande majorité des Pectinidés. Comme le faisait remarquer Richard (1982), la vitesse de croissance est sans rapport avec la taille maximale. Si l'on projette les différents points de cette figure sur l'axe des abscisses (H^∞), on s'aperçoit que les tailles maximales ne sont pas significativement distinctes les unes des autres.

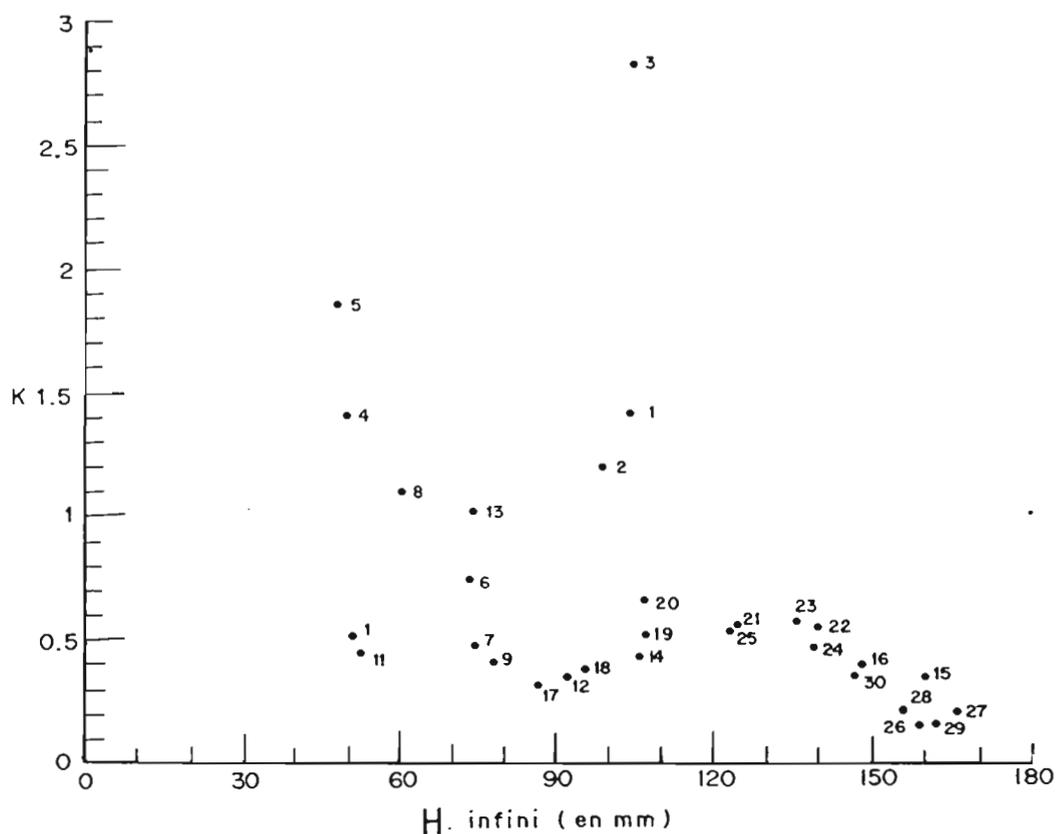


Figure 34. - Comparaison des paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy, pour différents Pectinidés. Cf. tableau XIII pour les références des numéros.

Tableau XIII - Comparaison des paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy pour quelques Pectinidés . Les numéros entre parenthèses correspondent à ceux de la figure 34.

ESPECES	H ∞	K	LOCALITES	AUTEURS
<i>Amusium japonicum balloti</i>	103.8	1.42	Shark bay (Australie)	Heald et Caputi, 1981 (1)
	98.7	1.20	Lagon nord	Clavier, 1991 (2)
	104.9	2.83	Queensland (Australie)	Williams et Dredge, 1981 (3)
<i>Bractechlamys vexillum</i>	49.4	1.41	Lagon sud-ouest	Luro, 1985 (4)
	47.4	1.86	Lagon sud-ouest	Présente étude (5)
<i>Chlamys opercularis</i>	73.5	0.75	Aberdeen (Ecosse)	Antoine, 1979 (6)
	74.5	0.48	Kilmore (mer d'Irlande)	Antoine, 1979 (7)
	60.3	1.10	Jersey (I. anglo-normandes)	Antoine, 1979 (8)
<i>Chlamys varia</i>	78.0	0.41	Rade de Brest	Antoine, 1979 (9)
	52.0	0.46	Rade de Brest (cohorte de printemps)	Antoine, 1979 (10)
	52.3	0.44	Rade de Brest (cohorte d'automne)	Antoine, 1979 (11)
<i>Comptopallium radula</i>	92.4	0.35	Lagon sud-ouest	Présente étude (12)
<i>Mimachlamys gloriosa</i>	73.9	1.02	Lagon sud-ouest	Présente étude (13)
<i>Patinopecten caurinus</i>	106.0	0.44	Côtes du Washington (Canada)	Antoine, 1979 (14)
	160.4	0.34	Détroit de Georgia (Canada)	Antoine, 1979 (15)
<i>Patinopecten yessoensis</i>	148.1	0.40	Lac Saroma (Japon)	Antoine, 1979 (16)
<i>Pecten sulcicostatus</i>	86.7	0.32	Mossel Bay (Bonne espérance)	Antoine, 1979 (17)
<i>Pecten maximus</i>	95.5	0.38	False Bay (Bonne espérance)	Antoine <i>et al.</i> , 1979 b(18)
	107.1	0.52	Armen (France)	Antoine <i>et al.</i> , 1979 b(19)
	106.7	0.66	Rade de Brest (France)	Antoine <i>et al.</i> , 1979 b(20)
	124.6	0.56	Baie de St. Brieuç (France)	Antoine <i>et al.</i> , 1979 b(21)
	139.8	0.56	Baie de Seine (France)	Antoine <i>et al.</i> , 1979 b(22)
	135.4	0.58	Baie de Seine (France)	Antoine <i>et al.</i> , 1979 b(23)
	138.9	0.47	Baie de Seine (France)	Antoine <i>et al.</i> , 1979 b(24)
	123.5	0.53	Dieppe (France)	Antoine <i>et al.</i> , 1979 b(25)
<i>Placopecten magellanicus</i>	158.4	0.16	Sunnsyde (Terre Neuve)	Mac Donald <i>et al.</i> (26)
	166.0	0.21	St. Andrews (New Brunswick)	Thompson, 1988 (27)
	155.9	0.22	New Jersey(28)	Antoine, 1979 (28)
	162.0	0.16	Baie de Fundy	Antoine, 1979 (29)
	146.4	0.35	Georges bank	Antoine, 1979 (30)

Il est classiquement admis que plus le taux de croissance (K) est fort, moins la longévité est importante. Cela est particulièrement vrai pour les espèces comme *Amusium japonicum balloti* où la longévité maximale n'est que de 3 ans (Heald et Caputi, 1981). Les Pectinidés de Nouvelle-Calédonie, sauf *Comptopallium radula*, ont des taux de croissance relativement forts. *Bractechlamys vexillum* (K=1,85) possède un taux de croissance nettement supérieur à *Mimachlamys gloriosa* (K=1,015), mais le premier n'a une durée de vie que de 3-4 ans contre 8 ans pour le second.

Le taux relatif de croissance hebdomadaire a été calculé pour *Mimachlamys gloriosa*. Aucun arrêt de croissance n'a été observé chez cette espèce. La littérature cite plusieurs exemples de variations substantielles dans la croissance des Mollusques tropicaux, d'un mois sur l'autre ou d'une année sur l'autre (Borkowski, 1974; Kojima, 1975; Lewis *et al.*, 1979). Williams et Dredge (1981) ont observé, chez *A. balloti*, des variations saisonnières dans la croissance, notamment au niveau du muscle adducteur, qui a un développement maximal durant les mois d'été lorsque la gonade est peu importante. Les faibles fluctuations saisonnières de croissance, chez *M.gloriosa*, sont en relation avec la température de l'eau de mer, le plus fort taux est observé durant les mois les plus chauds.

Le taux de croissance maximale (de 6 à 8 mm par mois) pour *Argopecten irradians* est observé lorsque la température de l'eau de mer est à son maximum (Castagna et Duggan, 1971); la croissance est trois fois plus forte à 16°C que celle obtenue à 10°C. Les variations saisonnières sont fréquentes chez les Lamellibranches en milieu tempéré (*Pecten maximus*, Masson, 1958; *Mizuhopecten yessoensis*, Golikov et Scarlato, 1970; *Argopecten gibbus*, Roe et al., 1971; *Chlamys opercularis*, Pickett et Franklin, 1975; *A. irradians*, Broom, 1976). Elles ont été mises en relation avec des facteurs abiotiques comme la profondeur (Mac Donald et Thompson, 1988), le type de substrat (Gruffydd, 1974), la température (Theisen, 1973) et le courant (Kirby-Smith, 1972; Kirby-Smith et Barber, 1974). La croissance cesse lorsque le courant est trop fort (>12cm/s) et atteint son maximum lorsque celui-ci est faible ($\pm 0,21$ cm/s), les branchies ayant leur maximum d'efficacité aux faibles courants (Heald et Caputi, 1981).

Nous avons calculé l'indice potentiel de croissance W ($W = \log_{10}(K.W^\infty)$) défini par Pauly (1982), pour les trois Pectinidés étudiés. La plus forte valeur est obtenue pour *Mimachlamys gloriosa* avec 1.64; pour *Bractechlamys vexillum* nous avons 1,60 et la plus faible valeur est de 1.57 pour *Comptopallium radula*. Selon Pauly, cet indice doit être plus ou moins constant pour des espèces proches d'un point de vue taxonomique. Il serait donc possible avec cet indice de classer les espèces les unes par rapport aux autres, à partir de deux paramètres. L'indice potentiel de croissance d'*Amusium japonicum balloti* du lagon nord de Nouvelle-Calédonie est de 1.89 (Clavier, 1991); cette dernière espèce se différencie donc des trois autres Pectinidés du lagon sud-ouest.

1.5.5. - Conclusion.

La croissance des Pectinidés étudiés est rapide. La taille de première maturité sexuelle est atteinte la première année chez *Bractechlamys vexillum*, avant la deuxième année chez *Mimachlamys gloriosa* et au cours de la seconde année pour *Comptopallium radula*. L'accroissement annuel est ensuite très faible et n'est pas uniforme tout au long de l'année; nous avons observé des variations saisonnières pour l'une des espèces étudiées. Ces fluctuations ne sont pas du même ordre pour chaque mollusque mais elles sont toujours liées à la température ou à la quantité de nourriture disponible.

Nous avons montré qu'au sein du groupe des Pectinidés, il était possible de subdiviser les individus en fonction de leur taux de croissance. Deux sous-groupe peuvent ainsi être distingués; les premiers ont un taux de croissance supérieur à 1; il est inférieur à 1 pour le second groupe.

1.6 - Interactions avec d'autres espèces - Comportement

Les coquilles de *Mimachlamys gloriosa* sont surtout recouvertes par des éponges rougeâtres (genre *Cliona*, *Clathria*, *Mycale*,...). Il n'est cependant pas rare de rencontrer des coquilles nues ou recouvertes d'éponges grises. Aucune relation n'a pu être mise en évidence entre la hauteur de la coquille et la nature de l'éponge. Il apparaît cependant que les coquilles des jeunes individus (<40 mm) sont rarement colonisées et que les plus grandes sont le plus fréquemment recouvertes par des Spongiaires de couleur rouge. La présence d'éponges sur la coquille de *Mimachlamys gloriosa* peut constituer une protection contre les prédateurs. Bloom (1975) a mis en évidence une association mutualiste entre les Spongiaires et certains Pectinidés (*Chlamys hastatahericia* avec *Myxilla incrustans* et *C. ruida* avec *Mycale adhaerens*). Les

Spongiaires bénéficient de la mobilité du mollusque pour échapper au broutage des Nudibranches; en contrepartie elles permettent au Pectinidé de se confondre avec le milieu et d'échapper aux poissons prédateurs (*Lethrinus spp.*, *Chaerodon transversalis*). En outre, les substances toxiques contenues dans les Spongiaires découragent vraisemblablement les prédateurs de Pectinidés. Tous les Spongiaires ne sont cependant pas bénéfiques à leur hôte. Certains peuvent avoir des effets destructeurs soit en perforant les coquilles (*Cliona spp.*), soit en les étouffant (*Halichondria panicea*) (Korringa, 1957). Beul (1965) faisait remarquer que la protection spongieuse était presque complète mais non élaborée.

Les Pectinidés sont moins discernables dans les zones algales que dans les espaces vierges et sont moins accessibles aux prédateurs. Les petits poissons ne mangent que les tentacules qui dépassent du bord du manteau, tandis que les poissons plus gros cassent la coquille du mollusque avant de l'absorber (nous avons souvent retrouvé dans nos parcs expérimentaux des coquilles cassées).

Une alternance d'informations tactiles et/ou visuelles permet à la coquille de nager pour échapper aux prédateurs. La nage se déroule toujours de la même manière: il y a fermeture rapide et répétée des valves; elles sont tirées par le muscle adducteur, l'eau est alors expulsée par les oreillettes et la coquille est propulsée vers l'avant. *A. japonicum balloti*, *M. gloriosa*, *B. vexillum*, *C. radula* et *A. flabellata* se déplacent ainsi. Lorsque les valves sont parfaitement jointives et que l'eau ne peut pas être expulsée sur les cotés, comme chez *Pecten maximus* et *Chlamys varia*, l'eau est rejetée vers l'avant; la coquille est alors propulsée vers l'arrière. La direction de la nage est conditionnée par la zone où il y a eu contact avec le prédateur. Certaines espèces peuvent nager plus longtemps que d'autres et à des vitesses variables (Joll, 1989; Clavier, 1991), *A. japonicum balloti* par exemple possède une coquille adaptée à ce mode de déplacement : elle est légère et possède une forme hydrodynamique. La grande majorité des Pectinidés n'effectue que des trajets de l'ordre du mètre; toutefois *A. balloti* peut parfois se déplacer sur une vingtaine de mètres (Clavier, 1991). Les populations d'*A. balloti*, du Queensland (Dredge, 1985) ou du lagon nord de Nouvelle-Calédonie (Clavier, 1991) peuvent être considérées comme sédentaires. Il en est de même pour les populations de Pectinidés du lagon sud-ouest (*B. vexillum*, *C. radula* et *M. gloriosa*), la nage chez ces espèces n'est observée qu'en cas de perturbation par les prédateurs. Les plus grands déplacements notés lors des expériences de captures-recaptures n'ont pas excédé une vingtaine de mètres. Les longues distances parcourues par les coquilles peuvent être interprétées comme d'énormes efforts pour la recherche d'un environnement plus favorable.

1.7. - Mortalité

1.7.1. - Introduction.

L'estimation de la mortalité est fondamentale pour la modélisation de la dynamique d'une population. En effet, l'abondance d'un stock résulte du jeu combiné des mécanismes d'accroissement (reproduction, croissance,...) et de diminution de la biomasse (émigration, mortalité,...). La mortalité totale peut se définir comme le nombre total d'individus disparaissant durant un laps de temps donné. Elle peut être exprimée sous différentes formes (Postel, 1973) :

- l'espérance annuelle de mortalité, qui est l'espérance de mort d'un spécimen pris individuellement au cours d'une année donnée (c'est à dire la fraction du stock qui mourra effectivement en cours d'année) ;

- le taux annuel de mortalité, qui est la fraction du stock présent en début d'année qui mourrait pour une cause donnée si cette cause était seule en jeu ;
- le coefficient instantané de mortalité, que l'on exprime comme un taux instantané de variation.

On admet généralement que le nombre d'individus disparaissant est proportionnel au nombre de survivants. La rapidité avec laquelle l'effectif décroît peut se mettre sous la forme : $dN/dt = - Z.N$, où N est l'effectif de la population et Z est une constante, le coefficient instantané de mortalité totale.

De cette égalité on tire : $N_t = N_0.e^{-Zt}$

N_t = Nbre d'individus survivant après un temps t ,

N_0 = Nbre initial d'individus, au temps $t = 0$,

Z = taux instantané de mortalité (unité : temps).

Les taux exponentiels présentent l'avantage de pouvoir être additionnés ou soustraits. Le biologiste des pêches a donc pris l'habitude de définir Z par deux composantes principales :

- F = taux instantané de mortalité par pêche ;
- M = taux instantané de mortalité naturelle (causes autres que la pêche : maladies, prédation,...)

et de poser : $Z = M + F$

Nous avons, dans le cas présent, pour un stock inexploité $F = 0$ et alors $Z = M$.

Les espèces exploitées sont en général étudiées à l'aide des statistiques de pêche; dans ce cas l'estimation de la mortalité naturelle est relativement délicate. Elle s'effectue soit en analysant l'allure de la courbe de croissance, soit par déduction après calcul de Z et de F (Ricker, 1980). En revanche, l'estimation de la mortalité naturelle devient beaucoup plus simple chez les populations non exploitées, surtout si un suivi de la densité des diverses cohortes peut être réalisé (Allen, 1971 ; Brey, 1986).

1.7.2. - Mortalité naturelle.

Nous avons précédemment détaillé les expériences de marquages réalisées lors de l'étude de croissance aux abords de Nouméa. Nous avons donc pu suivre l'évolution de la densité des populations de *Comptopallium radula* et de *Mimachlamys gloriosa*. En l'absence d'exploitation nous pouvons estimer leurs taux de mortalité naturelle.

Les spécimens marqués ne pouvant sortir de l'enclos expérimental en raison de la maille du grillage, la disparition d'un Pectinidé peut résulter de différentes causes : une perte de marque, une mortalité consécutive aux différentes manipulations ; une mortalité naturelle. La mesure de ces spécimens marqués a été effectuée lors de deux collectes successives. L'efficacité de capture dans le parc peut donc être considérée comme égale à 100%.

La mortalité naturelle de *Mimachlamys gloriosa* a été suivie, pendant 6 mois, dans le parc expérimental du Rocher à la Voile ; la population initiale était composée de 214 individus. A la station de la Baie de Dumbéa deux séries d'expériences ont été effectuées et ont pris fin au bout de 4 mois : l'une a porté sur 86 spécimens, l'autre a concerné 128 *Comptopallium radula*.

1.7.3. - Résultats.

A la station du Rocher à la Voile, 580 spécimens de *Bractechlamys vexillum* ont été repérés dans le parc expérimental le 9 juin 1986. 365 spécimens ont été retrouvés le 26 novembre 1986. La survie sur 28 semaines est donc de 62.9%, soit une mortalité hebdomadaire de $16.478.10^{-3} s^{-1}$ et un taux annuel de mortalité de $0.86 a^{-1}$. Sur le même site, nous avons donc marqué 214 *Mimachlamys gloriosa* le 30 mai 1989 ; 9 d'entre eux étaient morts le 2 juin 1989. Le 6 décembre 1989 (soit après 27 semaines) un comptage a permis de récupérer 156 *M. gloriosa* numérotés et 11 individus dépourvus d'étiquette mais où la marque du ponçage était encore visible. Si nous retranchons de notre effectif initial les individus morts à cause de la manipulation ou ayant perdu leur marque, l'effectif total de la population au début de l'expérience est de 194 *Mimachlamys gloriosa*. Le taux de survie pour cette période (192 jours) est donc de 80,41 %, soit une mortalité hebdomadaire de $8.074 10^{-3} s^{-1}$. Le taux annuel de mortalité naturel pour *Mimachlamys gloriosa* est de $0.42 a^{-1}$.

A la station de la Baie de Dumbéa, deux séries d'expériences ont été réalisées. Dans un premier temps, nous avons marqué 86 *Comptopallium radula* ; cinq jours après le semis nous avons récupéré 8 coquilles mortes. La récolte finale s'est déroulée 16 semaines plus tard : 54 individus marqués et 15 spécimens vivants mais sans marque ont été retrouvés. Dans un second temps 128 *C. radula* ont été étiquetés ; 6 étaient morts 4 jours après le semis initial. Au bout de 17 semaines nous avons récupéré 91 Pectinidés marqués et 13 individus sans marque. Un calcul analogue à celui effectué pour l'espèce précédente nous donne dans le premier cas (16 semaines) un taux de mortalité naturelle de $0.50 a^{-1}$ et dans le deuxième cas (17 semaines) un taux de mortalité de $0.55 a^{-1}$, ce qui fait une valeur moyenne pour *Comptopallium radula* de $0.53 a^{-1}$.

1.7.4. - Discussion et conclusion.

L'estimation de la mortalité naturelle est généralement difficile pour les espèces exploitées. La plupart des méthodes mises en oeuvre nécessitent de connaître l'effort de pêche (Beverton et Holt, 1956) ou le rendement annuel de la pêcherie (Csirke et Caddy, 1983). Des formules empiriques sont fréquemment mises en oeuvre, notamment celles de Pauly (1982) ou de Rikhter et Efanov (1976). La mortalité naturelle est beaucoup plus simple à estimer lorsque l'on peut suivre de manière régulière la densité de la population. Cela a été possible pour trois espèces de Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Cependant, à titre de comparaison il nous a semblé intéressant de calculer cette mortalité grâce aux formules empiriques les plus couramment employées.

Pauly a montré que :

$$\ln(M) = -0.0152 - 0.279 \cdot \ln(H^\infty) + 0.6543 \cdot \ln(K) + 0.4634 \cdot \ln(T)$$

H^∞ et K sont les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy ;

T est la température moyenne du lagon ($\pm 24^\circ C$).

Nous prenons les valeurs des paramètres de croissance calculés précédemment et nous obtenons :

$$\textit{Bractechlamys vexillum} : M = 2.19 [\ln(M)=0.78]$$

$$\textit{Mimachlamys gloriosa} : M = 1.31 [\ln(M)=0.27]$$

$$\textit{Comptopallium radula} : M = 0.61 [\ln(M)=-0.49]$$

Rikhter et Efanov ont montré que : $M = 1.521 \cdot (t_m^{0.72} - 0.155)$

t_m est l'âge (en année) auquel 50 % de la population est mature.

Avec cette relation, nous obtenons :

$$\textit{Bractechlamys vexillum} : M = 1.00 [t_m = 0.75]$$

$$\textit{Mimachlamys gloriosa} : M = 1.89 [t_m = 1.6]$$

$$\textit{Comptopallium radula} : M = 3.51 [t_m = 3.5]$$

Ces formules empiriques donnent des résultats variables et très différents des valeurs obtenues expérimentalement. Pour *Comptopallium radula*, le résultat obtenu avec la formule de Pauly ($M=0.61$) se rapproche des données expérimentales ($M=0.53$). Pour *Mimachlamys gloriosa* aucun des résultats mathématiques obtenus ne se rapproche de la valeur que nous avons trouvée. Pour *Bractechlamys vexillum*, la formule de Rikhter et Efanov correspond le mieux aux valeurs expérimentales. Sparre *et al.* (1989) signalent que ces formules empiriques ne doivent être utilisées que pour avoir une grossière estimation de la mortalité naturelle.

Au cours de nos expérimentations, quelques individus sont morts à cause du stress de la manipulation; très peu sont morts de vieillesse. La première cause de mortalité naturelle reste la prédation. Les principaux prédateurs que nous avons pu identifier sont les Astérides, les Gastéropodes Muricidés, les Poissons (*Lethrinus sp.*), les poulpes et les Crustacés du groupe des Squilles.

Il est possible de calculer le pourcentage de survivants au bout d'un temps t et d'avoir une idée de l'espérance de vie du mollusque. Nous obtenons respectivement pour *Mimachlamys gloriosa* et *Comptopallium radula* un taux de survie de 5 et 2 % au bout de 7 ans, de 3 et 1 % au bout de 8 ans, de 2 et 0,8 % au bout de 9 ans. La longévité, en l'absence d'exploitation, de *C. radula* est d'environ 9 à 10 ans et celle de *M. gloriosa* de 7 à 8 ans. Elle est très supérieure à celle d'*Argopecten irradians* (1,5 à 2 ans) ou celle d'*Amusium balloti* (3ans), voisine de celle de *Patinopecten yessoensis* (> 8 ans) et bien inférieure à celle de *Pecten maximus* (± 22 ans) (Heald et Caputi, 1981).

La mortalité naturelle varie avec l'âge de l'animal, avec l'abondance des prédateurs et vraisemblablement avec la situation géographique de la population. Nos estimations de mortalité naturelle restent approximatives et ne sont valables que pour la région de Nouméa. La mortalité des Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie peut se décomposer en deux types : une mortalité naturelle et une mortalité par pêche (illégale). La mortalité due à la pêche récréative (ou lucrative) est surtout importante aux abords des agglomérations et des îlots. La mortalité naturelle a été estimée à 0.86 pour *Bractechlamys vexillum*, 0.53 pour *Comptopallium radula* et 0.42 pour *Mimachlamys gloriosa*.

2. - DYNAMIQUE DE POPULATION

2.1. - Estimation des stocks naturels

2.1.1. - Introduction.

D'une manière générale, une estimation de stock vise à répondre à deux questions principales : dans son état actuel, l'abondance du stock est-elle suffisante pour justifier l'ouverture d'une pêche ? Dans l'affirmative, comment la population est-elle répartie et quels seraient les secteurs les plus propices à une exploitation ?

Dans ce chapitre nous allons préciser l'ordre de grandeur de la biomasse des diverses espèces de Pectinidés dans le lagon sud-ouest. Nous avons mis en oeuvre dans ce but un échantillonnage aléatoire simple. L'espèce cible de l'étude est *Mimachlamys gloriosa*. Les données relatives aux autres espèces ne seront que des produits secondaires de ces travaux.

2.1.2. - Matériel et méthodes.

Les plans d'échantillonnage permettent de minimiser le coût de la collecte des données et/ou d'optimiser la précision des estimations. Ils ouvrent l'éventail des modes de prélèvement des unités d'échantillonnage et peuvent augmenter, de ce fait, la commodité du travail sur le terrain et la rigueur de certains résultats qui reposent alors sur des estimations appropriées. Ces méthodes obligent le chercheur à élaborer un protocole d'échantillonnage avant de collecter ses données et l'incite donc à se pencher sur les conditions d'application et sur la fonction des différents instruments statistiques.

Notre plan d'échantillonnage a été établi à la suite de l'examen des données disponibles. Nous avons particulièrement considéré les résultats des travaux de Chardy *et al.* (1987) dans le lagon sud-ouest ; ils nous ont servi de pré-échantillonnage. Ces données montrent que les fonds de Sables blancs (15% de la surface du lagon) sont quasiment dépourvus de Pectinidés, ceux-ci préférant les fonds de Vases (35% de la surface du lagon) ou les fonds de Sables gris (50% de la surface du lagon). Toutefois, les densités variaient selon le substrat et suivant les espèces. La densité moyenne de *Bractechlamys vexillum* était ainsi estimée à 0,072/m² pour les fonds envasés et à 1,594/m² pour les fonds de Sables gris.

En ce qui concerne *Mimachlamys gloriosa*, la densité moyenne était estimée à 0,224/m² sur des fonds envasés et à 0,204/m² pour les fonds de Sables gris. Contrairement à *B. vexillum*, l'effectif moyen de ce Pectinidé ne semble pas influencé par l'envasement du substrat ($t=0,105$; $P>0,05$). Il est intéressant de noter que *M. gloriosa* est, avec *Pedum spondyloideum* (Gmelin, 1791), le seul Pectinidé de Nouvelle-Calédonie qui ne vit pas directement au contact du sédiment. *M. gloriosa* se rencontre la plupart du temps fixé à un support, une dizaine de centimètres au-dessus du fond, ce qui peut justifier son "indépendance" vis à vis du substrat. Le pré-échantillonnage nous montre que les fonds de Sables blancs sont dépourvus de Pectinidés exploitables; ces fonds ont été exclus de notre échantillonnage. Ne pouvant appliquer un plan d'échantillonnage à chacune des espèces du lagon sud-ouest, nous avons choisi *M. gloriosa* comme population cible.

Pour estimer la biomasse du stock, nous avons décidé d'appliquer un échantillonnage aléatoire simple (E.A.S.). L'E.A.S. consiste à prélever au hasard et de façon indépendante un échantillon composé d'un nombre donné d'unités d'échantillonnage. Chaque élément de la population possède la même probabilité de faire partie de l'échantillon. Les estimateurs calculés seront donc ceux de l'E.A.S. (Cochran, 1977 ; Scherrer, 1983).

Les fonds de Sables gris et les fonds de Vases situés entre 166° 05' et 166° 45' de longitude est, 22° 05' et 22° 40' de latitude sud représentent une surface de 1 700 km². Ces fonds constituent la population statistique d'où nous devons extraire notre échantillon. Sur chaque unité d'échantillonnage, un certain nombre de variables sont relevées. Le recours aux estimateurs classiques (Scherrer, 1983) permettra de calculer les paramètres des populations (densités et biomasses).

Nous avons retenu comme unité d'échantillonnage une aire de 0,1 x 0,1 milles dans laquelle nous avons échantillonné au hasard sur 100 m² ; cette surface est matérialisée sur le fond par une barre métallique de 1 m déplacée de part et d'autre d'une ligne en nylon de 50 m. Afin d'éviter que la ligne ne se déforme sous l'eau au gré du courant, un plomb est accroché à chaque extrémité et des petits plombs sont disposés tous les 5 m. La ligne est systématiquement tendue suivant la direction nord-sud afin d'éliminer tout risque de recouvrement des unités d'échantillonnage et d'assurer leur indépendance. Les Pectinidés de taille inférieure à 1 cm ne sont pas pris en compte, ce qui exclut tous les juvéniles et les adultes de certaines espèces comme *Cryptopecten rehderi* (Grau, 1960), qui semble pourtant assez commun. Tous les autres Pectinidés se trouvant dans les 100 m² sont ramassés puis mesurés au pied à coulisse, au millimètre près.

100 couples longitude-latitude ont été tirés au hasard ; les points correspondants ont été reportés sur la figure 35. Ce nombre d'unités d'échantillonnage résulte d'un compromis entre la théorie et les exigences du terrain (plongée, disponibilité des moyens navigants, temps). En mer, la précision du positionnement (effectué au radar) est de 0.1 milles, identique à celle du tirage. Nous avons, de plus, échantillonné 20 stations dans des fonds de Sables blancs ceci afin de confirmer l'absence de Pectinidés sur ce type de fond.

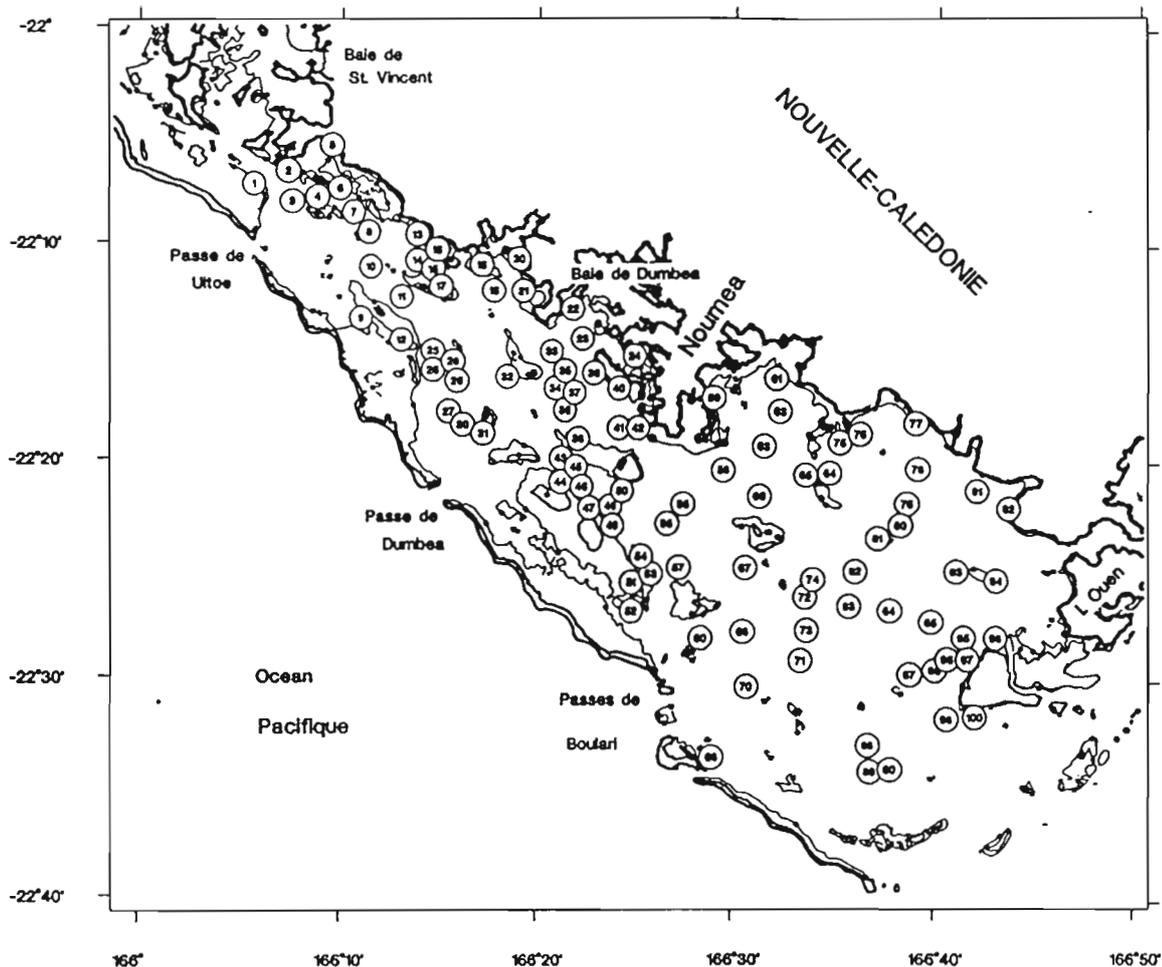


Figure 35. - Position des stations d'échantillonnage (1/500 000ème).

2.1.3. - Résultats.

Les résultats globaux pour les 100 stations sont indiqués aux tableaux XIV, XV et XVI.

Tableau XIV. - Résultats globaux des campagnes d'échantillonnage pour les 100 stations. Total: nombre total de Pectinidés récoltés; N.St.: nombre de stations où l'espèce était présente; H. moy: Hauteur moyenne en millimètre du Pectinidé (estimée sur la totalité de l'espèce récoltée); dens.: nombre de Pectinidés par m² pour l'ensemble des stations; fréq.: nombre total de spécimens de l'espèce sur le nombre total de Pectinidés récoltés; PT = Poids total récolté (égoutté); PC: Poids de chair récolté (sans la coquille); PM: Poids de muscle récolté.

ESPECES	Total	N. St	H. moy (mm)	dens. (n/m ²)	fréq. (%)	BIOMASSE (g)		
						PT	PC	PM
<i>B. vexillum</i>	1125	23	44.26	0.113	77.85	23113.35	13328.55	4952.79
<i>M. gloriosa</i>	301	30	52.83	0.030	20.83	7205.61	3391.65	1526.36
<i>A. flabellata</i>	11	5	56.27	0.001	0.76	424.52	149.70	69.37
<i>G. pallium</i>	3	3	49.33	3.10 ⁻⁴	0.21	235.86	74.12	21.18
<i>C. radula</i>	2	1	64.50	2.10 ⁻⁴	0.14	69.19	13.93	4.40
<i>J. coudeini</i>	1	1	24.00	1.10 ⁻⁴	0.07	35.18		
<i>C. senatoria</i>	1	1	20.00	1.10 ⁻⁴	0.07	42.24		
<i>A. balloti</i>	1	1	75.00	1.10 ⁻⁴	0.07	52.32		

Tableau XV. - Paramètres calculés pour les biomasses sur l'ensemble des données et estimation du tonnage, pour 4 espèces, pour l'ensemble du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. moy. échant. (g) : Poids moyen sur 100 m² var. échant.: variance associée à la moyenne; $v(y) = (v^2(y) / 100) * (1 - f) \approx v^2(y) / 100$ (car $f = 5,8.10^{-6}$); erreur standard = erreur standard sur la moyenne; Moy. Pop. (t) = Biomasse moyenne pour l'ensemble du lagon.

Espèces	<i>B. vexillum</i>	<i>M. gloriosa</i>	<i>A. flabellata</i>	<i>C. radula</i>
moy. échant (g)	231.1	72.1	4.2	0.7
var. échant	679799	37295	395	48
v(y)	6798	373	3.95	0.48
Erreur standard	163.6	38.3	3.94	1.37
Moy. Pop. (t)	3930	1225	72.2	11.76
écart type	2781	651.3	67.01	23.34
erreur	70.7 %	53.2 %	92.8 %	198.5 %

Tableau XVI. - Paramètres calculés pour les densités sur l'ensemble des données et estimation du nombre total de Pectinidés, pour 4 espèces, pour l'ensemble du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie.

Espèces	<i>B. vexillum</i>	<i>M. gloriosa</i>	<i>A. Flabellata</i>	<i>C. radula</i>
moy. échant	11.25	3.01	0.11	0.02
var. échant	1548.31	56.76	0.26	0.04
v(y)	15.48	0.567	$2.6.10^{-3}$	$3.99.10^{-4}$
erreur standard	7.81	1.50	0.10	0.04
Nbre. Total	$1.91.10^8$	$5.12.10^7$	$1.87.10^6$	$3.40.10^5$
Var. Totale	$4.47.10^{15}$	$1.64.10^{14}$	$7.5.10^{11}$	$1.15.10^{11}$
Erreur	69.6 %	49.6 %	92.0 %	198.0 %

Le stock naturel de Pectinidés dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie est estimé à 5 301 tonnes. Deux espèces (*Bractechlamys vexillum* et *Mimachlamys gloriosa*) constituent à elles seules 97,25 % de la biomasse totale, soit respectivement 74,14 % et 23,11 %. L'ensemble des autres Pectinidés du lagon sud-ouest ne représente qu'une biomasse moyenne de 146 tonnes. Nous avons estimé la biomasse des deux principales espèces en fonction de la taille minimale de capture (figures 36 et 37), la taille de première maturité sexuelle (tracé en pointillé) est donnée à titre indicatif. Les calculs de biomasse ont été effectués pour différentes tailles minimales de capture. La biomasse totale pour chaque espèce a été estimée en prenant la totalité des individus récoltés (taille minimale de capture = 0 mm), lorsque la taille minimale est fixée à 20 mm nous réeffectuons nos calculs d'estimation de biomasse en retirant tous les individus d'une taille supérieure à 20 mm de l'ensemble des spécimens récoltés, etc Ces courbes montrent que la biomasse de Pectinidés décroît rapidement après la taille de sexualisation. Nous avons également estimé les différentes biomasses en fonction de la profondeur (figure 38 et 39). Entre la surface et huit mètres, les stocks des deux principales espèces sont quasiment nuls., alors que 35,4 % de la biomasse du stock de *B. vexillum* et 36,8 % de celle du stock de *M. gloriosa* sont réparties entre 8 et 15 mètres. La plus grande partie, respectivement 60,5 et 33,4 % pour les deux espèces, est rencontrée entre 15 et 20 mètres.

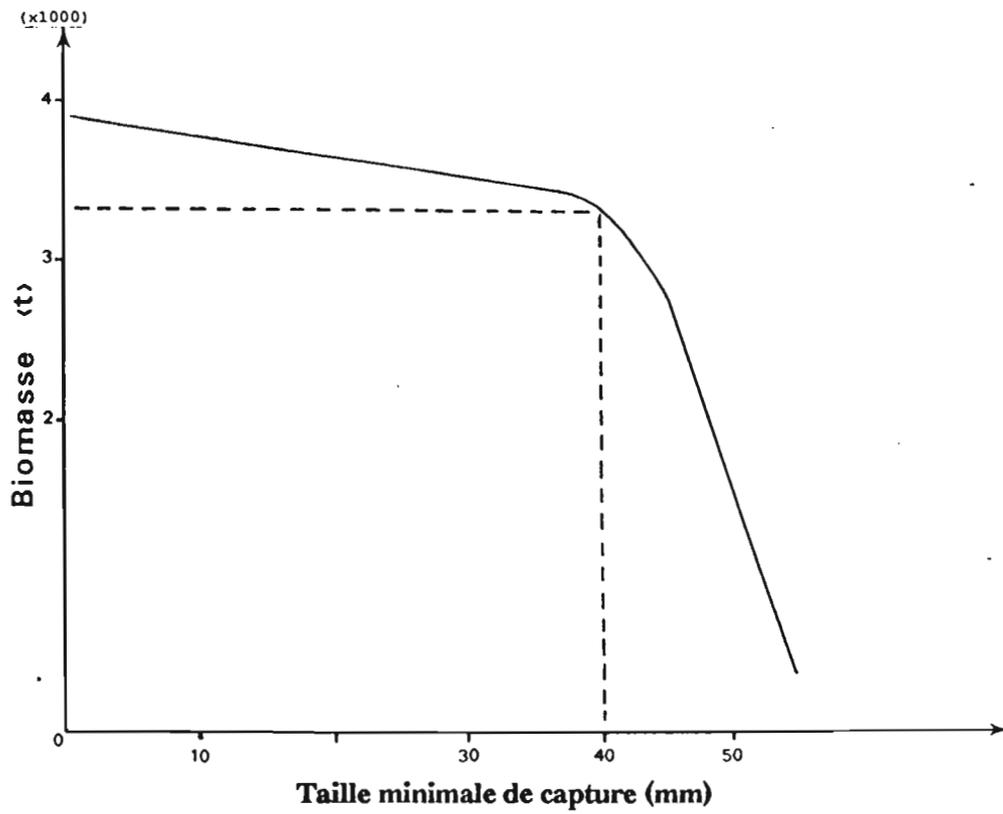


Figure 36 : Evolution de la biomasse de *Bractechlamys vexillum*, en fonction de la taille minimale de capture.

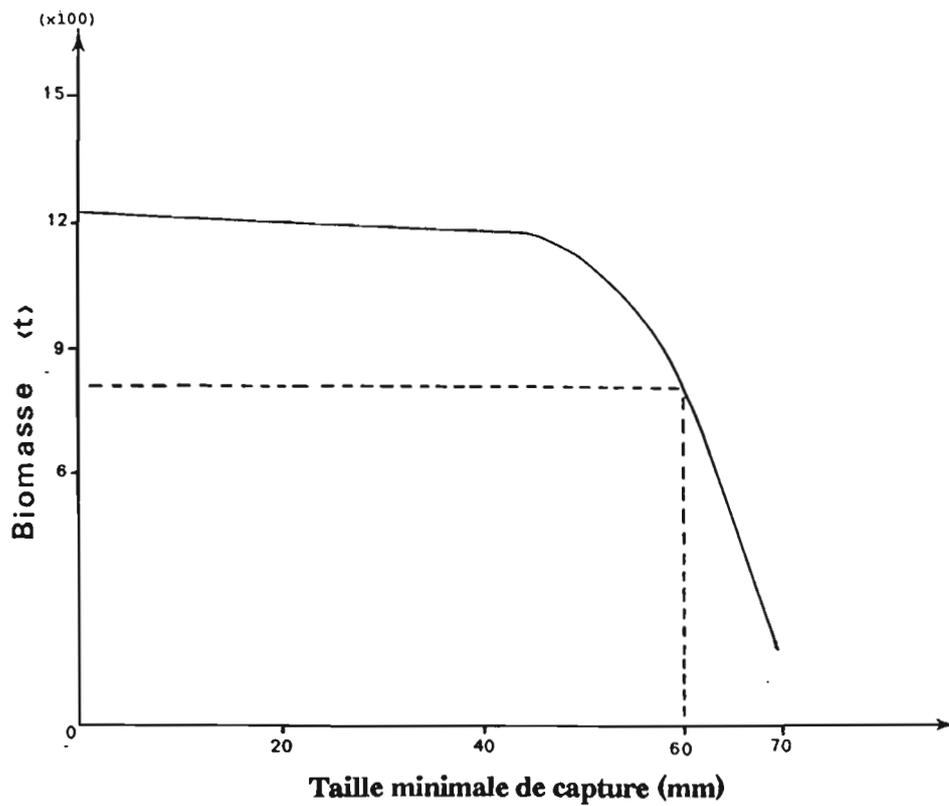


Figure 37 : Evolution de la biomasse de *Mimachlamys gloriosa*, en fonction de la taille minimale de capture.

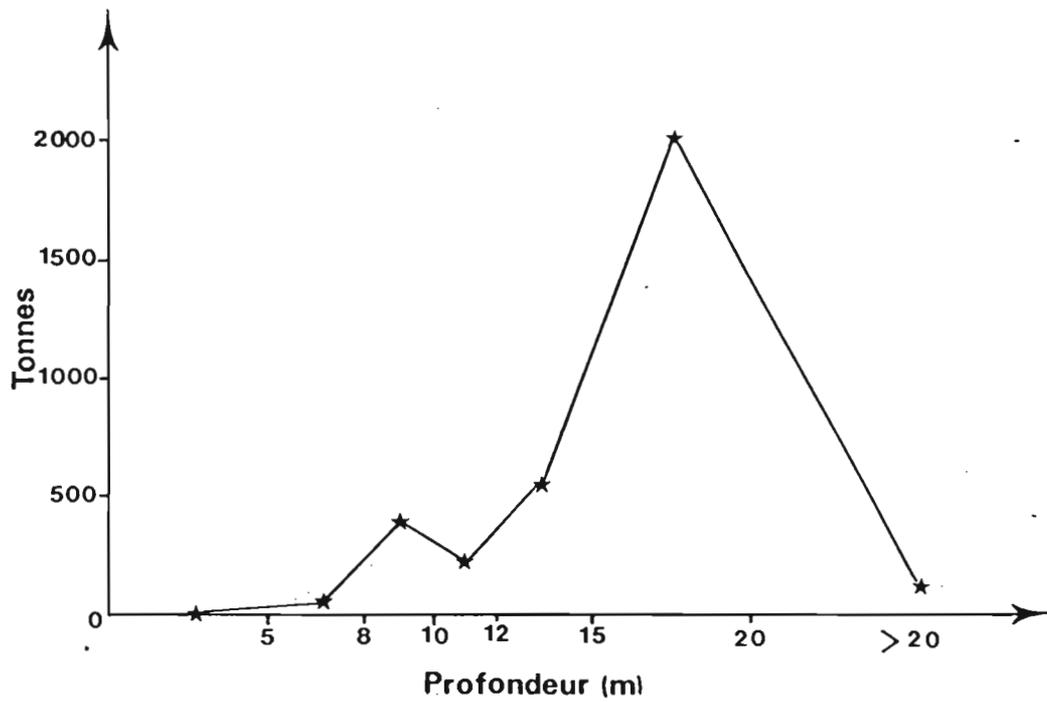


Figure 38 : Evolution de la biomasse en fonction de la profondeur pour *Bractechlamys vexillum*.

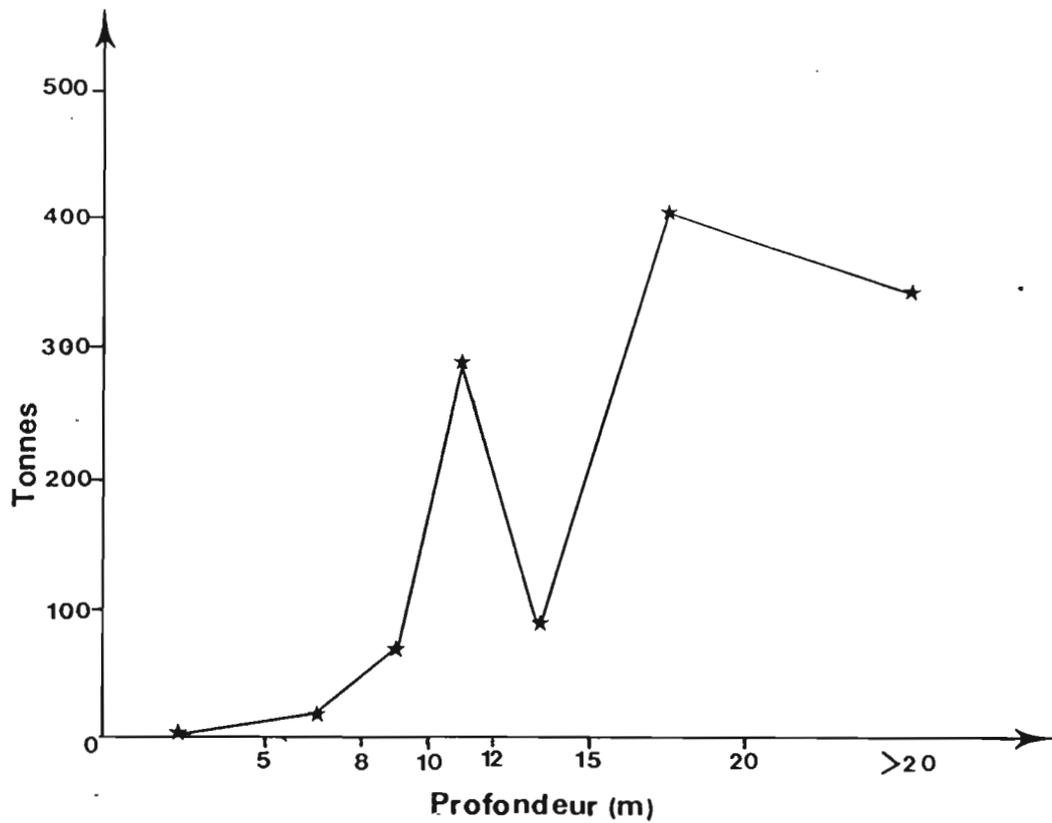


Figure 39 : Evolution de la biomasse en fonction de la profondeur pour *Mimachlamys gloriosa*.

2.1.4. - Discussion et conclusion.

Dans leur habitat, les Pectinidés sont très rarement distribués uniformément. La plupart des espèces du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie sont grégaires; l'imprécision de l'échantillonnage liée aux microstructures spatiales engendrées par ce comportement risque donc d'être importante. Si l'on accroît le nombre d'échantillons, l'intervalle de confiance diminue et par conséquent la précision augmente. Cependant, il faut atteindre un très grand nombre d'unités d'échantillonnage pour obtenir une bonne précision. Dans ces conditions, il est bien évident que les données de densité et de biomasse des Pectinidés doivent être interprétées avec prudence.

Le stock de Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie peut au premier abord paraître important (5300 tonnes), donc intéressant pour une éventuelle exploitation. Le stock d'*Amusium balloti* du lagon nord est du même ordre de grandeur mais pour une surface trois fois moins importante (Clavier et Laboute, 1987, Clavier, 1991). En fait, sur les 100 stations échantillonnées, *Bractechlamys vexillum* n'est présent que sur 23 stations et *Mimachlamys gloriosa* sur 30 stations. De plus, *Bractechlamys vexillum* qui forme la biomasse la plus importante, est trouvé par "taches" de densités variables, tandis que *Mimachlamys gloriosa* est plus dispersé avec une densité relativement faible.

Aucun comportement migratoire n'a été mis en évidence chez les Pectinidés des lagons de Nouvelle-Calédonie. La présence des espèces est donc liée, en priorité, au recrutement larvaire. Ce dernier s'effectue préférentiellement sur des secteurs définis provoquant la formation de bancs relativement riches; ce phénomène est surtout remarquable pour *B. vexillum*. Une décennie d'observations en plongée du lagon de Nouvelle-Calédonie par le Centre ORSTOM de Nouméa nous permet de penser que la pérennité de ces bancs est assurée, bien que la densité puisse y subir une forte variation interannuelle liée aux fluctuations du recrutement. La mobilité individuelle à l'intérieur du gisement peut être assez importante mais elle reste essentiellement subordonnée aux perturbations, notamment climatiques, les espèces montrant des tendances plutôt sédentaires.

Le stock naturel de Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie est évalué à 5 300 tonnes; étant donné le prix de vente élevé, ces mollusques constituent potentiellement une ressource locale d'intérêt économique. Toutes les espèces ne justifient cependant pas l'ouverture d'une pêcherie; de plus la biomasse n'est pas uniformément répartie sur l'ensemble du lagon. *Bractechlamys vexillum* est le Pectinidé le plus abondant dans le lagon sud-ouest ; la biomasse estimée pour l'ensemble du lagon est d'environ 3 900 tonnes, cela correspond au trois-quarts de la biomasse totale de Pectinidés. La quasi-totalité de ce stock est présente dans des fonds de Sables gris. Cette espèce peut être rencontrée en taches denses, mais espacées les unes des autres par de vastes étendues vierges. L'intérêt commercial de *Mimachlamys gloriosa* est relativement faible, cette espèce étant rarement trouvée avec des densités importantes. L'effort de pêche nécessaire à son exploitation serait donc vraisemblablement trop élevé. La biomasse estimée de *Comptopallium radula* n'est que de 12 tonnes et ne devrait pas intéresser les professionnels; la répartition étant très contagieuse, c'est cependant l'un des Pectinidés le plus pêché (en baie de Dumbéa) de manière non-officielle. Les biomasses extrêmement faibles des autres Pectinidés (72 tonnes pour *Annachlamys flabellata*, 40 tonnes pour *Gloripallium pallium*, 9 tonnes pour *Amusium balloti*, 7 tonnes pour *Chlamys senatoria* et 6 tonnes pour *Juxtamusium coudeini*), ne permettent pas d'envisager une exploitation rentable pour ces espèces dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie.

2.2. - Prise par unité d'effort

2.2.1. - Introduction.

L'effort de pêche appliqué à un stock d'animaux aquatiques est une mesure de l'ensemble des moyens de capture mis en oeuvre par les pêcheurs sur ce stock, pendant un intervalle de temps déterminé (Poinsard et Le Guen, 1975). La prise par unité d'effort est le rapport des prises à l'effort, pour une période donnée. Les sigles c.p.u.e. (capture par unité d'effort) ou p.u.e. (prise par unité d'effort) utilisés, sont équivalents. Le second est plus courant et plus simple. Le premier a l'avantage de correspondre au même sigle qu'en anglais (catch per unit of effort).

Le stock de Pectinidés dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie peut être considéré comme un stock "vierge", c'est à dire un inexploité (tout du moins de manière légale); en conséquence, nous ne disposons pas de statistique de pêche. Dans ces circonstances, nous avons entrepris d'effectuer des pêches expérimentales. Ce type d'approche correspond bien évidemment plus à un exercice de style destiné à définir l'ordre de grandeur de la prise par unité d'effort qu'à une tentative pour la quantifier précisément. Nous avons travaillé en scaphandre autonome, le pêcheur étant lui-même l'engin de pêche. La définition de la prise par unité d'effort est donc réduite à sa plus simple expression : il s'agit de la capture horaire d'un plongeur comptée entre le moment où il s'immerge et celui où il refait surface.

2.2.2. - Matériel et méthodes.

La récolte en scaphandre autonome apparaît comme la technique la plus propice pour la pêche des Pectinidés dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Le recours à la drague s'avère délicat à cause de la topographie des fonds (nombreux massifs coralliens, dalles, ...) (Buestel *et al.*, 1984). Pour cette pêche expérimentale nous avons sélectionné deux sites aux abords de Nouméa : l'un à "forte densité" (plus de 50 individus/100 m²), l'autre à faible densité (entre 1 et 49 ind./100 m²).

Trois plongeurs diversement entraînés ont été placés dans les conditions de pêche. Chaque plongeur muni d'un sac parcourait librement le site pendant un temps déterminé et devait réaliser une prise maximale sur *B. vexillum*, *M. gloriosa* et *A. flabellata*. A la fin de la récolte, nous avons pesé la totalité de la récolte, tous les spécimens récoltés ont ensuite été mesurés. Nous pouvons ainsi estimer d'une part la variabilité des pêches en fonction de l'aisance du plongeur et d'autre part la variabilité des récoltes en fonction du site.

2.2.3. - Résultats.

Les résultats obtenus par les huit plongeurs sont portés au tableau XVII. Les pêches se font deux à deux, c'est à dire que les plongeurs 1 et 2 ont pêché ensemble le même jour sur le même site ; les plongeurs 3 et 4 ont effectué leur récolte ensemble sur un autre site le lendemain et ainsi de suite pendant 4 jours. Les plongeurs 1 à 4 ont effectué leur récolte dans une zone à forte densité, les autres pêches ont été réalisées dans des zones à faible densité. La prise moyenne par heure de plongée, dans une zone à forte densité, a été de 12.1 kg, les chiffres s'échelonnent entre 5 et 13 kg. La prise moyenne pour une zone à faible densité est de 5.1 kg, les valeurs varient de 3 à 8 kg. Les valeurs maximales obtenues sont vraisemblablement les plus proches de la prise par unité d'effort exercée par des professionnels.

Tableau XVII. - Résultats des pêches expérimentales réalisées par 8 plongeurs, dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie.

n° plongeur	1	2	3	4	5	6	7	8
temps de pêche (mn)	45	45	15	15	15	15	15	15
prises totales (Kg)	8.50	8.05	3.30	3.24	1.95	1.43	0.90	0.85
prises par heure (Kg)	11.33	10.73	13.20	12.96	7.80	5.72	3.60	3.44
prises en nombre (heure)								
<i>B. vexillum</i>	316	307	480	460	268	212	108	128
<i>M. gloriosa</i>	15	17	20	28	20	24	48	16
Hauteur moyenne (mm)								
<i>B. vexillum</i>	46.32	46.25	46.82	47.25	47.00	44.11	46.13	41.87
<i>M. gloriosa</i>	65.93	61.00	61.70	60.50	65.00	57.33	64.25	60.75

Pour la même zone de pêche (forte ou faible densité) l'efficacité de capture ne varie pas d'un plongeur à l'autre, une analyse de variance à deux critères appliquée aux données du tableau XVII montre que l'on ne peut pas rejeter l'hypothèse d'égalité de la quantité de prise par plongeur ($F=0.23$; $P>0.05$). En revanche, nous pouvons rejeter l'hypothèse d'égalité des prises entre sites ($F=18.32$; $P<0.05$). La quantité moyenne pêchée était voisine de 12 kg par heure de plongée pour la zone à forte densité (plus de 50 individus/100 m²) et proche de 5 kg par heure de plongée pour la zone à faible densité (moins de 50 individus/100 m²).

Une analyse de variance à deux critères montre que l'on ne peut rejeter ni l'égalité de la taille des prises entre plongeurs pour *Bractechlamys vexillum* ($F=4.92$; $P>0.05$) ou pour *Mimachlamys gloriosa* ($F=7.39$; $P>0.05$), ni celle de l'égalité des tailles entre sites pour *B. vexillum* ($F=6.06$; $P>0.05$) ou pour *M. gloriosa* ($F=0.08$; $P>0.05$).

2.2.4. - Discussion et conclusion.

Dans une zone favorable, un pêcheur professionnel peut espérer collecter une douzaine de kilogrammes de Pectinidés par heure. La quantité récoltée ne sera que de quelques kilogrammes si la pêche s'effectue dans une zone à faible densité. La seule méthode de récolte envisageable est une pêche en scaphandre autonome, la topographie du fond et les trop faibles densités rendant toute autre forme d'exploitation peu rentable. Des rendements équivalents aux nôtres ont été obtenus en 1984, dans le lagon sud-ouest entre l'îlot Maître et les Quatre Bancs du Nord (Buestel *et al.*, 1984) : le rendement des collectes par plongée, pouvant être assimilées à une action de pêche, donnait une prise moyenne (estimée sur 17 plongées) d'environ 3 kg par heure de plongée avec une pêche maximale de 15 kg par heure de plongée.

De nombreuses pêcheries de Pectinidés utilisent la drague comme engin de pêche. Des essais de dragage ont été effectués dans le lagon sud-ouest (Buestel *et al.*, 1984). L'efficacité de cette méthode était toujours très faible (0.38 à 1.1 kg en moyenne; la rentabilité maximale était de 1.6 à 3.8 kg par trait de drague de 10 mn) avec une variabilité très forte traduisant l'extrême hétérogénéité de la répartition. Les plus forts rendements ont été enregistrés sur *Argopecten gibbus* des côtes de Floride : 140 à 460 kg.h⁻¹ avec une drague de 2.4 m de large (Costello *et al.*, 1973). Après les différents essais réalisés dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, Buestel *et al.* (op. cit.) faisaient remarquer en conclusion que "les zones intéressantes s'étaient révélées très ponctuelles et non dragables (présence de dalles gréseuses et de petits pâtés coralliens)."

2.3. - Modélisation, rendement par recrue et production de la pêche

2.3.1. - Introduction.

Comme l'a évoqué Gulland en 1969, "Le biologiste des pêches, lorsqu'il analyse la situation des stocks d'animaux aquatiques et les effets de leur exploitation, doit s'exprimer en termes quantitatifs précis. Il lui faut pour cela avoir recours aux mathématiques, ce qui revient à substituer à une situation réelle complexe des modèles plus ou moins simplifiés. Le modèle peut être apprécié par sa simplicité et par le degré de correspondance entre les événements ou valeurs qu'il prédit et l'observation des faits. On ne dira pas d'un modèle qu'il est exact ou inexact, mais qu'il cadre de manière satisfaisante avec la réalité pour une gamme large ou étroite de situations".

L'objectif du modélisateur est généralement double:

- il doit préciser les bases dynamiques pour une gestion rationnelle du stock, sans préjuger des termes de cette activité ;
- il doit estimer la biomasse exploitable à l'équilibre.

Nous allons, dans ce chapitre, mettre en oeuvre des modèles simples afin de préciser les premiers éléments de gestion rationnelle des Pectinidés dans le lagon.

2.3.2. - Age de recrutement.

Le terme de recrutement sera employé dans sa définition habituellement utilisée en halieutique, telle que la donnent Lauec et Le Guen (1981) "le processus par lequel la fraction la plus jeune de la population s'intègre pour la première fois à l'ensemble des poissons accessibles". Les très jeunes individus (hauteur inférieure à 20 mm) ont rarement été observés lors des échantillonnages, il est donc très difficile de statuer sur la régularité du recrutement. Nous pouvons simplement dire qu'il est continu, les Pectinidés étudiés étant capables de se reproduire tout au long de l'année.

Le processus de recrutement permet à un stock de se régénérer. On parle d'une surpêche sur le recrutement (Ricker, 1980) quand le niveau du stock est altéré par suite d'une diminution du recrutement, en opposition avec la surexploitation relative à la taille qui consiste en une mauvaise exploitation d'un nombre donné de recrue. Le premier type de surexploitation est bien entendu le plus dangereux dans la mesure où il est susceptible d'entraîner la régression ou même la disparition du stock.

Pour déterminer l'âge de recrutement (t_r), nous avons considéré d'une part l'ensemble des mesures obtenues au cours de cette étude (notamment durant le suivi de la reproduction), d'autre part notre efficacité de capture. Cette dernière est maximale lorsque les individus ont une longueur proche de leur taille de première maturité sexuelle. Nous avons retenu les tailles suivantes comme âge de recrutement: $t_r = 59$ mm ($\approx 1,5$ ans) pour *Mimachlamys gloriosa*, $t_r = 35$ mm ($\approx 0,7$ an) pour *Bractechlamys vexillum* et $t_r = 65$ mm ($\approx 3,5$ ans) pour *Comptopallium radula*.

2.3.3. - Production par recrue.

Les modèles mathématiques de dynamique de population permettent de tenter de prévoir l'évolution du stock en fonction des variations des paramètres d'exploitation (taille de recrutement, mortalité par pêche,...). Ces techniques ne peuvent être mises en oeuvre que si l'on connaît, pour l'espèce étudiée, les différents paramètres de croissance pondérale et le taux de mortalité naturelle.

Les équations de rendement donnent pour un type d'exploitation donné du stock (c'est à dire, pour une valeur précise de mortalité par pêche et d'une taille de première capture), la biomasse que peut fournir une recrue. Le modèle de Beverton et Holt (1957), que nous avons retenu, permet d'obtenir le rendement théorique par recrue à l'aide d'une équation relativement simple. Ce modèle suppose une croissance isométrique et une mortalité constante tout au long de la vie de l'espèce, ce qui est loin d'être toujours vérifié. Toutefois, pour les espèces ayant une faible espérance de vie, il est possible de considérer, à partir de l'âge de première maturité sexuelle, la mortalité comme constante. La notion de production à l'équilibre repose sur une constance des différents paramètres biologiques d'une année sur l'autre. La production d'une classe d'âge durant son passage dans la phase exploitée est alors égale à la production de la population exploitée pendant une année. Ce modèle est basé sur l'équation :

$$Y/R = F e^{-M(tc-tr)} W_{\infty} \sum_{n=0}^3 U_n \frac{e^{-nK(tc-t_0)}}{F+M+nK}$$

F est le coefficient instantané de mortalité par pêche; M le coefficient instantané de mortalité naturelle; t_c l'âge d'entrée dans les captures; t_r l'âge de recrutement; t_0 l'âge théorique où la taille est nulle; W_{∞} le poids maximum théorique selon l'équation de von Bertalanffy; K le coefficient d'accroissement de l'équation de Von Bertalanffy; U_n une variable qui prend les valeurs $U_0=1, U_1=-3, U_2=3$ et $U_3=-1$; pour $n=0,1,2$ et 3.

L'équation de rendement par recrue comporte des valeurs définies pour l'espèce ainsi que deux variables qui peuvent être modifiées et correspondent à des paramètres d'exploitation : le coefficient instantané de mortalité dû à la pêche F, qui dépend de l'effort de pêche f, et la taille (ou âge) de première capture t_c qui correspond à la taille au-dessous de laquelle l'espèce ne peut pas être pêchée (pour des raisons biologiques ou législatives). Un graphique bidimensionnel où F apparait en abscisse et t_c en ordonnée, définit tous les régimes d'exploitation possibles. Une infinité de combinaisons (F, t_c) mène à la même valeur de Y/R. Ces points sont disposés sur une ligne appelée isoplèthe. Nous avons calculé le rendement par recrue pour une grille de valeur (F, t_c) ; les isoplèthes sont tracés en interpolant entre les valeurs de la grille.

Les valeurs retenues pour les paramètres sont :

	M	t_c	W_{∞}	K
<i>Mimachlamys gloriosa</i>	0.42	1.5	53.08	1.015
<i>Bractechlamys vexillum</i>	0.80	0.7	21.23	1.860
<i>Comptopallium radula</i>	0.50	3.0	106.03	0.450

t_c est exprimé en années ; W_{∞} est donné en grammes.

Les valeurs de M correspondent à celles estimées précédemment. Les autres paramètres sont ceux déterminés dans le chapitre sur la croissance. Nous ferons varier la taille minimale de capture de t_c à 3.4, 2.0 et 4.6, respectivement pour *Mimachlamys gloriosa*, *Bractechlamys vexillum* et *Comptopallium radula*. En l'absence de statistique, la mortalité due à la pêche évoluera de 0.2 à 2.0.

Nous avons tracé en pointillés les courbes joignant les tangentes verticales et horizontales pour chaque ligne d'isoproduction (figures 40 à 42). La courbe reliant les différentes tangentes verticales, correspond aux rendements maximum par recrue pour F fixé et t_c variable, de même, celle reliant les tangentes horizontales illustre les meilleurs rendements par recrue obtenu avec t_c fixé et F variable. Les deux courbes se rejoignent en un point qui correspond à la production maximale obtenue avec F infini. La production diminuera d'autant plus que l'on choisira un âge de première capture au dessus ou au dessous de cette valeur pour F infini.

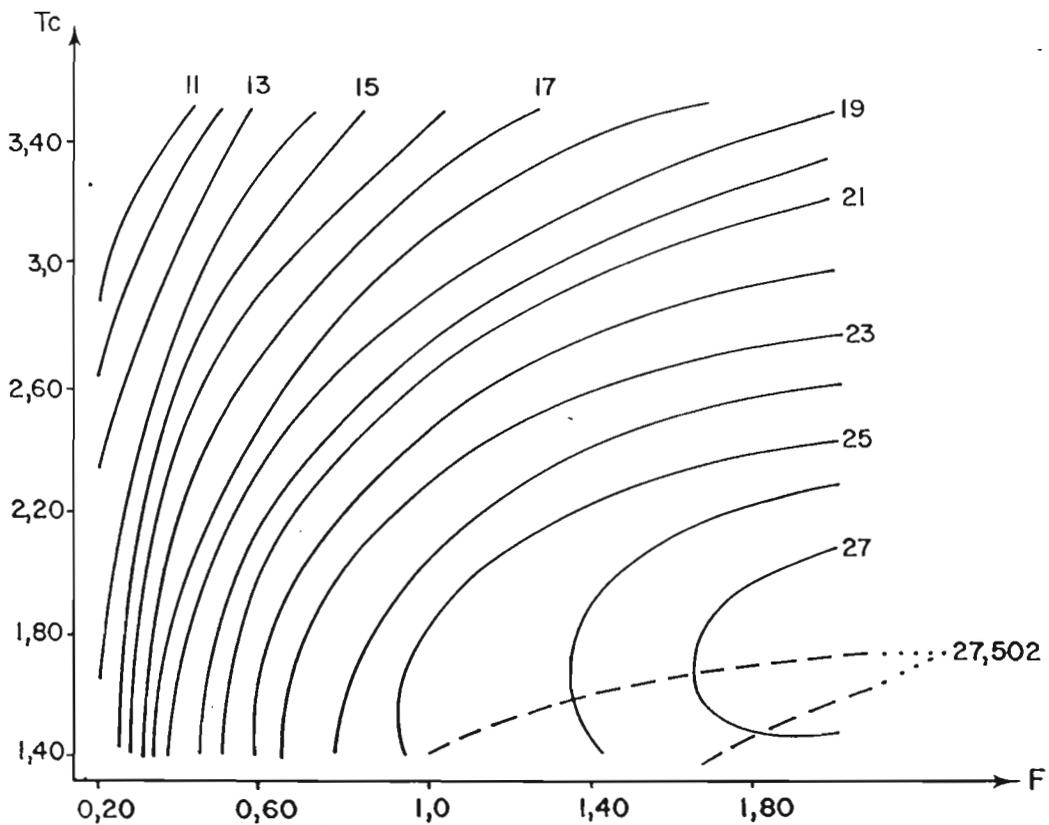


Figure 40 . - Isoplèthes de rendement par recrue (en grammes), pour *Mimachlamys gloriosa*.

Le rendement optimal pour *Mimachlamys gloriosa* sera atteint avec un âge de première capture de 1.8 ans, c'est à dire une taille d'environ 62 mm (22 mois). Pour *Bractechlamys vexillum* nous obtiendrons la production maximale avec une taille de première capture de 11 mois ($\approx 0,9$ an; soit une taille approximative de 40 mm). Nous pouvons remarquer que, pour *Comptopallium radula*, dans l'intervalle d'âge considéré pour toute valeur de t_c , la production par recrue croît continuellement lorsque F augmente et tend vers une asymptote qui correspond à la biomasse de la cohorte à l'instant t_c . Les rendements maximum sont atteints pour la plus petite valeur de t_c considéré ($t_c = 3$ ans).

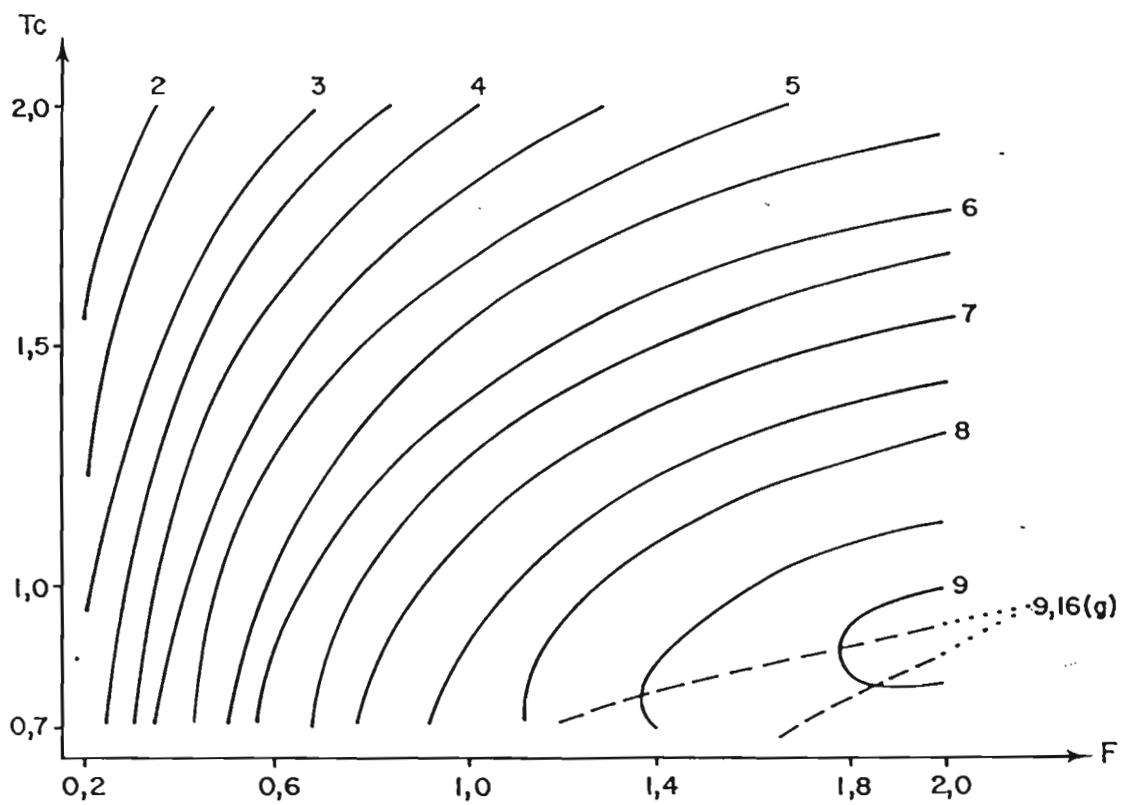


Figure 41. - Isoplèthes de rendement par recrue (en grammes), pour *Bractechlamys vexillum*.

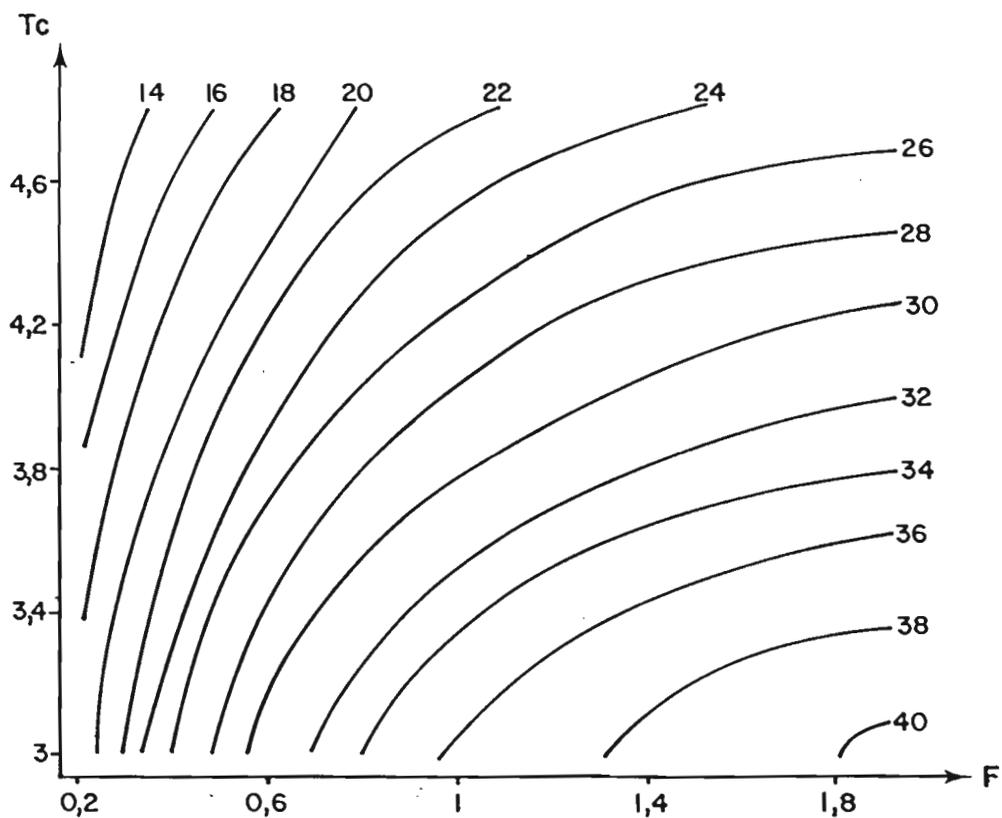


Figure 42. - Isoplèthes de rendement par recrue (en grammes), pour *Comptopallium radula*.

2.3.4. - Production globale.

La production par recrue étant définie, il est théoriquement possible, en la multipliant par le recrutement, de calculer une production globale pour la population. Le recrutement est un paramètre inconnu et certainement très variable et un tel calcul est toujours délicat. Nous avons, cependant tenté d'estimer la production globale à l'équilibre de la pêcherie en fonction de divers scénarios. Les valeurs obtenues ne doivent cependant être considérées que comme des ordres de grandeur.

Un certain nombre de formules empiriques a été défini pour estimer, en première approche, la production d'un stock en ne faisant intervenir qu'un nombre restreint de paramètres. Ainsi, Gulland (1971) a proposé la relation : $Y = 0,5.M.B_v$ (hypothèse haute); Y étant la biomasse exploitable, M le coefficient instantané de mortalité naturelle et B_v la biomasse du stock vierge.

D'autres auteurs ont remis cette équation en question, pensant qu'elle surestimait la production d'un facteur 2 ou 3 (Beddington et Cooke, 1983). Elle a été reformulée de la manière suivante (Sparre *et al.*, 1989) : $Y = 0,2.M.B_v$ (hypothèse basse).

Les figures 43 et 44 sont des représentations synthétiques du tonnage potentiellement exploitable, pour les trois principales espèces de Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Les courbes d'isobiomasses sont fonction de la taille minimale de capture T_c et du seuil de capture S , le coefficient instantané de mortalité par pêche étant considéré comme infini. Les valeurs de mortalité naturelle sont respectivement de 0,4, 0,8 et 0,5 pour *Mimachlamys gloriosa*, *Bractechlamys vexillum* et *Comptopallium radula*.

Chez *Mimachlamys gloriosa* (figure 43) la taille de première capture pour laquelle le rendement est maximum, est de 62 mm. Lorsque le seuil de capture passe de 0 à 35 individus pour 100 m², le tonnage potentiellement exploitable varie pour l'hypothèse haute de 150 à 10 tonnes, et pour l'hypothèse basse de 60 à 5 tonnes. Si la taille de première capture est ramenée à 60 mm (taille de première maturité sexuelle), la biomasse exploitable passe alors respectivement pour les hypothèses haute et basse de 160 à 20 tonnes et de 65 à 8 tonnes, pour la même variation du seuil de capture. Ces chiffres illustrent le fait que *M. gloriosa* n'est jamais trouvé en fortes densités; il est rencontré fréquemment mais en faibles densités. Ces courbes nous montrent également qu'une diminution de la taille de première capture ne procure qu'une faible augmentation de gain pour les éventuels exploitants. Quelle que soit l'hypothèse retenue, les densités de *M. gloriosa* semblent insuffisantes pour permettre une exploitation rentable.

Pour *Bractechlamys vexillum* (figure 47), la valeur de t_c qui mérite un intérêt tout particulier est $t_c = 40$ mm (soit environ 1 an), ce qui correspond à l'âge de première maturité sexuelle pour cette espèce (Balsaux, 1988). Lorsque l'on fait varier, pour cette valeur de t_c , le seuil de capture de 0 à 180 individus pour 100 m², le tonnage potentiellement exploitable décroît de 1 440 à 600 tonnes dans le cas de l'hypothèse haute, et de 600 à 300 tonnes pour l'hypothèse basse. Si on augmente la taille de première capture de 40 à 42 mm, le tonnage passe respectivement pour l'hypothèse haute et basse de 1 400 à 400 tonnes et de 580 à 150 tonnes, pour la même variation du seuil de capture. *B. vexillum* est rencontré en densités plus importante que *Mimachlamys gloriosa* mais plus rarement. Nous voyons, là aussi, qu'une augmentation de la taille de première capture ne produira qu'une faible augmentation du tonnage exploitable.

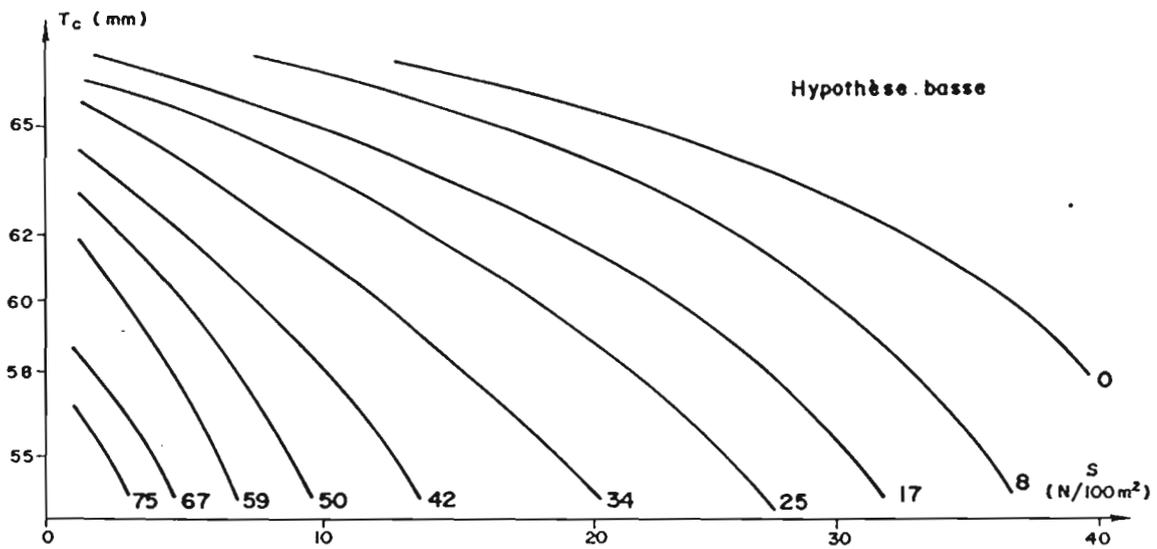
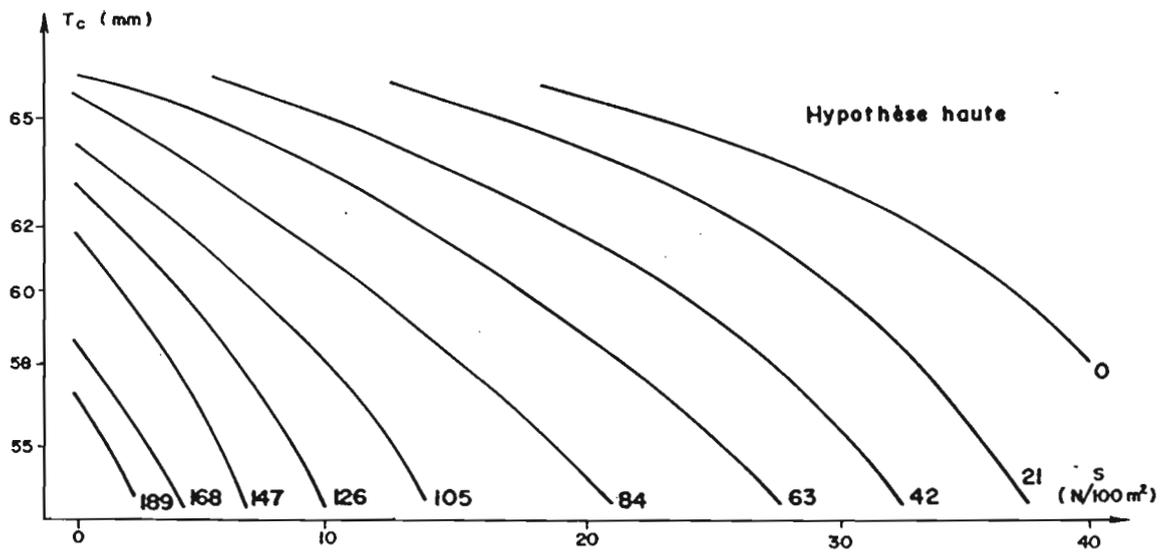


Figure 43. - Courbes d'isobiomasses moyennes, potentiellement exploitables, pour le stock de *M. gloriosa*, pour différentes valeurs de la taille de première capture (t_c) et du seuil de rentabilité (S).

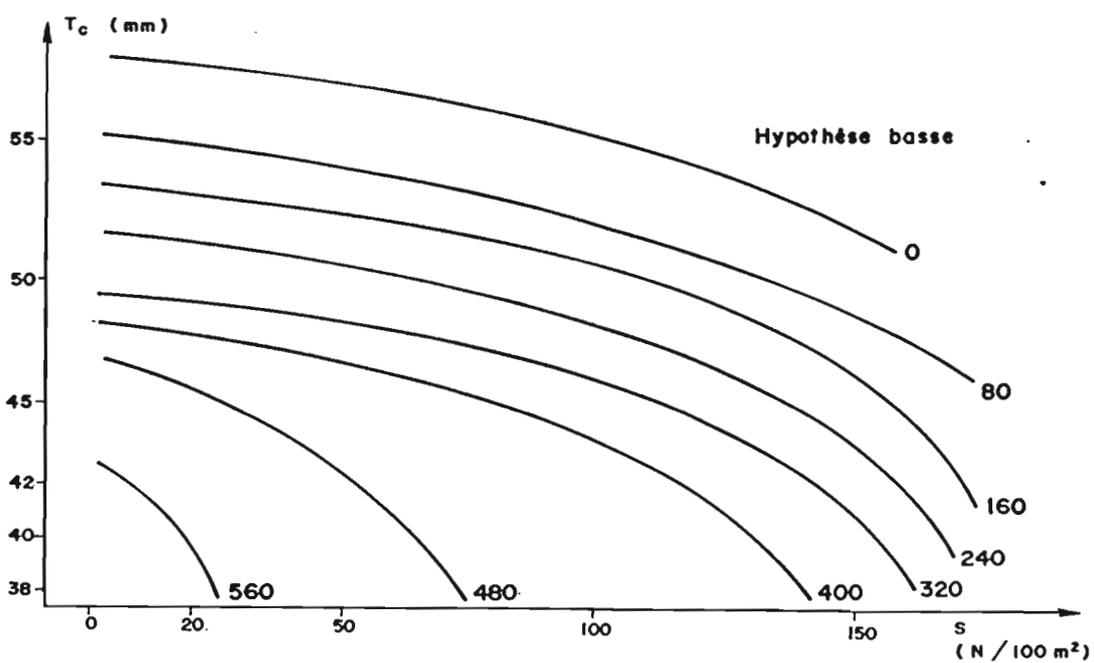
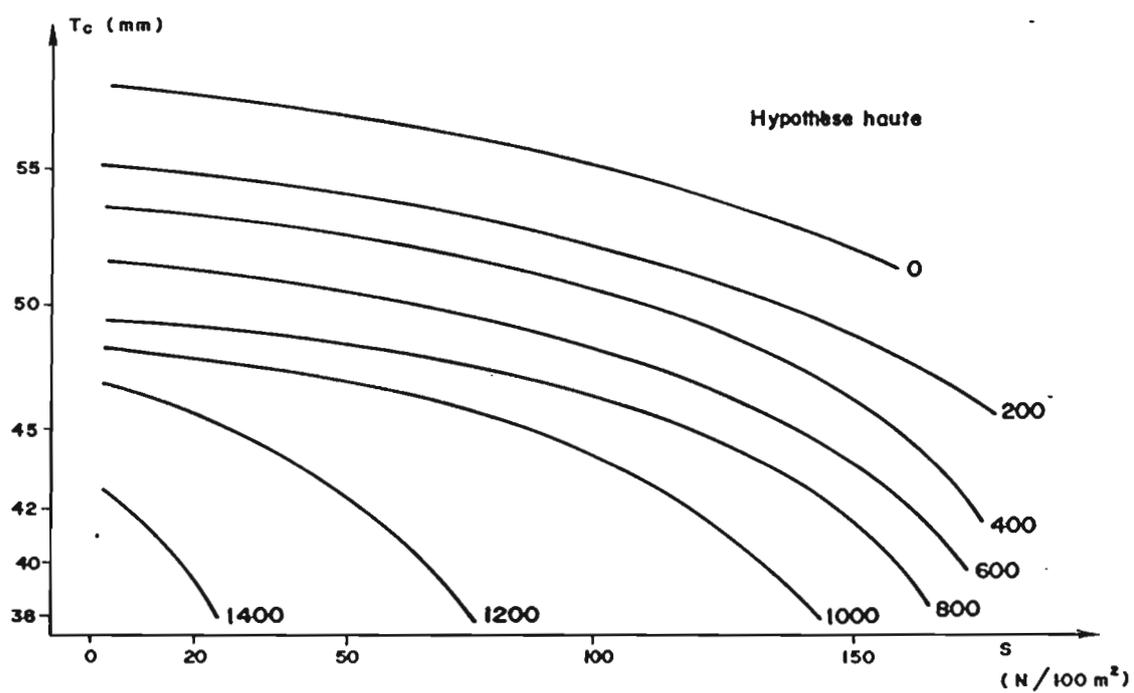


Figure 44. - Courbes d'isobiomasses moyennes, potentiellement exploitables, pour le stock de *B. vexillum*, pour différentes valeurs de la taille de première capture (t_c) et du seuil de rentabilité (S).

Seules les zones à fortes densités (plus de 50 individus pour 100 m²) peuvent retenir l'intérêt des exploitants. Les densités de *Mimachlamys gloriosa* et de *Comptopallium radula* sont trop faibles, généralement très inférieures à cette valeur et ne pourraient constituer que des prises accessoires. L'espèce cible des pêcheurs serait donc, a priori, *Bractechlamys vexillum*. Nous avons estimé la biomasse exploitable de cette espèce, avec une taille de première capture de 40 mm, selon la relation : $Y = 0,3.M.Bv$ (dérivée de celle de Gulland) résultant d'un compromis entre les hypothèses hautes et basses définies précédemment. Nous obtenons, selon le seuil de capture : 750 tonnes avec 50 individus pour 100 m² ; 650 tonnes avec 100 individus pour 100 m² et 500 tonnes avec 150 individus pour 100 m² ; soit approximativement 105, 90 et 70 tonnes de chair comestible (muscle et gonade).

2.3.5. - Conclusion.

Les valeurs obtenues par modélisation ne sont qu'une première approximation des prévisions de rendements en fonction de la mortalité et de l'âge de première capture. Elles devront être actualisées en cours d'exploitation. La méthode de Beverton et Holt ne permet pas de prévoir l'influence des dates de fermeture et d'ouverture de la pêche pendant certaines périodes de l'année. Les rendements par recrue montrent qu'il convient de choisir une taille de première capture de 62 mm pour *Mimachlamys gloriosa*, de 40 mm pour *Bractechlamys vexillum*, et comprises entre 70 et 72 mm pour *Comptopallium radula*. Ce modèle met également en évidence l'influence des tailles à la première capture sur les rendements. Les diagrammes (F, t) permettent des prévisions de production quelle que soit la technique de pêche utilisée (drague ou scaphandre autonome). Nos estimations sont proches des tailles de première maturité sexuelle. La diminution du seuil de capture ne laisse envisager qu'une faible augmentation du tonnage exploitable. L'augmentation de la taille de première capture, de 40 à 42 mm pour *Bractechlamys vexillum* et de 60 à 62 mm pour *Mimachlamys gloriosa*, ne fait pas varier de manière notable la biomasse potentiellement exploitable, cela peut par contre permettre au stock de supporter une pêcherie. Les fortes fluctuations observées lorsque l'on fait varier le seuil de capture illustrent la fragilité du stock.

Il est important de noter que les différentes hypothèses sont émises dans l'état actuel des stocks et portent sur une zone bien précise. Les populations de Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie ne peuvent pas être considérées comme isolées de celles des autres lagons; elles reçoivent un apport de larves produites sur les fonds environnants (notamment de la Baie de St. Vincent, où un stock de Pectinidés a été recensé).

A l'issue de cette étude, nous disposons d'une évaluation de la biomasse potentiellement exploitable dans l'état actuel du stock. La production attendue à l'équilibre d'une pêcherie, dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie est d'environ 700 tonnes de coquilles par an (environ 100 tonnes de parties comestibles/an), pour l'ensemble des Pectinidés

3. - PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT DE LA PECHERIE

3.1. - Introduction.

De tous temps, le lagon et le récif barrière de Nouvelle-Calédonie ont fait l'objet d'une pêche traditionnelle, vivrière à l'origine, puis progressivement orientée vers une commercialisation des produits destinés à l'exportation (trocas et bèches-de-mer) et au marché local (poissons, crustacés).

Les trocas (*Trocas niloticus*) sont exploités pour la nacre depuis 1907. Les huîtres, en particulier *Saccostrea cucullata echinata* (huître de roche) et *S. cucullata tuberculata* (huître de palétuviers), qui avaient donné lieu à des essais ostréicoles (Bourret, 1979), sont exploitées par les populations riveraines. Les Pectinidés ne sont pas exploités de manière officielle ; il est cependant possible d'en trouver sur le marché local : restaurants et/ou magasins de distribution. Ce Bivalve, à bonne valeur commerciale, ne fait actuellement l'objet d'aucune réglementation spécifique.

La gestion des stocks n'étant pas une fin en soi, elle ne doit pas se limiter à des considérations biologiques. La pêche est d'abord une activité économique, son évolution répond à des critères socio-économiques qui ne sauraient être ignorés (Maucorps, 1982). L'aménagement des pêches pose donc, au plan conceptuel, politique et administratif de grandes difficultés car les différents aspects biologiques, technologiques, économiques et sociaux doivent être simultanément appréciés et intégrés.

L'analyse de la situation, préalable à l'aménagement, repose sur deux notions fondamentales, celle du stock et celle d'intensité de pêche. La première, qui ne doit pas être confondue avec la population génétique (liée à des considérations biologiques), constitue une unité de gestion. L'intensité de pêche (F), notion sur laquelle reposent tous les modèles, implique la prise en compte du nombre de navires, de leurs caractéristiques et de l'engin utilisé. Cette notion d'effort de pêche est très importante car elle relie le domaine socio-économique (navires, temps de pêche, coûts) à celui de la ressource (mortalité engendrée sur le stock). Il est hors de notre propos de déterminer les modalités d'exploitation d'une ressource marine encore "inexploitée", seule une synthèse entre les divers points exposés précédemment permettra une gestion rationnelle de cette ressource, nous nous contenterons d'exposer les contraintes biologiques qu'il serait souhaitable de prendre en compte.

Diverses méthodes sont disponibles pour réguler les pêcheries, c'est à dire pour maintenir leur exploitation à un niveau suffisant pour obtenir les bénéfices économiques et sociaux retenus dans le cadre d'une bonne utilisation des ressources pour le développement de la région.

Au cours de la présente étude, nous avons défini les ordres de grandeur des différents paramètres qu'il serait souhaitable de prendre en compte pour une gestion rationnelle du stock. Une telle gestion s'oppose, selon nous, à un libre accès à cette ressource. La gestion des stocks de Pectinidés peut être conduite à plusieurs niveaux : le premier a pour objectif la conservation de la ressource ; le second niveau est la recherche d'un meilleur équilibre ressource/exploitation et le troisième niveau correspond à un forçage du recrutement.

3.2. - Accès à la ressource.

3.2.1. - Taille minimale de capture.

La contrainte d'une taille minimale de capture vise à maintenir les facultés de reproduction du stock exploité. Si cette taille minimale de capture est inférieure à celle de première maturité sexuelle, les géniteurs se raréfient et le stock, par défaut de renouvellement, est voué à l'extinction. Les exploitants auront tiré un profit maximum à court terme de la ressource mais en compromettant son existence. Des ajustements sont parfois nécessaires. Ainsi, au Queensland, la taille minimale de capture d'*Amusium balloti* a été modifiée à plusieurs reprises : en 1984, elle fut fixée à 80 mm ; puis à 85 mm en 1985 et en 1990 à 90 mm.

Nous avons vu que la production optimale des stocks était obtenue avec des tailles de première capture de 39 à 41 mm pour *Bractechlamys vexillum* (soit des âges compris entre 10 et 12 mois) et des tailles comprises entre 60 et 64 mm pour *Mimachlamys gloriosa* (1.6 à 2 ans). Nous pouvons proposer les hauteurs minimales suivantes comme base de départ pour la pêche : 40 mm (1 an) pour *B. vexillum*, 62 mm (1.8 an) pour *M. gloriosa* et 73 mm (3.5 ans) pour *Comptopallium radula*. La plupart des Pectinidés de Nouvelle-Calédonie présentent une croissance rapide, effectuée en grande partie la première année. Cela permet d'envisager une taille minimale de capture relativement basse, proche des tailles de première maturité sexuelle. Les stocks comportent cependant une biomasse accumulée, il conviendra, dans les premiers temps d'une pêche, de fixer des tailles minimales de capture supérieures à ces valeurs.

3.2.2. - Saison de pêche.

Il est également possible et souhaitable, pour que le stock se reconstitue, de limiter l'accès à la ressource en fixant une ou plusieurs saisons de pêche. Nous ne pouvons pas définir de période optimale de fermeture en fonction de la saison de ponte. Les espèces étudiées ont, en effet, la faculté de se reproduire pratiquement toute l'année. Cependant, il serait préférable que la pêche soit interdite durant les mois où la reproduction est la plus intense, soit de juillet à septembre pour *Bractechlamys vexillum*, de décembre à février pour *Mimachlamys gloriosa* et de mai à octobre pour *Comptopallium radula*.

3.2.3. - Zones de pêche.

La définition de zones de pêche et/ou des zones de réserve fixes pourrait être avantageusement remplacée par une rotation des zones de pêche. Une telle alternative présente l'avantage de ne pas soumettre le stock à un effort de pêche constant et donc de maintenir une biomasse plus ou moins stable. Il permet également de maintenir un cantonnement de géniteurs favorable au renouvellement du stock. Une étude hydrodynamique précise du lagon serait nécessaire pour définir les possibilités de dispersion des larves pélagiques et donc fixer précisément les secteurs à protéger.

3.2.4. - Type de pêche.

Les Pectinidés sont des animaux benthiques et peu mobiles. Ils sont essentiellement répartis sur des fonds de 10 à 25 mètres. Pour exploiter le stock naturel, deux principales techniques s'offrent aux exploitants : la pêche à la drague, largement pratiquée dans la plupart des pays (Australie, Canada, Ecosse, France, Nouvelle-Zélande,...) ou la pêche en scaphandre autonome.

Dans les eaux australiennes, les Pectinidés sont pêchés à la drague. Cet engin augmente considérablement la puissance de pêche des navires par rapport au scaphandre autonome mais sa redoutable efficacité risque de mettre en péril la viabilité de l'exploitation. En outre, cette technique est préjudiciable pour l'environnement, notamment en milieu corallien. Gruffydd (1972) a montré que la quantité de coquille perdue pour le pêcheur, à cause de la mortalité naturelle d'une part et de la mortalité engendrée par le passage de la drague d'autre part, variait de 10 à 50 % par an. Les dragues rigides sont moins "pêchantes" que les souples. Les écossais ont expérimenté avec succès des dragues multiples, les meilleurs rendements ont cependant été obtenus avec une drague unique (Howell, 1983). La plus efficace reste la drague française dite de "Saint Brieuç" comme le montre le tableau XVIII. L'efficacité d'une drague correspond au nombre de coquilles effectivement ramenées sur le navire par l'engin de pêche par rapport au nombre de coquilles présentes sur le fond.

Tableau XVIII : Comparaison de l'efficacité de différentes dragues à coquilles (d'après Zacharin, 1988 *in*. Dredge *et al.*, 1989 ; modifié).

Drague	Poids (Kg)	Pays	Espèces	Efficacité (%)	Auteurs
Râteau	90	Ecosse	<i>Pecten maximus</i>	20	Baird (1959)
Ressort	110	Ecosse	<i>Pecten maximus</i>	13	Chapman <i>et al.</i> (1977)
Baird côtière		Ecosse	<i>Pecten maximus</i>	30	Rolfe (1969)
Drague dentée	200	France	<i>Pecten maximus</i>	30	Dupouy (1982)
Saint Brieuç	200	France	<i>Pecten maximus</i>	35	Dupouy (1982)
Digby	300	Canada	<i>Placopecten magellanicus</i>	8	Dickie (1955)
Bedford	350	Canada	<i>Placopecten magellanicus</i>	9	Caddy (1968)
Côtière	650	U.S.A	<i>Placopecten magellanicus</i>	20	Serchuk et Smolowitz (1980)
A anneaux	450	New Zealand	<i>Pecten novozealandie</i>	11	Allen et Cranfield (1976)
Vaseuse à dents	500	Australie	<i>Pecten fumatus</i>	12	Mac Loughlin <i>et al.</i> (1991)

L'usage de cet engin de pêche est, à notre avis, à déconseiller dans le lagon sud-ouest. En effet, le lagon situé entre la baie de Saint-Vincent et le récif des cinq milles, est parsemé de massifs coralliens. De plus, le sédiment peu épais cache une dalle avec de nombreuses anfractuosités. Cette technique de pêche serait peu rentable pour les exploitants, les dragues seraient rapidement hors d'usage et non pêchantes. Buestel *et al.* (1984) faisaient remarquer que les rendements de dragages étaient trop faibles, quelques kilogrammes par heure de dragage, pour justifier une exploitation par dragage.

La pêche en scaphandre autonome demande une technicité certaine qui ne s'acquiert que par une longue pratique; elle est fortement éloignée d'une pratique purement sportive et de loisir. Le plongeur est un très bon engin de capture et peut facilement, avec une certaine habitude, contrôler ses prises (Clavier, 1987). Cette pêche exercée sans contrôle et trop intensément peut faire disparaître totalement le stock en quelques années. Elle demande donc des mesures d'accompagnement contraignantes.

3.2.5. - Quotas.

D'un point de vue biologique, le recours aux quotas vise les mêmes objectifs que l'imposition d'une taille minimale de capture : il s'agit en priorité de ne pas compromettre le renouvellement du stock par défaut de reproducteurs (Clavier, 1991). Nous avons vu au cours de notre étude que la quantité à prélever annuellement dans le lagon sud-ouest, pour *Bractechlamys vexillum*, devait être d'environ 700 tonnes de coquilles par an (soit environ 100 tonnes de parties comestibles). Il serait judicieux de définir les quotas de pêche en fonction du recrutement de l'année au lieu de fixer un quota annuel pour plusieurs années. De nombreux pays (Australie, Japon, Chine) ont recours à cette méthode pour définir les quantités à pêcher pour l'année à venir. Ainsi, en janvier de chaque année les scientifiques proches de la région de "Port Phillip Bay" effectuent une surveillance quantitative afin d'estimer les quotas de pêche pour l'année et décider de la date d'ouverture. Pour estimer le recrutement de *Pecten fumatus*, qui n'a lieu que sur une période très courte, les scientifiques disposent des collecteurs dans une soixantaine de sites. Il est ainsi possible à partir du nombre de larves récupérées par collecteur d'avoir une idée du nombre de recrues de l'année.

3.3. - Amélioration artificielle de la production.

Lorsque le stock naturel n'est plus assez important pour assurer la viabilité d'une exploitation, soit parce qu'il y a eu surpêche, soit parce qu'il y a eu une mortalité trop importante (d'origine naturelle ou anthropique), les exploitants peuvent faire appel à différentes techniques pour le reconstituer. Certaines consistent à produire artificiellement des oeufs en milieu contrôlé, d'autres tentent de forcer le recrutement en captant les naissains naturels. L'aquaculture désigne la méthode par laquelle les organismes aquatiques ont été élevés, alors que la "protection de reproduction" décrit la méthode passive par laquelle les organismes ont été protégés au moyen de différentes restrictions et interdictions sur la pêche, avec en complément une assistance à l'élevage par la construction de frayères. Ainsi, la signification de ces mots reflète les différentes techniques et les idées associées.

Dans l'état actuel des stocks de Pectinidés dans les lagons de Nouvelle-Calédonie, le recours à la production aquacole ne se justifie pas. Une telle activité ne pourrait être entreprise qu'après une sérieuse prospection économique démontrant sa rentabilité.

3.4. - Conclusion.

Cette dernière partie nous a permis de passer en revue les principales mesures d'aménagement applicables au stock naturel de Pectinidés dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Dans l'hypothèse d'une mise en exploitation des stocks, il conviendra en priorité d'être vigilant sur la taille minimale de capture et le cas échéant sur les quotas. Ainsi, en Métropole, où pourtant la pêche à la Coquille Saint Jacques est fortement réglementée et surveillée, un dépassement de 38 % du quota global décidé par le Comité Interprofessionnel de la Coquille St-Jacques a été constaté en 1988.

CONCLUSION GENERALE

Aucun texte ne régleme actuellement la pêche des Pectinidés en Nouvelle-Calédonie. Pour aboutir à une législation cohérente, il est nécessaire de prendre en compte les aspects biologiques, technologiques, économiques et sociaux impliqués dans cette activité. Seule une synthèse entre les exigences politiques, administratives, professionnelles et scientifiques permettra une gestion rationnelle du stock. Nos travaux ont pour but de donner aux autorités compétentes les éléments biologiques permettant de statuer sur l'opportunité d'une exploitation professionnelle. Nous avons retenu en priorité l'option pêche qui pourra éventuellement être complétée par l'aquaculture.

La taille de première maturité sexuelle a été déterminée pour trois Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie ; elle est de 54 mm pour *Annachlamys flabellata*, de 60 mm pour *Mimachlamys gloriosa* et de 70 mm pour *Comptopallium radula*. La sex-ratio n'est pas différente de 1 pour ces espèces. Le calcul de la sex-ratio globale masque d'importantes variations en fonction de la taille.

Le cycle de reproduction des Pectinidés de Nouvelle-Calédonie a été suivi mensuellement puis avec une fréquence hebdomadaire, grâce au suivi d'indices gonadiques. *Mimachlamys gloriosa* et *Comptopallium radula* peuvent se reproduire toute l'année. Seul *Annachlamys flabellata* possède une période préférentielle de reproduction (entre décembre et février), toutefois des pontes partielles peuvent être observées tout au long de l'année. Les pontes de tous les pectinidés calédoniens semblent être en rapport avec les variations des paramètres du milieu (température et salinité notamment).

Diverses stimulations ont été mises en oeuvre pour obtenir la ponte de *Mimachlamys gloriosa* en aquarium. Le choc thermique n'est pas adapté pour induire la ponte chez *M. gloriosa* alors qu'il l'est pour *Bractechlamys vexillum*. Les meilleurs résultats sont obtenus avec la stimulation chimique (injection intragonadique de Sérotonine) : pour *M. gloriosa*, la ponte intervient quelques heures après l'injection. La larve D apparaît au bout de 48 heures pour les deux espèces et mesure 90 à 95 μm . La larve devient sédentaire au bout de deux semaines. La métamorphose intervient 15 à 18 jours après la fertilisation quand la larve mesure 200 μm . Une alimentation lyophilisée a été testée, elle donne de bons résultats ; elle est préférable à une alimentation fraîche car peut être préparée à l'avance, facilement stockée et ne contamine pas les élevages lors de l'apport de nourriture. Le recours aux antibiotiques, pour lutter contre les infections bactériennes, doit se faire avec d'extrêmes précautions, les antibiotiques pouvant être une cause de mortalité pour les larves.

Nous avons estimé la croissance des quelques Pectinidés de Nouvelle-Calédonie avec la méthode de capture-recapture. Cette technique ne permet pas d'estimer le paramètre t_0 de l'équation de Von Bertalanffy, c'est à dire l'âge théorique où la longueur est nulle. Le modèle de Von Bertalanffy ne s'applique correctement qu'aux adultes. Il permet cependant une première approche de la modélisation de la croissance et ses paramètres peuvent être utilisés dans les modèles de dynamique de population. La croissance des Pectinidés étudiés est rapide. La taille de première maturité sexuelle est atteinte la première année chez *Bractechlamys vexillum*, avant la seconde année chez *Mimachlamys gloriosa* et dans la deuxième année pour *Comptopallium radula*. L'accroissement annuel est ensuite très faible ; il n'est pas uniforme et nous avons observé des variations saisonnières pour deux des espèces étudiées. Ces fluctuations ne sont pas du même ordre pour chaque Mollusque, mais elles sont toujours liées à la température ou à la quantité de nourriture disponible. Nous avons montré qu'au sein de la famille des Pectinidés, il était possible de séparer les individus en fonction de leur taux de croissance ; deux sous-groupe

peuvent ainsi être distingués. Les individus du premier sous-groupe ont un taux de croissance supérieur à 1 (de 1 à 2.8), ce sont : *Amusium balloti*, *Bractechlamys vexillum* et *Mimachlamys gloriosa*. Les Pectinidés du second groupe ont un taux de croissance inférieur à 1.

Les fortes densités de *Bractechlamys vexillum* sont associées à des profondeurs comprises entre 8 et 25 mètres, à des quantités de matières en suspension inférieures à 6.10^{-3} g.l⁻¹, et surtout aux zones à Caulerpales. *Mimachlamys gloriosa* se rencontre dans les zones où la profondeur n'excède pas les 25 m et où le pourcentage de matière organique est inférieur à 30%. Il ne semble pas y avoir dans le lagon sud-ouest de zone spécifique de recrutement. Les coquilles de *M. gloriosa* sont surtout colonisées par des éponges rougeâtres (genre *Cliona*, *Clathria*, *Mycale*) mais aucune relation n'a pu être mise en évidence entre la longueur de la coquille et la nature de l'éponge recouvrante. En outre, toutes les coquilles ne sont pas nécessairement recouvertes par des éponges. Une association mutualiste s'est créée entre le Pectinidé et le Spongiaire. Le premier permet au second de se déplacer et donc d'échapper aux prédateurs (Nudibranches). Le second apporte au premier de la nourriture par l'intermédiaire du courant d'eau qu'il crée et permet également au pectinidé de se cacher des prédateurs. *M. gloriosa* se fixe préférentiellement, mais pas exclusivement, aux tubes d'*Euniphysa tubifex*. Aucune relation n'a pu être établie entre la longueur de la coquille et la hauteur de fixation du Pectinidé. En vivant fixé à un support *M. gloriosa* s'affranchit du sédiment et peut se rencontrer aussi bien sur des fonds de sables gris que sur des fonds de vases. Cette espèce a, elle aussi, une préférence pour les zones à Caulerpales.

Le stock de Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie est évalué à environ 5 300 tonnes. Il est constitué à 75 % par *Bractechlamys vexillum* (soit 3 900 tonnes) et à 23 % par *Mimachlamys gloriosa* (soit 1 200 tonnes). La biomasse varie notablement selon la taille considérée, si l'on ne considère que les individus matures, le stock n'est plus que de 3 600 tonnes pour *B. vexillum* et 700 tonnes pour *M. gloriosa*. Cette situation générale masque certains faits qui devront être pris en compte par les éventuels exploitants : *B. vexillum* ne se rencontre que sur des fonds de sables gris où il est réparti en taches séparées par de grands espaces vierges ; *M. gloriosa* se rencontre beaucoup plus fréquemment mais en faible densité.

Nous avons estimé la mortalité naturelle pour deux Pectinidés du lagon sud-ouest, elle est de 0.42 pour *Mimachlamys gloriosa*, de 0.53 pour *Comptopallium radula* et de 0.80 pour *Bractechlamys vexillum*. Ne disposant pas de statistique de pêche, nous avons estimé la prise par unité d'effort pour une pêche en scaphandre autonome sur des zones à fortes et à faibles densités. Pour la même zone, nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse d'égalité du nombre et de la taille des prises entre plongeurs ; en revanche, nous pouvons rejeter l'hypothèse d'égalité de nombre de prises entre zones. Il ne faut pas espérer plus d'une dizaine de kilogrammes par heure et par plongeur dans une zone favorable. Les Pectinidés récoltés ont des tailles légèrement supérieures à la taille de première maturité sexuelle. Il faudra donc veiller à faire respecter la taille minimale de capture. Le rendement optimal pour *Mimachlamys gloriosa* sera atteint avec un âge de première capture de 1.8 ans, c'est à dire une taille d'environ 62 mm. Pour *Bractechlamys vexillum* nous obtiendrons la production maximale avec une taille de première capture de 40 mm (soit un âge de 11 mois). Les rendements maximum sont atteints, pour *Comptopallium radula*, avec une taille minimale de capture égale à 70 mm (3 ans). Si on fait varier la taille minimale de capture de 40 à 42 mm pour *B. vexillum* le stock passe de 3 600 à 900 tonnes et de 700 à quelques tonnes pour *M. gloriosa* pour un changement de taille minimale de capture de 60 à 62 mm. La production attendue à l'équilibre d'une pêcherie, dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie est d'environ 700 tonnes de coquilles par an (soit environ 100 tonnes de parties comestibles/an), pour l'ensemble des pectinidés.

Nous avons souligné les principales caractéristiques à prendre en compte pour une gestion rationnelle du stock de Pectinidés dans le lagon sud-ouest. Les tailles minimales de capture que nous suggérons sont 40 mm pour *Bractechlamys vexillum*, 62 mm pour *Mimachlamys gloriosa*, 73 mm pour *Comptopallium radula*. Il serait préférable d'interdire la pêche d'*Annachlamys flabellata*. La seule pêche envisageable est une pêche professionnelle en plongée. Le plongeur peut être un très bon engin de pêche et peut, avec de l'entraînement, sélectionner la taille de ses captures. Il sera préférable de définir des quotas de pêche.

Les Pectinidés du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie représentent, en l'état actuel, une ressource réelle mais limitée. L'état des stocks que nous avons constaté ne donne qu'un reflet instantané de leurs particularités et ne permet notamment pas de statuer sur les relations entre le stock et le recrutement. Il convient donc d'envisager avec prudence une pérennisation de nos résultats et le suivi régulier d'une éventuelle pêcherie est nécessaire à sa gestion rationnelle à long terme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALANDA-ARANDA D., CHEBAB-CHALABI L. et LUCAS A., 1986. Passage de l'endotrophie à l'exotrophie chez les larves de *Mytilus edulis*. *Oceanologica acta.*, 9(1) : 97-103.
- ALLEN K.R., 1971. Relation between Production and Biomass. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 28 : 1573-1581.
- ALLEN R.L. & CRANFIELD H.J., 1976. A dredge survey of the oyster population in Foveaux Strait. *Rapp. p-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 175 : 50-62.
- ANTOINE L., 1979. La croissance de la coquille saint-Jacques (*Pecten maximus*) et ses variations en mer Celtique et en Manche. Thèse 3ème cycle; univ. Bretagne Occidentale : 148pp.
- ANTOINE L., ARZEL P., LAUREC A. et MORIZE E., 1979b. La croissance de la coquille saint-Jacques (*Pecten maximus* (L.)), dans les divers gisements français. *Rapp. p-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.*, 175 : 85-90.
- BAIRD R.H., 1959. Factors affecting the efficiency of dredges. Kristjonsson H. eds., *Modern fishing gear of the world.*, 2 : 222-224. Fishing News Books Ltd, London.
- BALSAX F., 1988. Etude de la reproduction du bivalve pectinidé *Bractechlamys vexillum* dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. D.E.A. Biologie marine, univ. Bordeaux I-ORSTOM. : 18pp.
- BARBER J.B. & BLAKE N.J., 1983. Growth and reproduction of the bay scallop, *Argopecten irradians* (Lamarck) at its southern distributional limit. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 66 : 247-256.
- BARBER B.J. & BLAKE N.J., 1991. Reproductive physiology. In : *Scallops : biology, ecology and aquaculture*. S. E. Shumway (ed.). Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, 377-428.
- BAYNE B.L., 1965. Growth and delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis*. *Ophelia.*, 2(1) : 1-47.
- BEDDINGTON J.R. and COOKE J.G., 1983. The potential yield of fish stocks. FAO Fish. Techn. Paper., No. 242 : 47pp.
- BEUL A.G., 1965. Ecological variation of *Chlamys dieffenbachi* (Reeve) (Mollusca: Lamellibranchiata). *Trans. R. Soc. N.Z.* : 93-96.

- BEVERTON R.J.H., 1954. Notes on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish population. *U.S. Fish. Lab.*, Beaufort, N.C. Misc. Contrib., 2.
- BEVERTON R.J.H. & HOLT S.J., 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fisheries investigations. 2(19) : 533pp. MAAF London.
- BLAKE N.J. & SASTRY R.N., 1979. Neurosecretory regulation of oogenesis in the bay scallop *argopecten irradians irradians* (Lamarck). In 'Cyclic phenomena in Marine Plants and Animals'. (eds. E.N. Naylor and R.G. Hartnoll.) (Pergamon: London).
- BLOOM S.A., 1975. The motile espace reponse of a sessile prey : a sponge-scallop mutualism. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 17 : 311-321.
- BORKOWSKI T.V., 1974. Growth, mortality and productivity of south floridian Littorinidae (Gastropoda: Prosobranchia). *Bulletin of Marine Science.*, 24(2) : 409-438.
- BOUCHER G. & CLAVIER J., 1990. Contribution of benthic biomass to overall metabolism in New Caledonia lagoon sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 64 : 271-280.
- BOURRET P., 1979. Huitres et essais ostréicoles en Nouvelle-Calédonie. *Coll. Utilisation ress. Mer, Territoire Français du Pacifique.*, 6pp.
- BRAND A.R., PAUL J.D. & HOOGESTEGER J.N., 1980. Spat settlement of the scallops *Chlamys opercularis* (L.) and *Pecten maximus* (L.) on artificial collectors. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 60 : 379-390.
- BREY T., 1986. Estimation of annual P/B ratio and production of marine benthic invertebrates from length-frequency data. *Ophelia.*, Suppl. 4 : 45-54.
- BROOM M.J., 1976. Synopsis of biological data on scallops *Chlamys (Aequipecten) opercularis* (Linnaeus), *Argopecten irradians* (Lamarck) and *Argopecten gibbus* (Linnaeus). *FAO Fisheries Synopsis.*, No. 114.
- BROOM M.J. & MASON J., 1978. Growth and spawning in the pectinid *Chlamys opercularis* in relation to temperature and phytoplankton concentration. *Mar. Biol.* (Berlin), 47 : 277-285.
- BUESTEL D., THOMASSIN B. et MINGANT C., 1984. Prospection "Pectinidé" (Mollusques, Bivalves) dans le lagon S.W. de Nouvelle-Calédonie (région de Nouméa). Rapp. mission CORDET. 1983. contrat n°213251., 15 Mai - 12 Juin 1984.
- CADDY J.F., 1968. Underwater observation on scallop (*Placopecten magellanicus*) behaviour and drag efficiency. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 25 : 2123-2141.
- CASTAGNA M. & DUGGAN W.P., 1971. Rearing of the bay scallop *Aequipecten irradians*. *Proc. Natl. Shellfish Assoc.*, 61 : 80-85.
- CHAPMAN C.J., MASON J. & KINNEAR J.A.M., 1977. Diving observations on the efficiency of dredges used in the scottish fishery for the scallop *Pecten maximus* (L). *Scot. Fish. Res.*, 10 : 1-16.
- CHARDY P. & CLAVIER J., 1988a. Biomass and trophic structure of the macrobenthos in the south-west lagoon of New Caledonia. *Mar. Biol.*, 99 : 195-202.
- CHARDY P., CLAVIER J., GERARD P., LABOUTE P., MARTIN A., et RICHER DE FORGES B., 1987. Etude quantitative du benthos dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Liste taxonomique, densités et biomasses. *Rapp. Scien. Techn.*, ORSTOM-Nouméa. 44 : 81pp.
- CHARDY P., CHEVILLON C. & CLAVIER J., 1988. Major benthic communities of the south-west lagoon of New Caledonia. *Coral Reefs.*, 7 : 69-75.
- CLAVIER J., 1987. Contribution à la mise en valeur des populations d'ormeaux (*Haliotis tuberculata* L.). Thèse de Doctorat., univ. Paris VI. Océanologie biologique : 319pp.

- CLAVIER J., 1991. Etat des connaissances sur *Amusium balloti* (Bivalve, Pectinidé) dans les lagons de Nouvelle-Calédonie. *Conv.: Sci. Mer : Biol. mar.*, 4 : 54pp.
- CLAVIER J., et LABOUE P., 1987. Connaissance et mise en valeur du lagon nord de Nouvelle-Calédonie : premiers résultats concernant le bivalve pectinidé *Amusium japonicum balloti* (étude bibliographique, estimation de stock et données annexes). *Rapp. Scien. Tech. ORSTOM-Nouméa.*, 48 : 73pp.
- COCHARD J.C. et GERARD A., 1987. Production artificielle de naissain de Coquilles saint Jacques *Pecten maximus* (L.) en rade de Brest. Analyse des facteurs affectant la croissance larvaire. *Sixth International Pectinid Workshop.*, Menai Bridge, U.K.
- COCHRAN W.G., 1977. Sampling techniques. 3rd edition. J. Wiley & Sons, New-York : 428pp.
- COMELY C.A., 1974. Seasonal variations in the flesh weights and biochemical content of the scallop *Pecten maximus* (L.) in Clyde sea area. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 35(3) : 281-295.
- CONAN G. & SHAFEE M.S., 1978. Growth and biannual recruitment of the black scallop *Chlamys varia* (L.) in Lanveoc area, Bay of Brest. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 35 : 59-71.
- CONWAY G.R., GLASS N.R. & WILCOX J.C., 1970. Fitting nonlinear models to biological data by Marquardt algorithm. *Ecology.*, 51 : 303-307.
- COSTELLO T.J., HUDSON J.H, DUPUY J.L. & RIVKIN S., 1973. Larval culture of the callico scallops, *Argopecten gibbus*. *Proc. Natl. Shellfish. Ass.*, 63 : 72-76.
- CSIRKE J. & CADDY J.F., 1983. Producing modeling using mortality estimates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40 : 43-51.
- DAOU R. et GOULLETQUER P., 1988. Effets de la turbidité sur les palourdes adultes *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve): croissance, mortalité, effort de reproduction, composition biochimique. *Océanis.*, Vol. 14, Fasc. 4 : 375-389.
- DICKIE L.M., 1955. Fluctuations in abundances of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in the Digby area of the bay of Fundy. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 12 : 797-857.
- DIJKSTRA H.H., RICHER DE FORGES B., CLAVIER J. & LEFORT Y., 1989. Pectinidae found on the soft bottoms of the New-Caledonian and Chesterfield lagoons. I. *Rossiniana.*, 45 : 21-24.
- DIJKSTRA H.H., RICHER DE FORGES B., CLAVIER J. & LEFORT Y., 1990a. Pectinidae found on the soft bottoms of New-Caledonian and Chesterfield lagoons. II. *Rossiniana.*, 46 : 3-10.
- DIJKSTRA H.H., RICHER DE FORGES B., CLAVIER J. & LEFORT Y., 1990b. Pectinidae found on the soft bottoms of the New-Caledonian and Chesterfield lagoons. III. *Rossiniana.*, 47 : 3-10.
- DIX T.G. & SJARDIN M.J., 1975. Larvae of the commercial scallop, *Pecten meridionalis* from Tasmania, Australia. *Aust. J. mar. Freshw. Res.*, 26 : 109-112.
- DREDGE M.C.L., 1981. Reproductive biology of the saucer scallop *Amusium japonicum balloti* (Bernardi) in central Queensland waters. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 32 : 775-787.
- DREDGE M.C.L., 1985. Estimates of natural mortality and yield-per-recruit for *Amusium japonicum balloti* Bernardi (Pectinidae) based on tag recoveries. *J. Fish. Res.*, 5 : 103-109.
- DREDGE M.L.C., ZACHARIN W.F. & JOLL L.M., (editors) 1989. Proceedings of the Australian scallop workshop. Hobart, Australia : 290pp.
- DUPOUY H., 1982. Comparative study of scallop drags used in France. *Can. Trans. Fish. Aqu. Sci.*, 4901 : 1-11.
- EAGAR R.M.C., STONE N.M. & DICKSON P.A., 1984. Correlations between shape, weight and thickness of shell in four populations of *Venerupis rhomboides*. *Moll. Stud.* : 19-38.

- FISHER R.A., 1940. The precision of discriminant functions. *Ann. Eugen. Lond.*, 10 : 422-429.
- FOSTER-SMITH R.L., 1975. The effect of concentration of suspension on the filtration rates and pseudofaecal production for *Mytilus edulis* L., *Cerastoderma edule* L. and *Venerupis pullastra*. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 17 : 1-22.
- FRETTER V. & GRAHAM A., 1964. Reproduction. In "Physiology of Mollusca" (K.M. Wilbur and C.M. Yonge, eds.), Academic Press, New York. vol. 2, : 127-164.
- GALTSOFF P.S., 1964. The american oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Fish. Bull.* 60 : 1-480.
- GERARD A., SALAUN M. et TRITAR S., 1989. Critères de compétence des larves à la métamorphose chez *Pecten maximus*. *Haliotis.*, 19 : 373- 380.
- GIBSON F.A., 1956. Escallops (*Pecten maximus* L.) in Irish waters. *Sci. Proc. R. Dublin Soc.*, 27(8) : 253-270.
- GOLIKOV A.N. & SCARLATO O.A., 1970. Abundance, dynamics and production properties of edible bivalves *Mizuhopecten yessoensis* and *Spisula sachalinensis* related to the problem of organisation of controllable submarine farms at the western shores of the Sea of Japan. *Helgolander wiss. Meeresunters.*, 20 : 498-513.
- GRANDPERRIN R. et CABOCHE C., 1968. Aperçu sur l'action des procédés de conservation sur la biomasse d'organismes micronectoniques et macroplanctoniques. *J. Cons. Inter. Explo. Mer.*, 32(2) : 209-215.
- GRUFFYDD L.I.D., 1972. Mortality of scallops on a Manx scallop bed due to fishing. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 52 : 449-455.
- GRUFFYDD L.I.D., 1974. The influence of certain environmental factors on the maximum length of the scallop *Pecten maximus*. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 35 : 300-302.
- GRUFFYDD L.I.D. & BEAUMONT A.R., 1972. A method of rearing *Pecten maximus* larvae in the laboratory. *Mar. Biol.*, 15 : 350-355.
- GULLAND J.A., 1969. Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie : Analyse des populations. *Man. F.A.O. Sci. Halieut.*, 4 : 160pp.
- GULLAND J.A., 1971. The fish resources of the ocean. West By-fleet, Surrey, Fishing News (Books), Ltd., for FAO, 225p. Rev. eds. of FAO Fish. Techn. Paper., No. 97 : 425pp.
- GULLAND J.A. & HOLT S.J., 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Conseil.*, 25 : 47-48.
- HARISSON A.J., 1961. Annual reproductive cycles in the Tasmanian scallop *Notovola meridionalis*. B. Sc. (Hons) Thesis, univ. Tasmania.
- HEALD D.I. & CAPUTI N., 1981. Some aspects of growth, recrutement and reproduction in the saucer scallop, *Amusium balloti* (Bernardi, 1861) in Shark Bay, western Australia. *Fish. Res. Bull. West. Aust.*, 25 : 1-33.
- HEARD W.H., 1975. Sexuality and other aspects of reproduction in *Anodonta* (Pelecypoda: Unionidae). *Malacologia.*, 15 : 81-103.
- HENNICK D.P., 1970. Reproductive cycle, size and maturity, and sexual composition of commercially harvested weathervane scallops (*Patinopecten caurinus*) in Alaska. *J. Fish. Res. Board Can.*, 27 : 2112-2119.
- HERAL M., DESLOUS-PAOLI J.M., RAZET D. et PROU J., 1983. Essai de mise en évidence *in situ* de paramètres biotiques et abiotiques de l'eau et de l'interface eau-sédiment intervenant dans la production de l'huître *Crassostrea gigas*. *Océanis.*, Vol. 10, Fasc. 4 : 465-475.

- HOENIG N.A. & HANUMARA R.C., 1983. Statistical considerations in fitting seasonal growth models for fishes. I.C.E.S. C.M. 1983/D:25 : 25pp.
- HOEPE K., 1959. Das reaktionskinetische grundgesetz auf das wachstum bezogen und andersens wachstum formulierungen gegenübergestellt. *Diss. Gie-en*.
- HOWELL T.R.W., 1983. A comparaison of efficiencies of two types of Scottish commercial scallop dredge. *Int. Coun. Explor. Sea*. DAFS Mar. Lab. Aberdeen (Mimeo).
- HUXLEY J.J., 1932. Problems of relative growth. London.
- JOLL L.M., 1989. Swimming behaviour of the saucer scallop *Amusium balloti* (Mollusca ; Pectinidae). *Mar. Biol.*, 102 : 299-305.
- KAWAMATA K., 1988. Gonadal development of cultured scallops, *Patinopecten yessoensis* (Jay), off Rumoi, Hokkaido. *Scientific Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.*, No. 31 : 9-13.
- KIRSBY-SMITH W.W., 1972. Growth of the bay scallop: the influence of experimental water currents. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 8 : 7-18.
- KIRSBY-SMITH W.W. & BARBER R.T., 1974. Suspension-feeding aquaculture systems: effects of phytoplankton concentration and temperature on growth of the bay scallop. *Aquaculture.*, 3 : 135- 145.
- KNIGHT W., 1969. A formulation of the von Bertalanffy growth curve when the growth rate is roughly constant. *J. Fish. Res. Board Can.*, 25 : 1303-1307.
- KOJIMA H., 1975. A study on the growth of the shell of *Haliotis discus discus* (Gastropoda: Haliotidae) - 1 : Age and growth. *Aquaculture.*, 23(2) : 61-66.
- KOMURA A. & WADA K., 1988. Seasonal changes of gonad in the cultured scallops, *Chlamys nobilis*. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture.*, No. 14, 125-132.
- KORRINGA P., 1957. Water temperature and breeding throughout the geographical range of *Ostrea edulis*. *Année Biol.*, 33 : 1-17.
- LAUREC A., et LE GUEN J.C., 1981. Dynamique des populations exploitées Tome 1 - Concepts et modèles. *Rapp. Scient. Tech. CNEXO.*, 45 : 177pp.
- LE BORGNE Y., MARTIN J. et VERGONZANNE G., 1979. Cultures et élevages de masse dans le contexte d'une éclosionerie nurserie de Mollusques Bivalves: les productions phytoplanktoniques et le grossissement des post-larves. *PUBL. CNEXO.*, Actes de Coll. n°7.
- LEWIS J.B., AXELSEN F., GOODBROY J., PAGE C., CHISLETT G. & CHAUDHOURY M., 1979. Latitudinal differences in growth rates of some intertidal marine mollusks in the Carribean. *Mar. Sc. Manuscript Rep.*, 12, Mc Gill Univ., MONTREAL : 88pp.
- LLANA M.E.G., 1988. Growth, mortality and recruitment of the asian moon scallop (*Amusium pleuronectes*) in the Visayan sea, Philippines. *FAO Fisheries Report.*, No 389 : 16-24.
- LOOSANOFF V.L., DAVIS H.C. & CHANLEY P.E., 1966. Dimensions and shapes of larvae of some marine bivalve molluscs. *Malacologia.*, 4 : 351-435.
- LUBET P., BESNARD J.Y., FAVERIS R. et ROBBIN I., 1987. Physiologie de la reproduction de la coquille saint Jacques (*Pecten maximus* L.). *Oceanis.*, 13(3) : 265-290.
- LUCAS A., 1963. Recherches sur la sexualité des Mollusques Bivalves. Thèse 3ème cycle, univ. Brest : 135pp.
- LUCAS A. et PRIEUR D., 1974. Contrôle bactérien des élevages des larves de bivalves. *Publ. CNEXO.*, Actes de Coll. n°1 : 11-23.

- LURO C., 1985. Etude des communautés benthiques du lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie et d'une population de Pectinidae: *Comptopallium vexillum*. Rapp. de stage : Bevet de Techn. Sup. Mer. Nouméa : ORSTOM. 40 pp.
- Mac DONALD B.A. & BOURNE N.F., 1987. Growth, reproductive output and energy partitioning in weathervane, *Patinopecten caurinus*, from British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44 : 152-160.
- Mac DONALD B.A. & THOMPSON R.J., 1988. Intraspecific variation in growth and reproduction in latitudinally differentiated populations of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Biol. Bull.*, 175 : 361-371.
- MAC LOUGHLIN R.J., YOUNG P.C., MARTIN R.B. & PARSLOW J., 1991. The Australian scallop dredge: estimates of catching efficiency and associated indirect fishing mortality. *Fish. Research*, 11 : 1-24.
- MACKIE G.L., 1983. Bivalves. *The Mollusca*, Wilbur et Saludin. Vol. 7, Reproduction : 351-418.
- MARTIN V., 1978. Etude quantitative des populations bactériennes dans l'eau de mer utilisée pour les élevages de larves de Bivalves. *D.E. A.*, univ. Brest : 39 pp.
- MASON M., 1958. The breeding of the scallop *Pecten maximus* L. in Manx waters. *J. Mar. Biol. U.K.*, 36 : 473-492.
- MAUCORPS A., 1982. Concepts de base de l'aménagement des pêcheries. *La Pêche Maritime*.
- NAIDU K.S., 1970. Reproduction and breeding cycle of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in Port au Port Bay, Newfoundland. *Can. J. Zool.*, 48 : 1003-1012.
- PAULY D., 1982. Une sélection de méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. F.A.O. Circ. Pêches., 729 : 63pp.
- PICKETT G.D. & FRANKLIN A., 1975. The growth of the queen scallops (*Chlamys opercularis*), in cages off Plymouth, south-west England. *ICES CM*. 1975/K : 20pp.
- POINSARD F. et LE GUEN J.C., 1975. Observation sur la définition d'une unité d'effort de pêche applicable à la pêcherie de thon de l'Atlantique tropical africain. *Rapp. p-v réunion cons. int. Explor. Mer.*, 168 : 39-47.
- POSTEL E., 1973. Cours de théorie des pêches (Dynamique des populations exploitées). univ. Rennes : 116pp.
- RALPH R. & MAXWELL J.G.H., 1977. Growth of two Antarctic lamellibranchs: *Adamussium colbecki* and *Laternula elliptica*. *Mar. Biol.*, 42 : 171-175.
- RAO K.V., 1951. Observations on the probable effects of salinity on the spawning, development and setting of the Indian backwater oyster, *Ostrea madrasensis* Preston. *Indian Acad. sci. Sect. B* 33B : 231-256.
- REDDIAH K., 1962. The sexuality and spawning of Manx pectinids. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 42 : 683-703.
- RICHARD G., 1982. Mollusques lagunaires et récifaux de Polynésie française. Inventaire faunistique - bionomique - bilan quantitatif - croissance et reproduction. Thèse Doct. d'Etat, univ. Paris VI. : 313pp.
- RICKER W.E., 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. *Bull. Fish. Res. Board Can.* : 409pp.
- RIKHTER V.A. & EFANOV V.N., 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish population. I.C.N.A.F. Res. Doc., 76/VI/8 : 12pp.
- ROE R.B., CUMMINS A. & BULLIS H.R., 1971. Alico scallop distribution, abundance and yield off eastern Florida 1967-1968. NOAA/NMFS *Fish. Bull.*, 69 : 399-409.
- ROLFE M.S., 1969. The determination of the abundance of scallop and the efficiency of the Baird dredge. ICES, CM 1969, Document K:22, 5pp *Mimeo*.

- ROSE R.A. & DIX T.G., 1984. Larval and juvenile development of the doughboy scallop *Chlamys (Chlamys) asperrimus* (Lamarck). (Mollusca, Pectinidae). *Aust. J. mar. Freshw. Res.*, 35 : 315-323.
- ROSE R.A., CAMPBELL G.R. & SANDERS S.G., 1988. Larval development of the saucer scallop: *Amusium japonicum balloti* (Bernardi); (Mollusca, Pectinidae). *Aust. J. mar. Freshw. Res.*, 39 : 153-160.
- ROUGERIE F., 1986. Le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie : Spécificité hydrologique, Dynamique et Productivité. *Etudes et Thèses.*, Edition de l'ORSTOM. : 234pp.
- SASTRY A.N., 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae). In "Reproduction of Marine Invertebrates" (A.C. Giese and J.S. Pearse, eds.), Academic Press, New York., Vol.5 : 113-292.
- SAUSE B.L., GWYTHYER D., HANNA P.J. & O'CONNOR N.A., 1987. Evidence for winter-spring spawning of the scallop: *Pecten alba* (Tate) in Port Philipp Bay. *Aust. J. mar. Freshw. Res.*, 38 : 329-337.
- SCHERRER B., 1983. Techniques de sondage en écologie. in : Frontier s. (Eds.) : Stratégie d'échantillonnage en écologie., Coll. Ecologie, 17. Masson, Paris : 63-162.
- SCHNUTE J., 1982. A manual for easy non-linear parameter estimation in fishery research, with interactive microcomputer programs. *Can. Tech. Report Fish. Aquat. Sci.*, 1140 : 115pp.
- SERCHUCK F.M. & SMOLOWITZ R.J., 1980. Size selection of sea scallops by an offshore scallop survey dredge. ICES CM 1980/K:24 : 1-38.
- SHAFEE M.S. & LUCAS A., 1980. Quantitative studies on the reproduction of black scallop, *Chlamys varia* (L.) from Lanveoc area (Bay of Brest). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 42 : 171-186.
- SPARRE P., URSIN E. & VENEMA S.C., 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1. Rome, FAO : 337pp.
- STANLEY C.A., 1967. The commercial scallop, *Pecten maximus* in Northern Irish waters. Ph.D. Thesis, Queen's University of Ireland, Belfast, Ireland : 111pp.
- SUNDET J.H. & LEE J.B., 1984. Seasonal variations in gamete development in the Iceland Scallop, *Chlamys islandica*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 64 : 411-416.
- TAYLOR A.C., & VENN T.J., 1978. Growth of the queen scallop, *Chlamys opercularis* from the clyde sea area. *J. mar. Biol. Ass. U.K.*, 58 : 687-700.
- THEISEN B.F., 1973. The growth of *Mytilus edulis* (L.) from Disko and Thule District, Greenland. *Ophelia.*, 12 : 59-77.
- THOMPSON R.J., 1977. Blood chemistry, biochemical composition, and annual reproductive cycle in the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, from southeast Newfoundland. *J. Fish. Res. Board Can.*, 34 : 2104-2116.
- THORSON G., 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc.*, 25 : 1-45.
- URSIN E., 1979. Principles of growth in Fishes. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, 44 : 63-87.
- Von BERTALANFFY L., 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology.*, 10(2) : 181-213.
- WALFORD L.A., 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole.*, Vol. 90 : 141-147.
- WILLIAMS M.J. & DREDGE M.C.L., 1981. Growth of the saucer scallop *Amusium japonicum balloti* Habe in Central Eastern Queensland. *Aust. J. mar. Freshwater Res.*, 32 : 657-666.

- WILSON B.R., 1969. Survival and reproduction of the mussel *Xenostrobus securis* (Lamarck) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) in western Australia. Part II. Reproduction, growth and longevity. *J. Nat. Hist.*, 3 : 93-102.
- ZACHARIN W., 1988. Alternative dredge designs and their efficiency. *in*. M.C.L. Dredge, W. Zacharin and L.M. Joll (Editors), Proc. Aust. Scallop Workshop, Hobart, Australia : 92-102.

