

## ANNEXE 3

# REPRODUCTION DE *BERYX SPLENDENS* SUR LES MONTS SOUS-MARINS DE NOUVELLE-CALEDONIE

P. LEHODEY et P. MARCHAL

## 1. MATERIEL ET METHODE

### 1.1. ECHANTILLONNAGE ET PRELEVEMENTS

Lors des campagnes BERYX, les gonades de presque tous les *Beryx splendens* capturés furent prélevées et conservées congelées en même temps que les estomacs, dans des sachets plastiques avec une étiquette plastifiée identifiant le nom de la campagne, la station, les numéros de bouée et d'hameçon pour les captures à la palangre, la taille, le sexe et le stade de maturité défini selon l'échelle macroscopique utilisée par BROUARD & GRANDPERRIN (1984). Chaque prélèvement était en même temps reporté sur une fiche. Les poissons entiers ramenés au laboratoire pour extraction des otolithes ont été traités de la même manière mais furent de plus pesés avec précision. 5 452 *Beryx* (2 551 mâles, 2 854 femelles et 47 individus de sexe indéterminé) ont été échantillonnés à bord durant les campagnes qui se sont étalées sur une période d'une année (tableau 1) pour permettre le suivi de la maturation des gonades et déterminer ainsi la période de ponte. 58 gonades (30 mâles, 26 femelles et 2 individus de sexe indéterminé) provenant de la dernière campagne du "Humboldt" (30 mai au 12 juillet 1991) s'ajoute à celles des campagnes scientifiques ; toutefois leur mont d'origine n'est pas connu (B, C, D, J ou K) car elles ont été prélevées durant le déchargement en fin de campagne. Certaines gonades ont été fixées à bord dans du liquide de Bouin<sup>1</sup> durant 2 à 3 jours puis conservées dans de l'alcool méthylique à 75% en vue de la réalisation de coupes histologiques.

---

<sup>1</sup>Liquide utilisé pour la fixation des tissus constitué d'un mélange d'eau, de formol, d'acide picrique et d'acide acétique.

Tableau 1 - Prélèvements de gonades effectués durant les campagnes scientifiques BERYX (m : mâles, f : femelles, i : sexe indéterminé)

Campagne	Mont Date	B			D		K		Jumeau est	Total
		m	f	i	m	f	m	f	i	
BERYX 1	8 oct. - 18 oct. 91	183	205		140	149			1	678
BERYX 2	22 oct. - 31 oct. 91	452	228	9	27	10				726
BERYX 3	26 nov. - 6 déc. 91				27	63	58	59		207
BERYX 5	28 jan. - 6 fév. 92	145	667				12	11		835
BERYX 6	12 fév. - 18 fév. 92				109	148	11	26		294
BERYX 7	25 mars - 3 avr. 92	132	227		38	33	5	6		441
BERYX 8	7 avr. - 16 avr. 92	19	44		95	57				215
BERYX 9	4 août - 13 août 92	179	273		95	104	1	1		653
BERYX 10	18 août - 27 août 92	107	161		76	82	54	35		515
BERYX 11	13 oct. - 23 oct. 92	586	265	13					24	888
Total		1803	2070	22	607	646	141	138	25	5452

## 1.2. HISTOLOGIE

Un premier protocole expérimental a été utilisé à partir de celui défini par DELATHIERE (1990). Les résultats se sont avérés décevants, les phases de rinçage et de déshydratation notamment semblant insuffisantes. En collaboration avec le service d'anatomocytologie de l'Institut Pasteur de Nouméa, un nouveau protocole permettant d'utiliser les automates de l'institut a été mis au point. La fixation au Bouin a été abandonnée au profit de celle au formol (10%) réalisée au laboratoire sur des échantillons congelés. Le protocole retenu est détaillé en annexe. Des coupes de 3 à 5 microns ont permis de décrire les différents stades de la maturation des gonades à partir de photographies réalisées sur le microscope optique.

## 1.3. ETUDE DU CYCLE SEXUEL

Les études de maturité sexuelle par l'histologie (évolution de la taille des ovocytes et suivi des stades cellulaires de maturation) sont longues et délicates ; c'est pourquoi de nombreux auteurs ont cherché à définir un indice significatif de l'état de maturité des poissons (CONAND, 1976). En plus de l'observation des stades macroscopiques, ils ont retenu des indices prenant en compte le poids des gonades par rapport au poids ou à la taille du poisson. Le rapport gonado-somatique (RGS) est l'indice qui tient compte du poids du poisson ; suivant les études et les espèces étudiées, ce dernier peut correspondre à celui du poisson entier (sans les gonades) ou éviscéré pour tenter de diminuer les variations dues aux organes dont le poids peut varier selon les individus, la saison ou même l'heure de capture (estomac plein ou vide). L'indice ovarien (1), encore appelé indice gonado-somatique (IGS), utilise la longueur plutôt

que le poids du poisson ; selon CAYRE & FARRUGIO (1983, *in* GAERTNER, 1985), il a l'avantage d'être le plus souvent indépendant de la taille des individus.

Les poissons traités à bord furent seulement mesurés, les mouvements du navire n'autorisant pas une pesée suffisamment précise ; les gonades prélevées furent pesées ensuite au laboratoire à terre. Cette méthode a permis d'obtenir un nombre considérable de couples de valeurs (tableau 1) utilisées pour le calcul de l'IGS :

$$\text{IGS} = \frac{\text{Pgon}}{\text{L}^3} 10^4 \quad (1)$$

avec : Pgon = poids des gonades en g

L = longueur à la fourche en cm

#### 1.4. TAILLE DE MATURITE SEXUELLE

Ce paramètre est utilisé fréquemment en dynamique des populations (LE GUEN, 1971 ; LAUREC & LE GUEN, 1981) ; il permet également, dans une étude de fécondité, d'estimer la contribution des poissons de petite taille à la production totale d'oeufs (CONAND, 1976). Plusieurs définitions de la taille de maturité sexuelle ont été données : certains auteurs utilisent les observations histologiques ; d'autres considèrent la taille de la plus grande femelle immature ou de la plus petite femelle mature (ABOUSSOUAN & LAHAYE, 1979) ; toutefois, de plus en plus souvent la taille à la maturité sexuelle est définie à partir de la courbe du pourcentage d'individus matures en fonction de la longueur, la taille de maturité étant alors considérée comme celle pour laquelle 50% de l'effectif est mature (GAERTNER, 1985 ; GARTNER, 1993). L'âge adulte n'étant pas atteint chez tous les poissons d'une espèce à la même longueur, la fonction décrivant la probabilité qu'ils soient matures peut se représenter par une courbe logistique (SOMERTON, 1980 ; GAERTNER, 1985) dont l'équation (2) peut être linéarisée par transformation logarithmique (3) pour permettre une estimation des paramètres à l'aide d'une régression linéaire utilisant la méthode des moindres carrés. Ces paramètres peuvent également être estimés au moyen d'une régression non linéaire (SAS, 1988).

$$Y = \frac{1}{1 + A e^{-BX}} + \xi \quad (2)$$

avec : Y = proportion d'individus matures

X = longueur

A et B = constantes

$\xi$  = résidu

$$\text{Log} \frac{1-Y}{Y} = \text{Log}A + BX + \xi \quad (3)$$

Pour une proportion de 50% d'individus matures,  $Y = 0,5$  et  $\hat{X}_{0,5} = \frac{-\text{Log}A}{B}$

## 1.5. FECONDITE

Quelques fragments de gonades supposées au stade de ponte (stade 6) ont été conservés dans du liquide de Gilson (cf. chapitre matériel et méthode) en vue d'une numération des ovocytes pour l'estimation de la fécondité. Certains auteurs préconisent le formol (5%) pour fixer des échantillons d'ovaires dont les ovocytes sont ensuite séparés par simple agitation (FONTANA 1969 ; CONAND, 1976). En fait, il s'est avéré que les gonades congelées immédiatement après leur prélèvement pouvaient être utilisées directement pour la numération des ovocytes, une simple agitation dans l'eau d'un fragment d'ovaire décongelé suffisant à dissocier les ovocytes du stroma ovarien. Les comptages ont donc été réalisés principalement sur des échantillons frais décongelés. Une fois les gonades pesées, un fragment d'environ 1 cm<sup>3</sup> a été prélevé au hasard puis pesé avec précision avant d'être dilué dans une fiole d'eau de 252 ml. Après mise en suspension des ovocytes, un volume de 42 ml correspondant au volume d'une poire de prélèvement et au sixième de la fiole a été versé dans une cuve de Dollfus pour permettre la numération. Celle-ci a été effectuée en comptant dans la cuve les ovocytes contenus dans un carré sur deux, le nombre trouvé étant ensuite multiplié par deux puis rapporté à un g de gonade. En ce qui concerne les ovocytes posés sur les arêtes des carrés de la cuve, seule la moitié d'entre eux ont été pris en compte.

## 2. RESULTATS

### 2.1. OBSERVATIONS HISTOLOGIQUES

Il n'existe apparemment pas de travaux histologiques sur *Beryx splendens*, En revanche, nombreux sont ceux qui concernent d'autres espèces de poissons ; l'analyse des coupes histologiques réalisées s'inspirent de quelques uns d'entre eux (FONTANA, 1969 ; TONG & VOOREN, 1972 ; CONAND 1976 ; GARTNER, 1993 ; BENTIVEGNA & BENEDETTO, 1993).

### 2.1.1. DESCRIPTION DES GONADES

Les ovaires sont constitués de deux ventricules de forme triangulaire (fig. 1) maintenus dans la partie postérieure de la cavité abdominale par le mésovarium. Ils s'unissent pour former un oviducte très court qui débouche dans l'orifice uro-génital. Une coupe transversale (fig. 1) montre l'existence d'une paroi musculaire entourée d'une fine membrane et formée de fibres lisses, longitudinales vers l'extérieur et circulaires vers l'intérieur. Les lamelles ovariennes, entourées d'un tissu conjonctif lâche, convergent vers la cavité centrale (lumière) ; elles sont formées par l'épithélium ovarien sur lequel sont disposés les ovogonies et ovocytes. Les muscles, en se contractant, feraient progresser vers l'oviducte les oeufs libérés après ovulation.

Les testicules sont de type lobulaire avec une forme grossièrement triangulaire (fig. 2) et plus ou moins découpés. Une fine paroi musculaire externe entoure de nombreux lobules visibles en coupe transversale (fig. 2) et maintenus entre eux par du tissu conjonctif. Chaque lobule est constitué de cystes contenant des cellules germinales aux différents stades de la spermatogenèse. Au moment de la spermiation, les spermatozoïdes sont évacués dans la lumière centrale connectée au canal déférent. Les canaux déférents des deux lobules se rejoignent à l'extrémité postérieure des testicules pour former un seul canal qui s'ouvre presque immédiatement sur le pore génital.

### 2.1.2. OVOGENESE

Les ovogonies peuvent être isolées ou regroupées le long du bord interne de la lamelle ovarienne près de l'épithélium germinale. Elles présentent un noyau bien développé contenant un nucléole généralement central. Par accroissement de leur cytoplasme, les ovogonies se transforment en ovocytes qui après la méiose entrent en vitellogenèse.

Les ovocytes au stade 1 ont une taille comprise entre 25 et 50  $\mu$  ; leur cytoplasme homogène est fortement basophile. Le noyau sphérique contient plusieurs nucléoles au centre (fig. 1). Ceux-ci migrent ensuite vers la périphérie du noyau tandis que l'ovocyte continue sa croissance cytoplasmique (stade 2) et atteint un diamètre compris entre 40 et 100  $\mu$ . Les cellules sont entourées de fibres conjonctives (thèque folliculaire) et d'un épithélium folliculaire constitué de cellules à noyaux allongés (fig. 1).

Les ovocytes au stade 3 (diamètres de 100 à 250  $\mu$ ) peuvent être considérés comme entrant en début de maturation ; les cellules subissent d'importantes transformations qui concernent le noyau, le nucléoplasme et les membranes. Le cytoplasme devient moins basophile. La membrane nucléaire perd sa régularité et forme des villosités dans lesquelles s'insèrent les nucléoles ; autour du noyau apparaît une plage concentrique transitoire dans

laquelle se forment des vacuoles lipidiques (le stade 3 est souvent décrit comme une phase de vacuolisation). Le cytoplasme à la périphérie (cytoplasme cortical) prend un aspect radié dû à la présence de microvillosités. L'enveloppe continue (fig. 1) formée autour de l'ovocyte par les cellules de l'épithélium folliculaire devient nette à ce stade et atteint sa taille maximale ; elle est appelée granulosa. Entre cette enveloppe et la membrane cytoplasmique se développe une zone riche en mucopolysaccharides acides appelée membrane pellucide ou zona radiata. Elle est en effet traversée de stries radiaires par où passent les microvillosités du cytoplasme et les prolongements des cellules folliculaires.

Le stade 4 des ovocytes peut être identifié à une phase de vitellogenèse. Une couronne de globules vitellins apparaît à la périphérie tandis que les vacuoles lipidiques restent concentrées autour du noyau. Cet envahissement de l'espace cytoplasmique par les globules vitellins entraîne un accroissement des ovocytes dont le diamètre atteint 150 à 250  $\mu$ . La zona radiata s'est épaissie et la granulosa est entourée d'une thèque conjonctive (fig. 1).

Au stade 5, les ovocytes d'un diamètre de 230 à 400  $\mu$  présentent, entre l'étroite bande de cytoplasme cortical et le noyau, une distribution uniforme de vacuoles lipidiques et de globules vitellins séparés par quelques travées cytoplasmiques (fig. 1). La zona radiata continue de s'épaissir par addition de lamelles concentriques. Le noyau central finit par être repoussé vers la périphérie tandis que les globules vitellins d'une part et les gouttelettes lipidiques d'autres part confluent en gouttes et masses de plus en plus grandes.

Le stade 6 précède la ponte ; ce stade d'accroissement rapide est caractérisé par l'aspect transparent que prennent les ovules qui est dû à une absorption d'eau favorisant l'éclatement des follicules. Les ovocytes observés à ce stade ont un diamètre compris entre 400 et 650  $\mu$ .

Au moment de la ponte, la rupture de la membrane folliculaire et de la paroi de la lamelle ovarienne permet la libération des oeufs vers la lumière centrale. La thèque et la granulosa restent en place et dégènèrent, ainsi que les follicules qui n'ont pas libéré leurs ovules et qui sont dit atrétiques. Cette phase de résorption débute par une modification de la zona radiata qui perd sa structure régulière et se rompt en plusieurs endroits (fig. 1) tandis que les cellules et les noyaux de la granulosa s'épaississent et envahissent l'ovocyte pour ingérer les débris. De grandes vacuoles se forment et les erythrocytes s'associent aux cellules phagocytantes de la granulosa. Ces dernières diminuent en nombre et, graduellement, la structure entière disparaît, laissant pour finir une agglomération de cellules appelée "corps jaune".

### 2.1.3. SPERMATOGENESE

La description histologique des stades de la gamétogenèse est plus difficile à établir chez les mâles que chez les femelles car les différents stades d'évolution des cellules reproductrices sont présents presque toute l'année dans les testicules. Toutefois il est possible de dégager des tendances en fonction des stades dominants.

Le stade 1 correspondant aux individus immatures ou au repos est surtout caractérisé par la présence de cellules germinales et de spermatogonies. Durant la phase de repos, les cellules germinales constituent une couche entourant la lumière de chaque lobule ; durant la phase de maturation, elles sont isolées dans le tissu conjonctif entourant les lobules. L'activité mitotique entraîne la formation de cystes de spermatogonies (fig. 2) de plus en plus nombreux au fur et à mesure de la maturation des gonades. Au stade 2, les testicules renferment essentiellement des spermatogonies et des spermatocytes de diamètre plus petits et également regroupés par cystes (fig. 2), toutes les cellules d'un cyste étant aux mêmes stades. Les spermatocytes résultent de la méiose subie par les spermatogonies ; des changements intracellulaires entraînant une nouvelle diminution du diamètre des cellules les amènent au stade de spermatides (fig. 2). Le stade 3 correspond à la présence de tous les stades de la spermatogenèse, y compris, dans la lumière centrale des lobules, des spermatozoïdes formés à partir des spermatides et qui sont libérés par éclatement des cystes (fig. 2). En fin de maturation au stade 4, les spermatogonies sont rares et les spermatozoïdes ont envahi les canaux collecteurs. L'émission des gamètes correspond au stade 5 ; les testicules contiennent presque exclusivement des spermatozoïdes et des cellules germinales (fig. 2). Au stade 6 de fin de maturation, les testicules présentent quelques spermatozoïdes résiduels, les lobules sont vides et le tissu conjonctif se développe.

Les correspondances entre les caractères des stades macroscopiques et histologiques de l'échelle de maturité sont décrites dans le tableau 2. Si les stades définis pour la maturation des ovaires paraissent bien différenciés à l'échelle macroscopique, en revanche les stades 3, 4 et 5 chez les mâles sont identifiés surtout sur un critère de taille par rapport au poisson. Dans ce cas, seule l'étude histologique permet de s'assurer de l'état de maturation des gonades.

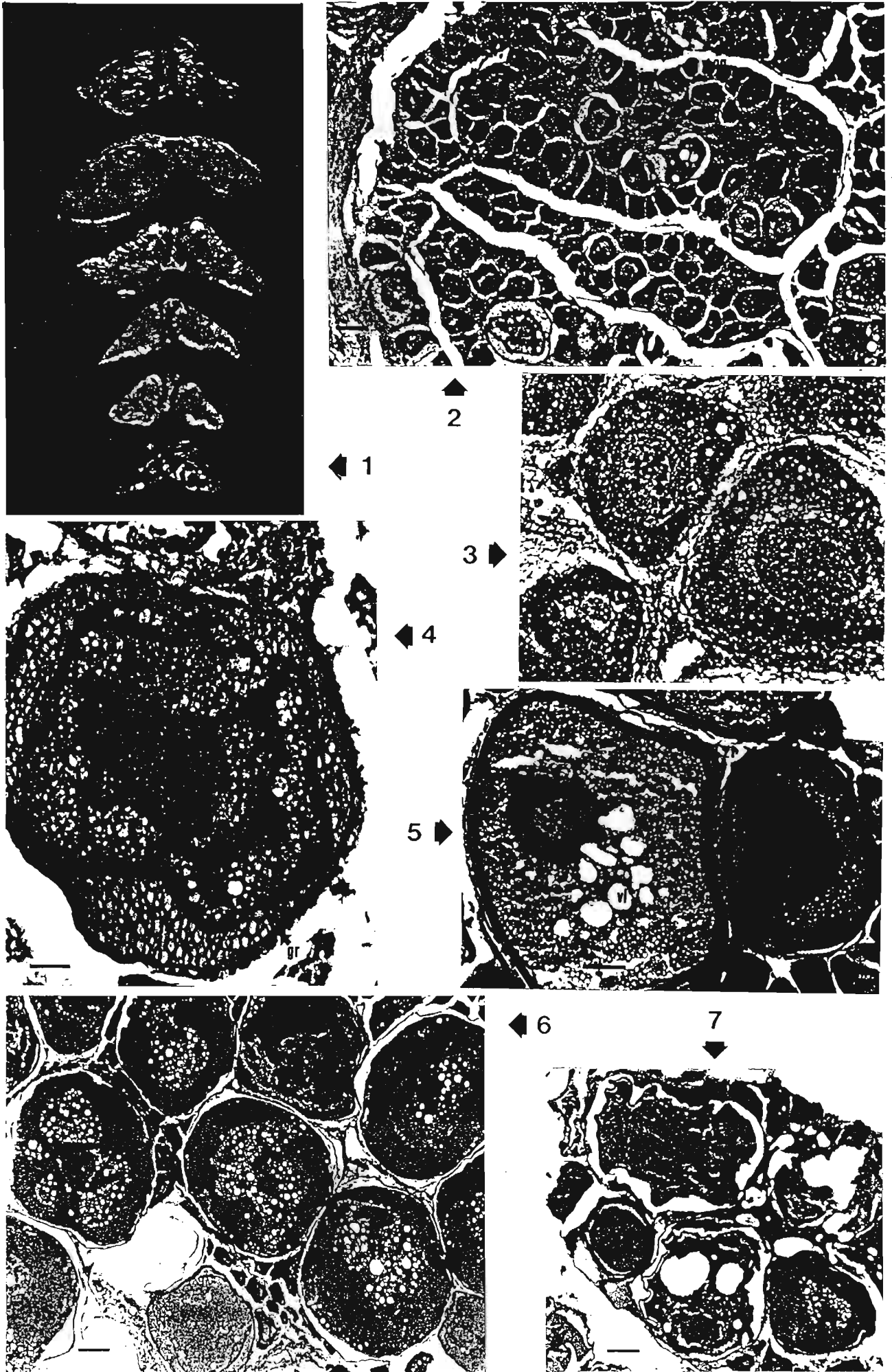


Figure 1



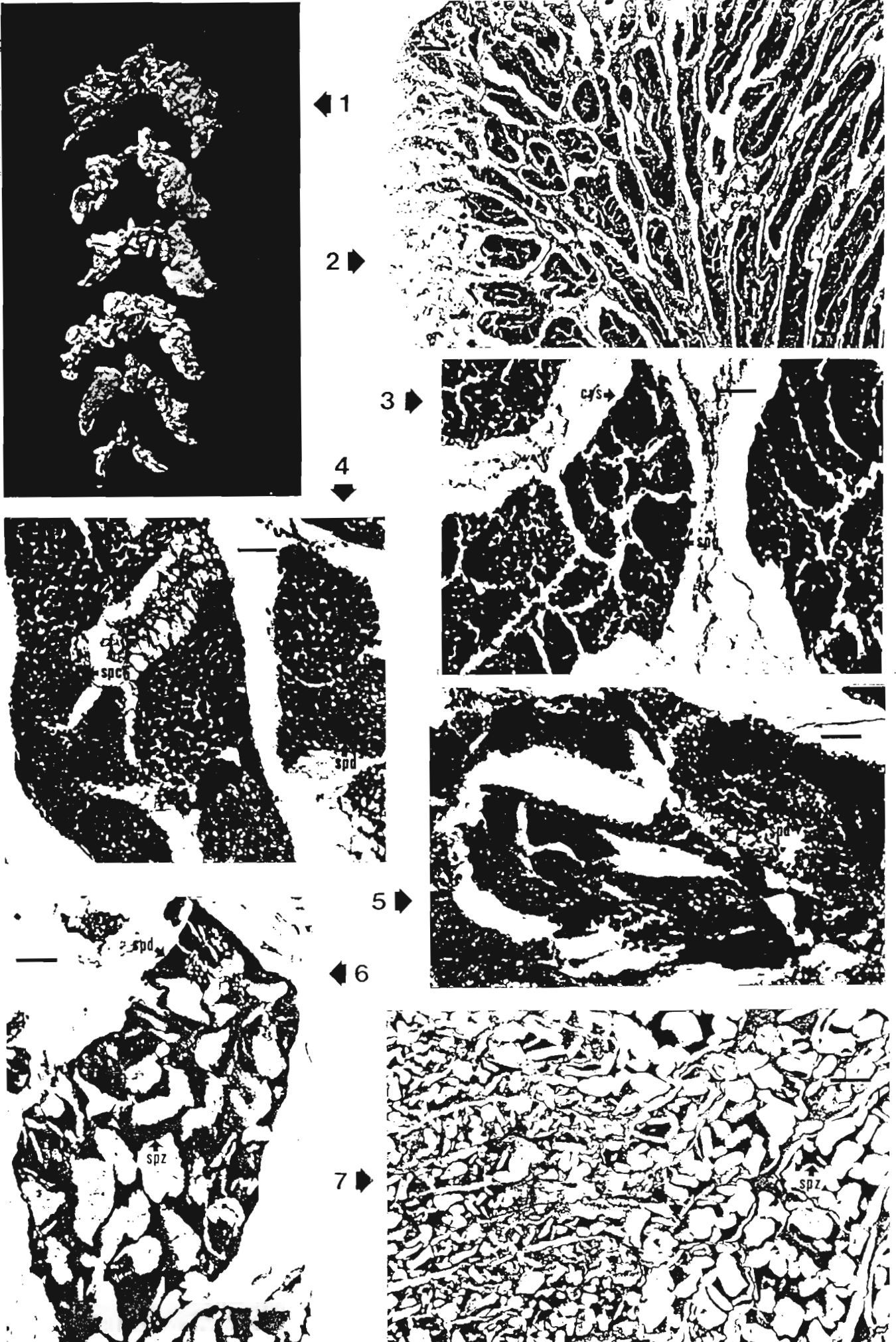


Figure 2

## Légendes des figures 1 et 2

Figure 1 - Stades macroscopiques et histologiques de la maturation des ovaires de *Beryx splendens* (cy : cytoplasme ; gr : granulosa ; gv : globules vitellin ; N : noyau ; nu : nucléoles ; og : ovogonies ; zr : zona radiata)

- 1 - échelle macroscopique des stades de maturation des ovaires (2 : immatures ou repos ; 3 : pré-maturation ; 4 et 5 : stades intermédiaires de maturation ; 6 : ponte ; 7 : post-ponte)
- 2 - coupe transversale au niveau de l'ovaire montrant les lamelles ovariennes (stade macroscopique : 3 ; G x 85 ; trait noir = 100  $\mu$ )
- 3 - ovocytes aux stades 1 et 2 (stade macroscopique : 3 ; G x 550 ; trait noir = 20  $\mu$ )
- 4 - ovocyte au stade 3 (stade macroscopique : 4 ; G x 550 ; trait noir = 20  $\mu$ )
- 5 - ovocytes au stade 4 et 5 (stade macroscopique : 5 ; G x 220 ; trait noir = 50  $\mu$ )
- 6 - ovocyte au stade 6 précédant la ponte (stade macroscopique : 6 ; G x 85 ; trait noir = 100  $\mu$ )
- 7 - ovocytes atrétiques (stade macroscopique : 7 ; G x 85 ; trait noir = 100  $\mu$ )

Figure 2 - Stades macroscopiques et histologiques de la maturation des testicules de *Beryx splendens* (cys : cyste ; spc : spermatocytes ; spd : spermatides ; spg : spermatogonies ; spz : spermatozoïdes)

- 1 - échelle macroscopique des stades de maturation des testicules (2 : immatures ou repos ; 3 : pré-maturation ; 4 et 5 : stades intermédiaires de maturation ; 6 : ponte ; 7 : post-ponte)
- 2 - coupe transversale au niveau du testicule montrant les lobules testiculaires (stade macroscopique : 2 ; G x 85 ; trait noir = 100  $\mu$ )
- 3 - cystes de spermatogonies et de spermatocytes (stade macroscopique : 2 ; G x 550 ; trait noir = 20  $\mu$ )
- 4 - cystes de spermatogonies de spermatocytes dominant et apparition de cystes de spermatides (stade macroscopique : 4 ; G x 550 ; trait noir = 20  $\mu$ )
- 5 - spermatocytes et spermatides dominant (stade macroscopique : 5 ; G x 550 ; trait noir = 20  $\mu$ )
- 6 - essentiellement spermatozoïdes et spermatides (stade macroscopique : 6 ; G x 550 ; trait noir = 20  $\mu$ )
- 7 - spermatozoïdes rejoignant les canaux collecteurs (stade macroscopique : 6 ; G x 220 ; trait noir = 50  $\mu$ )

Tableau 2 - Caractéristiques des différents stades de l'échelle de maturation des gonades

Stade macroscopique	Femelles		Mâles	
	Caractères macroscopiques	Caractères et stades histologiques dominants	Caractères macroscopiques	Caractères et stades histologiques dominants
1	sexe indiscernable		sexe indiscernable	
2	gonade peu développée, translucide à rougeâtre en raison d'une vascularisation apparente	ovogonies et ovocytes de stade 1	gonade peu développée, allongée, de couleur blanchâtre à rosâtre.	cellules germinales et spermatogonies
3	ovaire opaque, de couleur orangée. Ovocytes non visibles à l'oeil nu.	ovocytes de stades 2 et 3.	testicules aplatis de couleur blanche	spermatogonies et spermatozytes
4	ovaire bien développé de couleur orangée ; membrane transparente ; ovocytes visibles à l'oeil nu	ovocytes de stades 3 et 4	testicules épais bien développés et de couleur blanche.	tous les stades présents ; spermatozoïdes dans la lumière des lobules.
5	ovaire gonflé, granuleux à parois très minces et fragiles ; couleur orangée.	ovocytes de stades 4 et surtout 5	idem stade 4 mais plus développés	peu de spermatogonies ; spermatozoïdes dans les canaux collecteurs.
6	ponte ; la simple manipulation du poisson entraîne l'écoulement des oeufs.	ovocytes de stades 6	testicules très développés de couleur blanche ; coulent par pression de l'abdomen.	presque uniquement des spermatozoïdes ; lobules vides.
7	post-ponte ; ovaire épuisé à forte vascularisation ; couleur rouge bordeaux ; en début de stade, quelques ovocytes isolés peuvent apparaître encore après section.	quelques ovocytes de stade 6 ; ovocytes atrétiques.	testicules fortement vascularisés ; blancs rosés.	spermatozoïdes résiduels dans les canaux collecteurs ; développement des tissus conjonctifs.

## 2.2 CYCLE SEXUEL

En raison des différences de sélectivité de l'engin, les distributions des fréquences de tailles des captures au chalut et à la palangre ne sont pas comparables. En effet, le chalut permet la capture d'individus de petites tailles, notamment des poissons n'ayant pas encore atteint leur maturité sexuelle et dont le sexe est indéterminable chez les plus jeunes, les gonades étant réduites à un simple filament. La figure 3 montre l'influence de ces tailles différentes sur la répartition des stades de maturité pour les campagnes BERYX 1 (palangre) et BERYX 2 (chalut) qui se sont déroulées le même mois, les tailles moyennes des captures réalisées à l'aide du chalut (29,51 cm) étant inférieures à celles de la palangre (36,05 cm) de façon très significative ( $P > |t| = 0,0001$ ). La proportion d'individus au stade 2 n'ayant pas encore débuté le cycle de maturation est très forte dans les captures au chalut : 56% chez les femelles et 41% chez les mâles contre 6% chez les deux sexes pour les captures à la palangre. En plus d'une taille moyenne plus élevée, les femelles capturées durant BERYX 1 présentent plus

fréquemment des stades de maturation avancés, ce qui signifierait qu'ils apparaissent plus précocément chez les individus de plus grande taille.

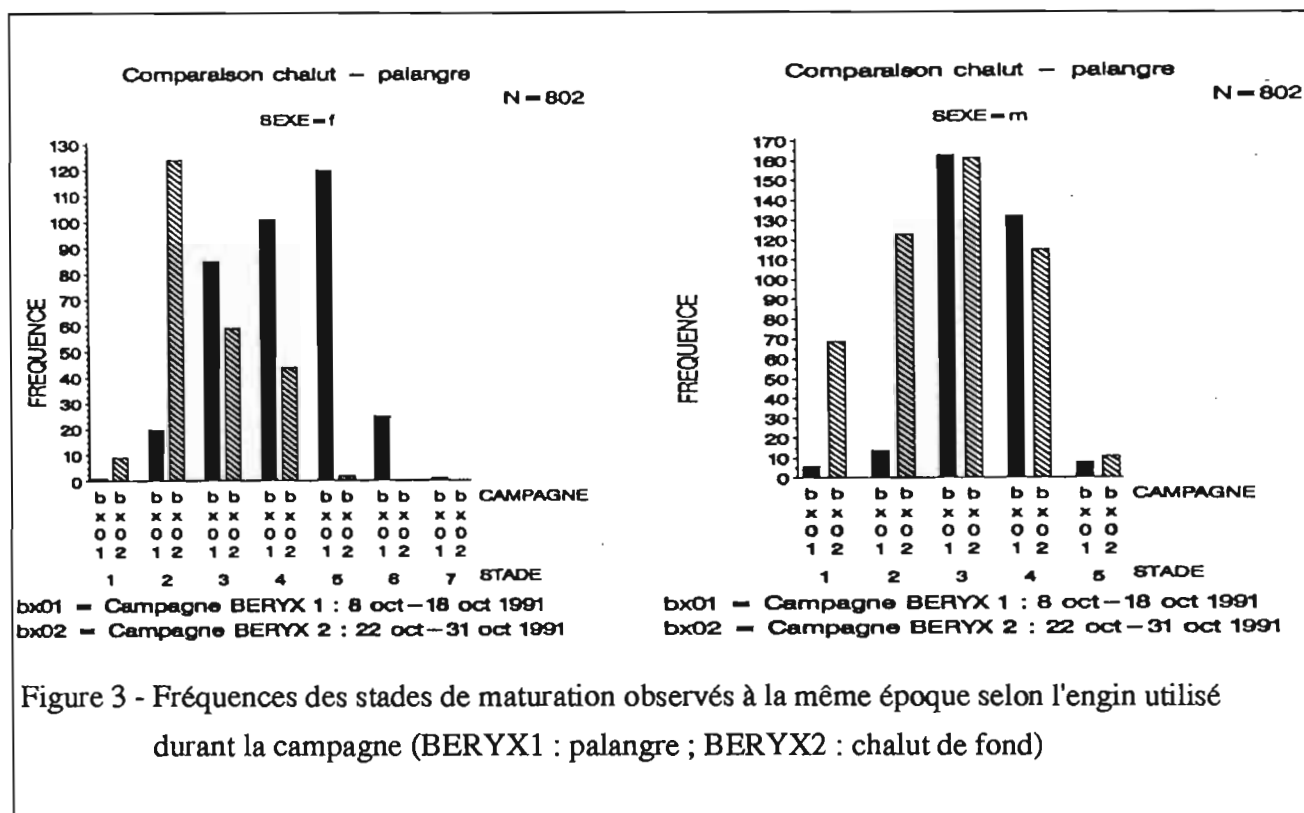


Figure 3 - Fréquences des stades de maturation observés à la même époque selon l'engin utilisé durant la campagne (BERYX1 : palangre ; BERYX2 : chalut de fond)

Dans l'ensemble, la comparaison des distributions des stades de maturité en fonction des monts B, D et K échantillonnés (fig. 4) ne montre pas de différences nettes dans l'évolution du cycle annuel des stades de maturité, ceci d'autant plus que certains stades sont assez proches comme les stades 2 et 7 chez les femelles ou les stades intermédiaires 3/4 et 4/5 qui, chez les deux sexes, sont différenciés surtout sur un critère de taille par rapport au poisson ; ce critère, bien entendu assez subjectif, implique que l'observateur ait une certaine habitude et peut expliquer des différences observées notamment lors des premières campagnes. Chez les mâles, la distinction entre les stade 5 et 6 s'avère également difficile car les gonades mâles ne coulent pas de façon nette ; toutefois lorsque le stade 6 est nettement atteint, une pression sur l'abdomen suffit généralement à faire couler les gonades. Ce problème ne se pose pas chez les femelles puisque, à ce stade, leur simple manipulation provoque l'écoulement des ovocytes.

L'analyse des tailles minimales d'apparition des stades de maturation (tableau 3) montre que les plus petits poissons dont les sexes ont pu être déterminés mesurent 18 cm chez les mâles et 20 cm chez les femelles. Aucun individu de taille inférieure à 21 cm n'a été observé au stade 3 de pré-maturation. Les femelles les plus petites ayant atteint le stade de pré-ponte (5) ont été capturées au chalut ; elles mesurent 26 cm contre 28 pour les captures à la palangre. Les mâles ayant atteint ce stade (capturés à la palangre) mesurent au minimum 30 cm. Le stade

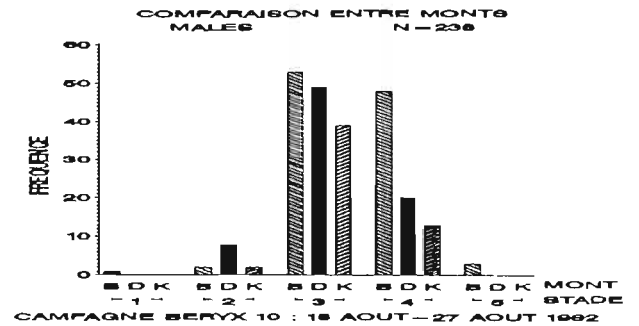
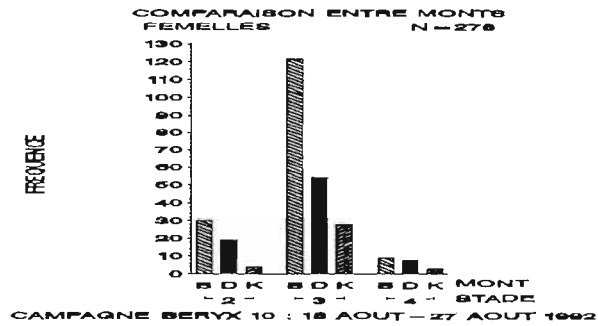
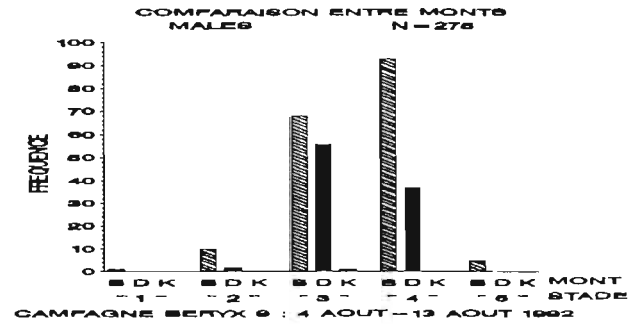
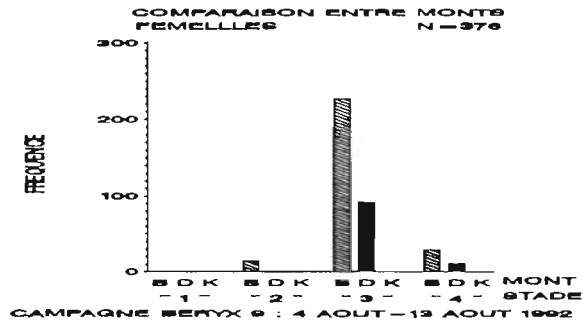
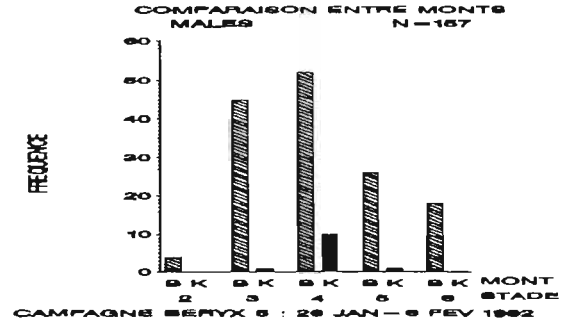
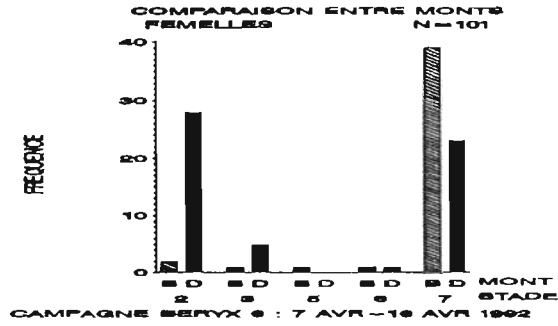
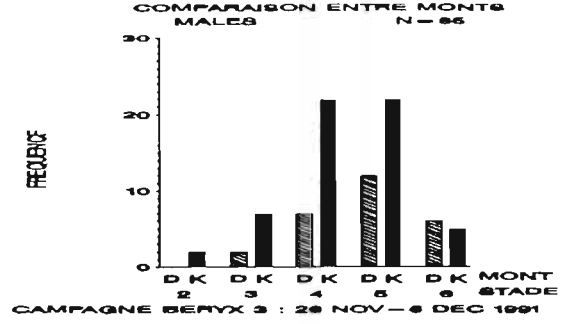
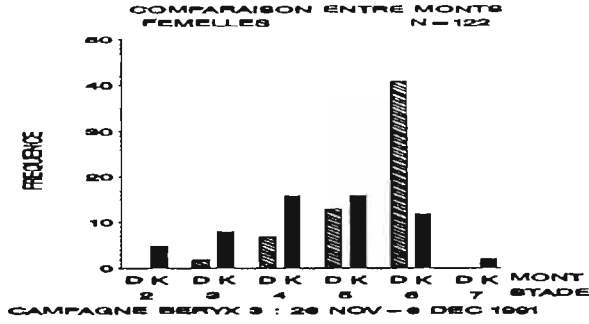
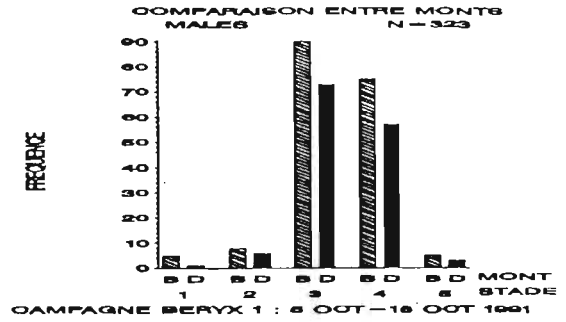
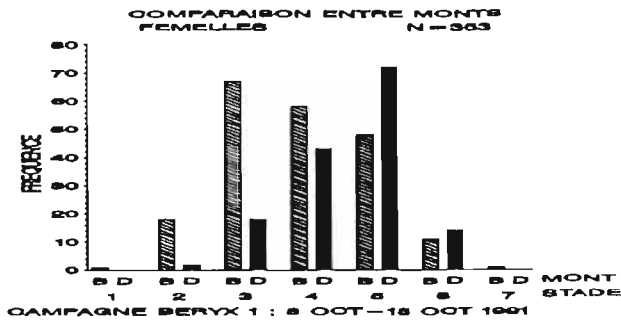


figure 4 - Fréquences des stades de maturation observés selon les monts durant les campagnes BERYX.

de ponte (6) est atteint pour une taille minimum observée de 28 cm chez les femelles et 33 cm chez les mâles.

Tableau 3 - Longueurs minimales d'apparition des stades de maturation en fonction des périodes (les tailles minimales observées en fonction des stades de maturation sont en grisé).

Campagne	Engin	Mois	Stades (femelles)							Stades (mâles)						
			2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7		
Humboldt	Palangre	juin-juillet		25	30					25	24	30				
BERYX 9	Palangre	août	32	28	36					24	23	32	36			
BERYX 10	Palangre		27	27	38					31	29	34	38			
BERYX 1	Palangre	octobre	28	29	30	30	36			27	29	30	31			
BERYX 2	Chalut		21	21	22	26				19	22	25				
BERYX 11	Chalut		20	25	31					18	27	33				
BERYX 3	Palangre	nov.-déc.	31	33	35	34	34			33	32	34	34	36		
BERYX 5	Palangre	janv.-fév.	23	27	30	28	28	35		26	27	30	30	34		
BERYX 6	Palangre	février				31	29	34		31	30	31	33			
BERYX 7	Palangre	mars-avril		28	31			36	34	29	28	28	32	35	34	
BERYX 8	Palangre	avril	28	30					33	27	27	30		35	29	

La figure 5 regroupe les distributions des fréquences des stades de maturation tous monts confondus en fonction du temps. L'échantillon provenant de la campagne commerciale du "Humboldt" permet de disposer d'une indication pour la période de juin qui n'a pu être échantillonnée en 1992. Il apparaît clairement, en particulier chez les femelles, que la période de ponte a lieu durant l'été austral. Le stade 6 (ponte) apparaît chez les deux sexes à partir de novembre-décembre (BERYX 3). Il représente l'essentiel des observations chez les femelles lors de la période d'échantillonnage de janvier-février durant BERYX 5 (78,6%) et BERYX 6 (81%) ; le stade 7 (post-ponte) devient prépondérant lors de BERYX 7 à la fin du mois de mars (60,5% des cas) et durant BERYX 8 en avril où les stades 2 et 7 très semblables constituent 91% des observations (fig. 5). Chez les mâles, l'évolution est plus difficile à suivre en raison des difficultés rencontrées pour identifier correctement les stades. Toutefois il faut noter que le stade 6 apparaît de novembre à avril durant la saison chaude et que les stades 2 et 7, qui sont les plus faciles à identifier chez les mâles grâce à une forte vascularisation, prédominent comme chez les femelles lors de la campagne BERYX 8 en avril avec 49% des observations.

L'évolution de l'IGS confirme et précise cette première analyse (fig. 6). Bien que l'échantillonnage ne soit pas régulier dans le temps, une brusque augmentation de l'indice semble nettement débiter en novembre, culminer en décembre et se maintenir à un niveau élevé chez les femelles durant le mois de janvier. Dès le mois de mars l'indice retrouve un niveau minimum apparemment stable chez les femelles et un peu moins chez les mâles. La période de reproduction de *Beryx splendens* en Nouvelle-Calédonie semble donc se dérouler de novembre à février avec une intensité maximum durant les mois de décembre et janvier.

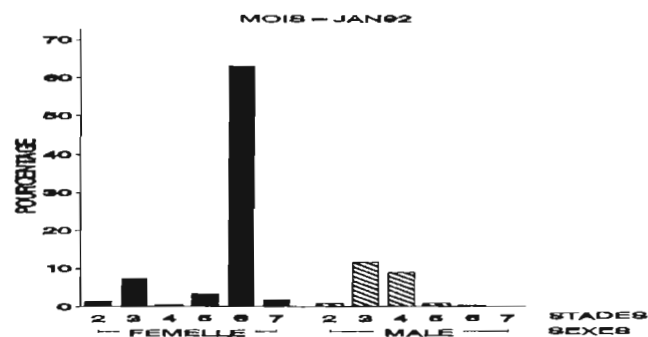
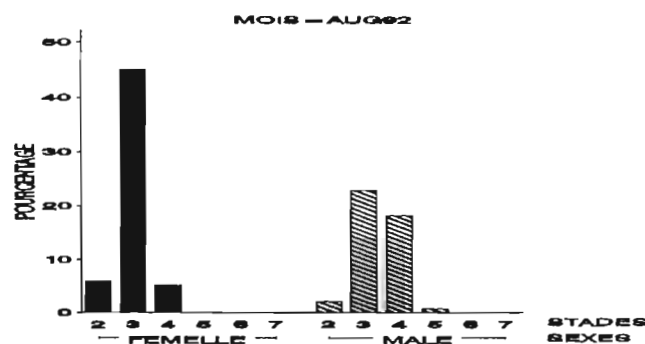
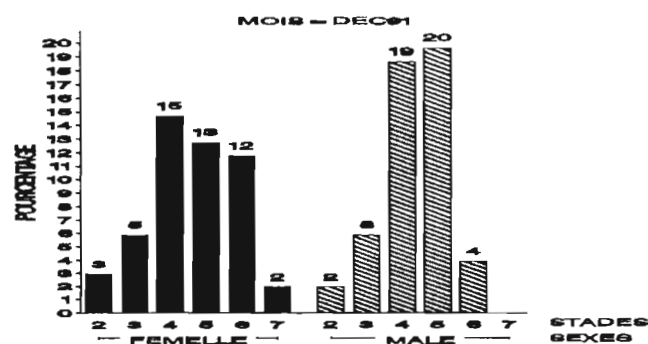
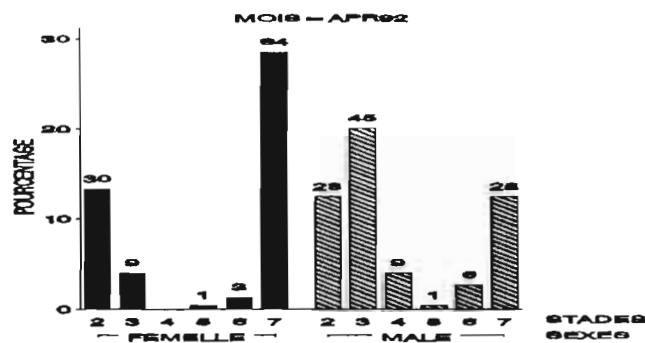
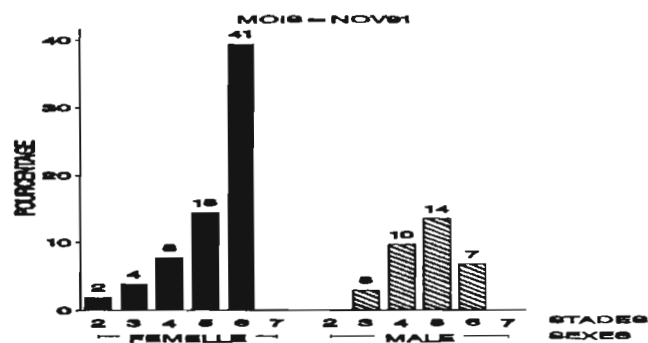
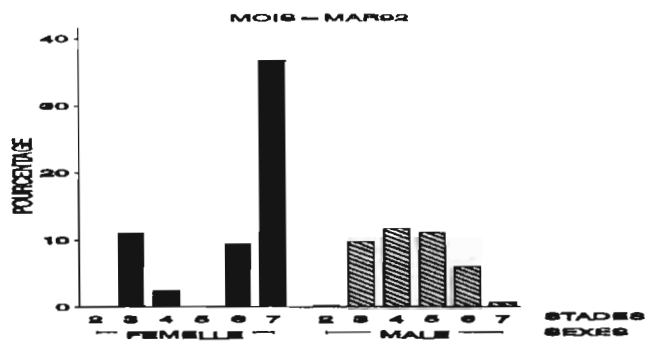
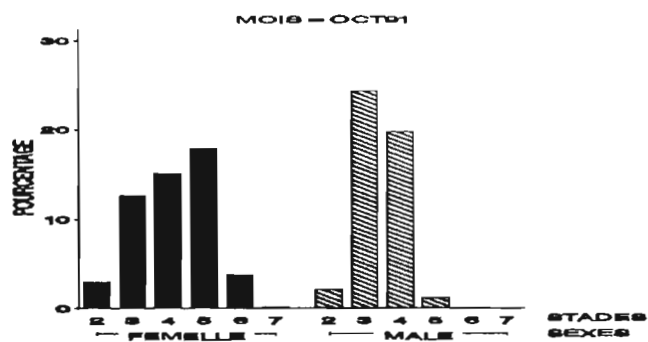
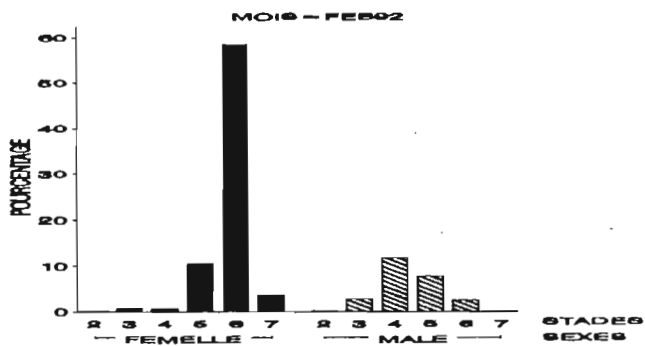
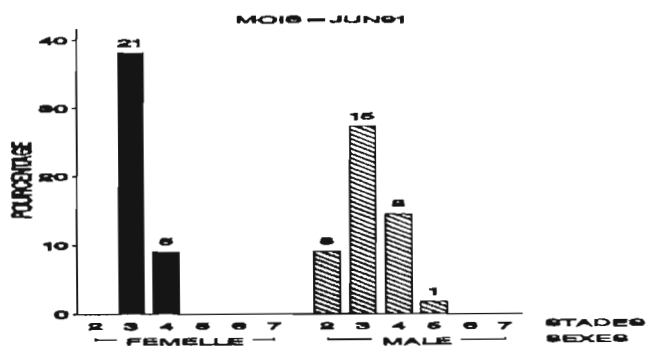
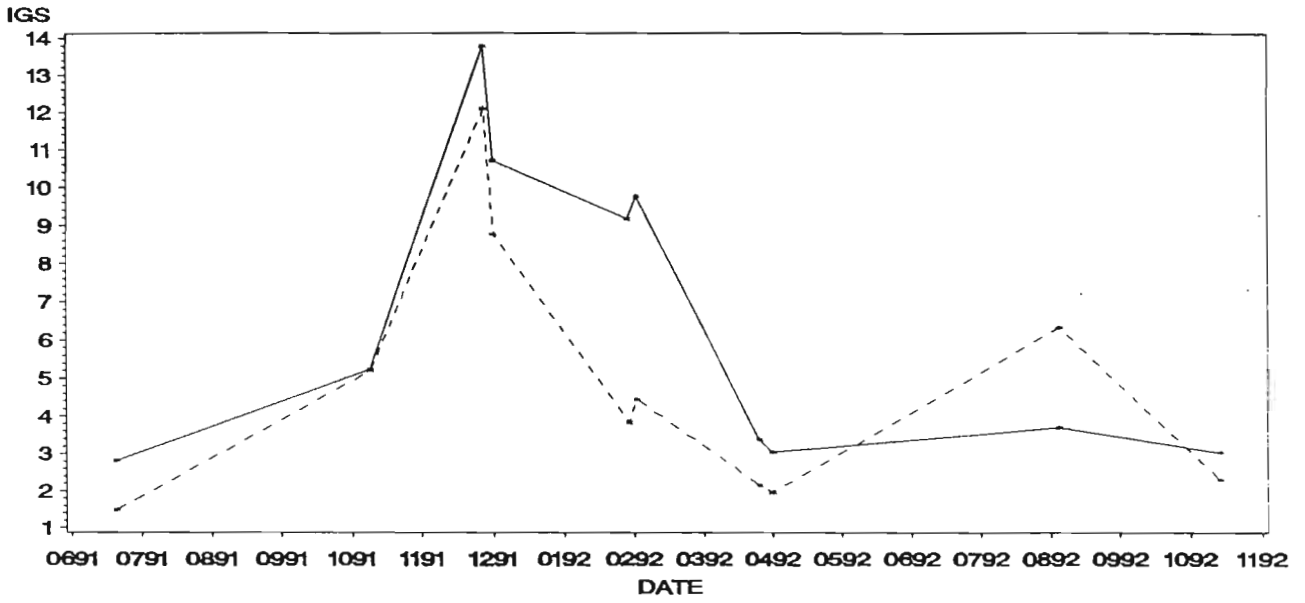


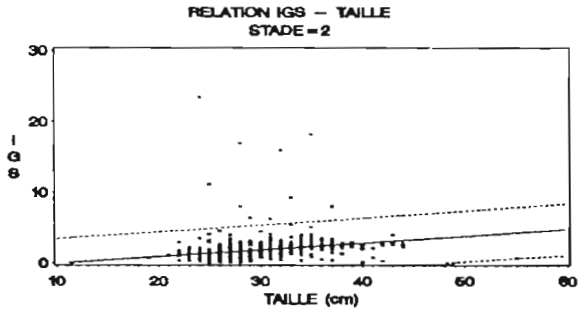
figure 5 - Pourcentages des stades de maturation observés par mois et par sexe

*Beryx splendens*  
Evolution de l'indice gonado-somatique

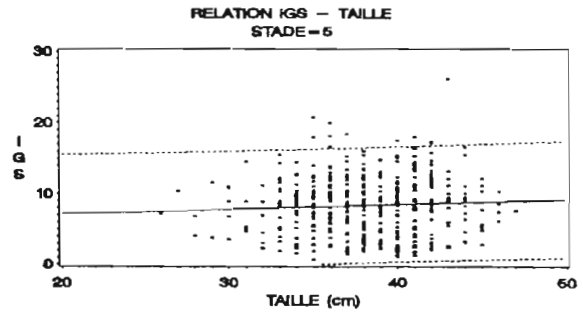


MALES : N=2572 / FEMELLES : N=2856

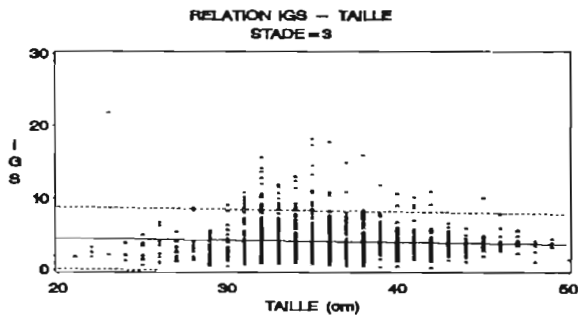
FEMELLES — MALES - - -



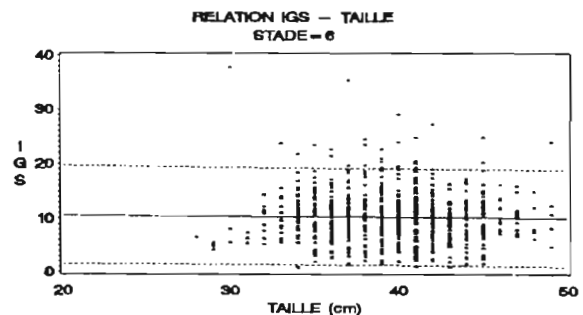
COEFFICIENT DE CORRELATION = 0.06



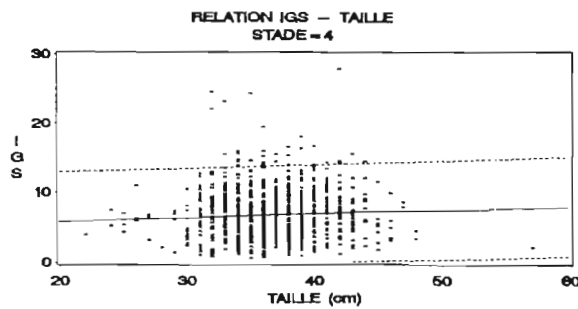
COEFFICIENT DE CORRELATION = 0.004



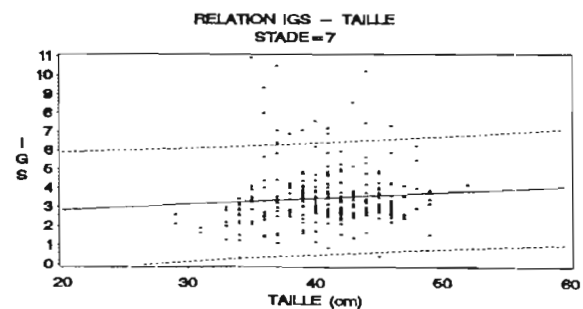
COEFFICIENT DE CORRELATION = 0.005



COEFFICIENT DE CORRELATION = 0.0004



COEFFICIENT DE CORRELATION = 0.003



COEFFICIENT DE CORRELATION = 0.007

figure 6 - Evolution dans le temps de l'IGS par sexe et représentations des régressions réalisées en fonction de la taille.



Il est intéressant de noter que le même indice utilisé pour l'étude de la reproduction de *Beryx splendens* au Japon fournit des valeurs tout à fait semblables à celles trouvées ici. En effet, MASUZAWA *et al.* (1975) indiquent des valeurs inférieures à 4 en période de repos et égales à 15 pour les femelles et 8 pour les mâles au moment de la ponte.

L'IGS moyen est fourni pour chacune des campagnes dans le tableau 4. Les valeurs obtenues pour les campagnes au chalut sont inférieures à celles qui ont eu lieu à la palangre durant les mêmes mois. Cette différence peut s'expliquer comme précédemment par une maturation plus précoce des individus plus âgés. Elle pourrait aussi être due à une augmentation, pour un stade donné, de l'IGS avec la taille ; la figure 6 qui regroupe les régressions IGS/taille pour chaque stade de maturation montre toutefois qu'aucune corrélation n'est positive. L'IGS apparaît donc comme un bon indicateur de maturation sexuelle.

Tableau 4 - IGS par sexe des captures de *Beryx splendens* réalisées durant les campagnes scientifiques (N = effectifs).

Campagne	Mont Date	Femelles		Mâles	
		N	IGS	N	IGS
BERYX 1	8 oct. - 18 oct. 91	351	6,8	322	6,5
BERYX 2	22 oct. - 31 oct. 91	238	3,0	479	4,3
BERYX 3	26 nov. - 6 déc. 91	119	12,5	81	10,1
BERYX 5	28 jan. - 6 fév. 92	671	10,0	156	4,5
BERYX 6	12 fév. - 18 fév. 92	171	8,2	120	4,1
BERYX 7	25 mars - 3 avr. 92	264	3,4	175	2,1
BERYX 8	7 avr. - 16 avr. 92	101	3,0	114	2,0
BERYX 9	4 août - 13 août 92	378	3,6	274	6,3
BERYX 10	18 août - 27 août 92	275	3,8	236	6,3
BERYX 11	13 oct. - 23 oct. 92	265	3,0	586	2,3

En résumé, la maturation des gonades débute probablement chez les individus matures (d'une taille minimale de 21 cm) vers le mois de septembre pour culminer en octobre-novembre. Cette maturation semble apparaître plus précocement chez les individus plus âgés, phénomène déjà observé chez d'autres espèces de poissons (CONAND, 1976). Pour les individus dont la maturation a abouti (taille minimale de 26 cm), la période de ponte débiterait en novembre, l'essentiel des individus se reproduisant toutefois entre décembre et février. Jusqu'en avril, les *Beryx* sont ensuite pour la plupart en phase de post-ponte et retrouvent un stade de pré-maturation durant la saison fraîche.

### 2.3 TAILLE DE MATURE SEXUELLE

En dehors de la saison de reproduction il n'est pas possible de différencier les individus matures et immatures ; c'est pourquoi la taille de maturité sexuelle (LF<sub>50</sub>) a été estimée à partir

des observations réalisées entre septembre et avril, période de maturation et de reproduction. A partir du stade 4, les *Beryx* ont été considérés comme étant entrés en phase de maturation ; il semble en effet peu probable que la maturation d'individus présentant encore un stade 3 ou moins à cette période puisse aboutir avant la fin de la saison de reproduction de l'année considérée. Les proportions de mâles et de femelles matures observées entre septembre et février sont présentées par classes de tailles de 2 cm dans le tableau 5. Dans un premier temps une régression linéaire a permis d'obtenir une première estimation des paramètres de la courbe logistique (tableau 6, fig. 7) qui décrit les proportions d'individus matures en fonction de la taille. Ces paramètres ont ensuite été affinés (tableau 6, fig. 7) au moyen d'une régression non linéaire (SAS, 1988).

La valeur du LF<sub>50</sub> des mâles (34,5 cm), supérieure à celle des femelles (33,2 cm), est à considérer avec prudence en raison des difficultés rencontrées lors de l'échantillonnage pour différencier les stades 3 et 4 ; il est probable que dans ce cas les erreurs d'identification concernent une plus forte proportion d'individus de petites tailles (poissons au stade 4 identifiés au stade 3), ce qui contribuerait à une surestimation de la valeur du LF<sub>50</sub>.

Tableau 5 - Proportions d'individus matures (M) par rapport au nombre total (T) par classes de tailles de 2 cm.

Tailles (cm)	Mâles			Femelles		
	M	T	%	M	T	%
18-19	0	1	0			
20-21	0	9	0	0	1	0
22-23	1	22	4,5	0	5	0
24-25	2	71	2,8	0	33	0
26-27	5	147	3,4	3	72	4,2
28-29	5	120	4,2	3	88	3,4
30-31	18	111	16,2	16	61	26,2
32-33	63	210	30,0	28	94	29,8
34-35	127	258	49,2	138	223	61,9
36-37	129	198	65,2	215	272	79,0
38-39	103	138	74,6	214	235	91,1
40-41	66	76	86,8	181	192	94,3
42-43	36	42	85,7	193	198	97,5
44-45	11	12	91,7	131	134	97,8
46-47	3	3	100,0	59	59	100,0
48-49				19	19	100,0
> 49				5	6	83,3

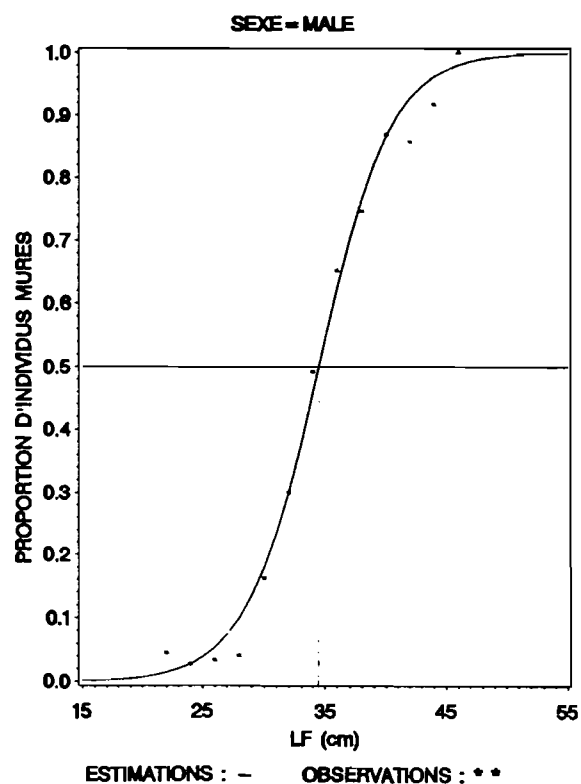
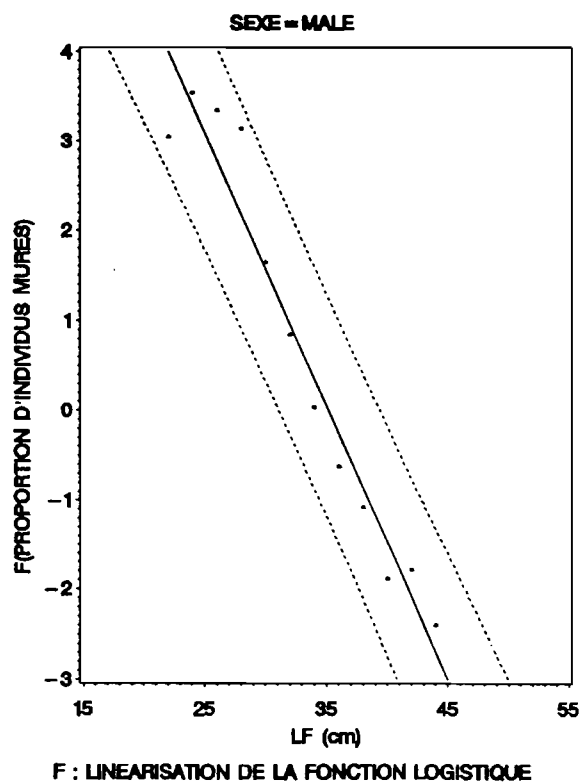
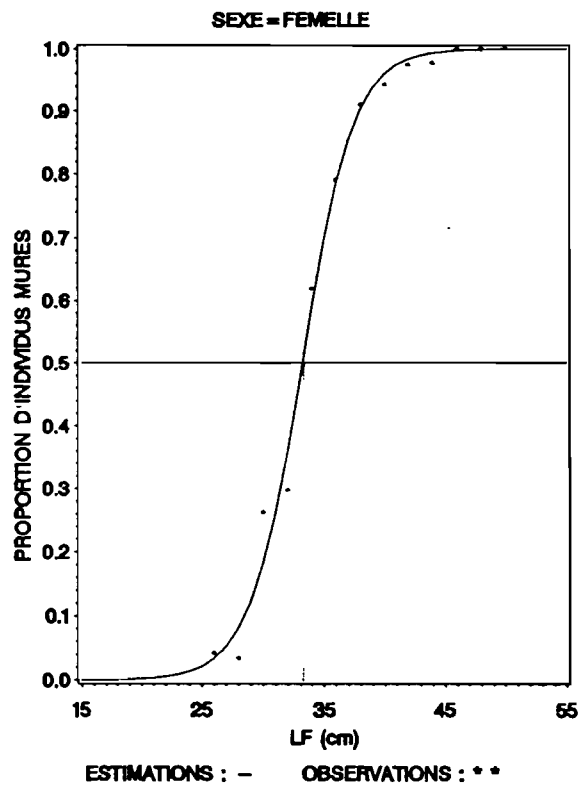
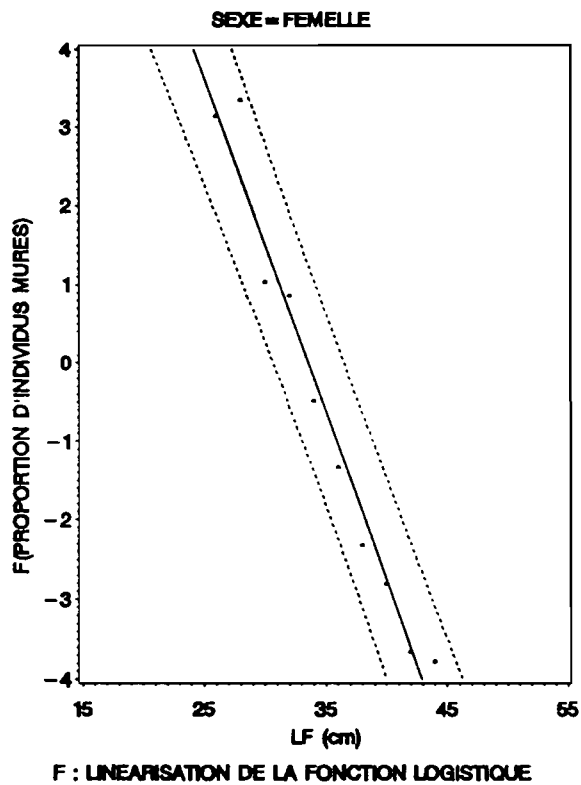


figure 7 - Taille de première maturité sexuelle de *Beryx splendens* (LF50) : détermination des paramètres de la fonction logistique par linéarisation et régressions.

Tableau 6 - Estimations, écart-types et coefficients de corrélations obtenus pour les paramètres de la courbe logistique décrivant la proportion d'individus matures en fonction de la taille.

Sexe	Méthode	Paramètre	Estimation	Ecart-type	R <sup>2</sup>	LF 50 (cm)
Mâle	Régression linéaire	Log A	10,642	0,748	0,949	35,12
		B	-0,303	0,022		
	Régression non linéaire	A	112064	84930	0,997	34,50
		B	-0,337	0,022		
Femelle	Régression linéaire	Log A	14,328	0,986	0,967	33,56
		B	-0,427	0,028		
	Régression non linéaire	A	5292436	6211642	0,998	33,22
		B	-0,466	0,035		

## 2.4. FECONDITE

Dans un premier temps, chaque gonade a fait l'objet de 2 sous-échantillonnages. Pour chacun des prélèvements, deux numérations ont été réalisées et dans certains cas, la même cuve a fait l'objet de deux numérations. A partir de ces premiers résultats (annexe) une analyse statistique (SCHWARTZ, 1963) a mis en évidence qu'il n'existait pas de différence significative au seuil 5% entre les comptages sur une même cuve (comparaison de moyennes de deux séries appariées de faible effectif :  $t_l = 0,673 < 2,365$ ) et entre les comptages sur des cuves différentes provenant du même prélèvement (comparaison de moyennes de deux séries appariées  $t_l = 0,677 < 1,96$ ). De même, les comptages réalisés pour une même gonade à partir de prélèvements différents ne sont pas significativement différents (comparaison de moyennes :  $t_l = 0,192 < 0,96$ ). L'hypothèse selon laquelle les ovocytes sont répartis dans la gonade de façon homogène n'est pas rejetée ; il apparaît donc qu'un seul prélèvement et un seul comptage par gonade sont suffisants pour obtenir le nombre d'ovocytes par gonade. Les numérations suivantes ont donc été réalisées une seule fois par gonades.

Le nombre d'ovocytes Fec par g de gonade est indépendant de la taille L des poissons (fig. 8) ; sa valeur moyenne est de 10 431 ovocytes/g ( $\sigma = 1 670$ ). Le nombre d'œufs étant proportionnel à la taille des ovaires qui sont eux-mêmes proportionnels à la taille du poisson, une relation d'allométrie du type  $F = a L^b$  semble bien décrire la relation liant la fécondité à la taille (fig. 8), tandis que la relation entre la fécondité et le poids des gonades peut être décrite par une relation linéaire (fig. 8). Le tableau 7 fournit les estimations des paramètres des régressions (SAS, 1988). La valeur de l'intercept de la régression linéaire calculée pour la relation fécondité/poids des gonades n'est pas significativement différente de zéro ( $P > |t| = 0,15$ ) au seuil 5%. La relation fécondité/taille donne un nombre d'ovocytes compris entre 270 000 et 675 000 pour une longueur variant entre 34cm (6 ans : âge de première maturité) et 40 cm. Du fait de la résorption d'un certain nombre d'ovocytes qui n'ont pas été émis durant la

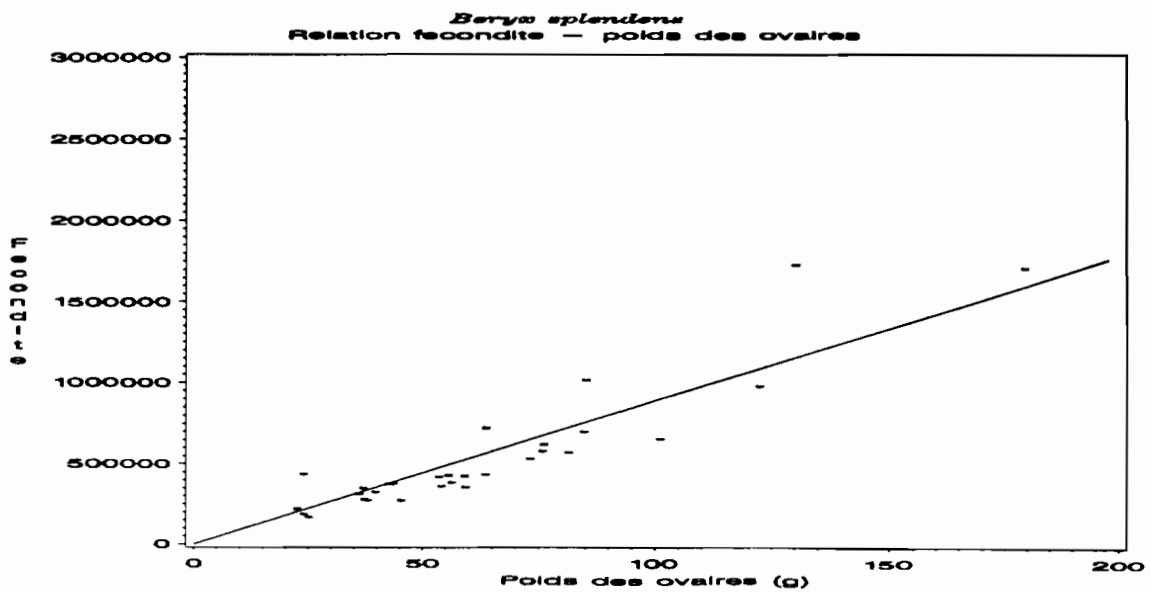
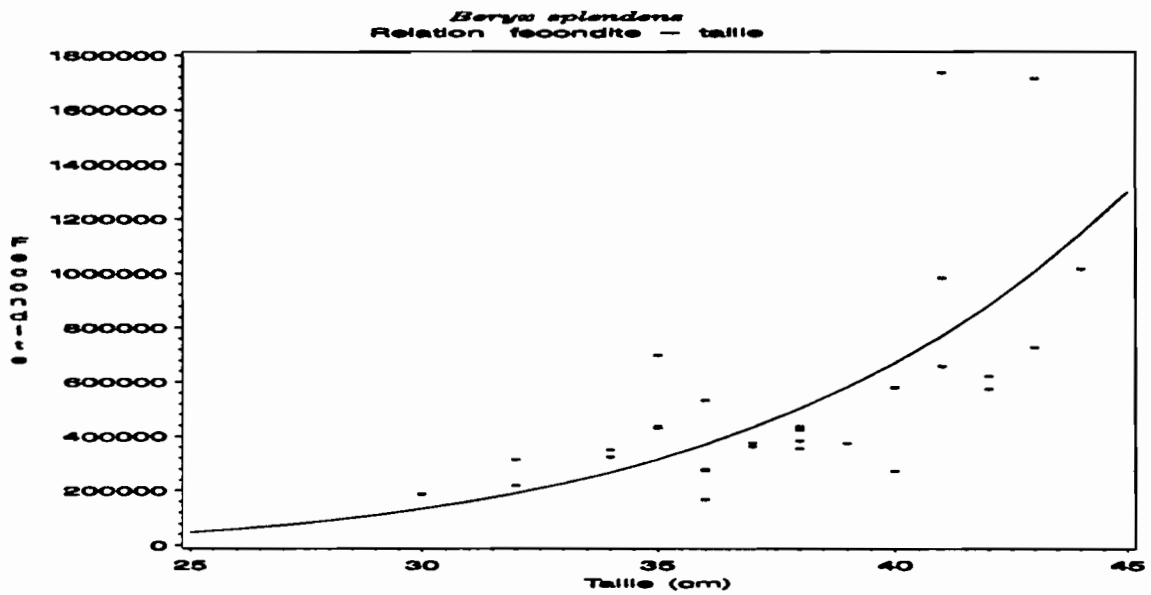
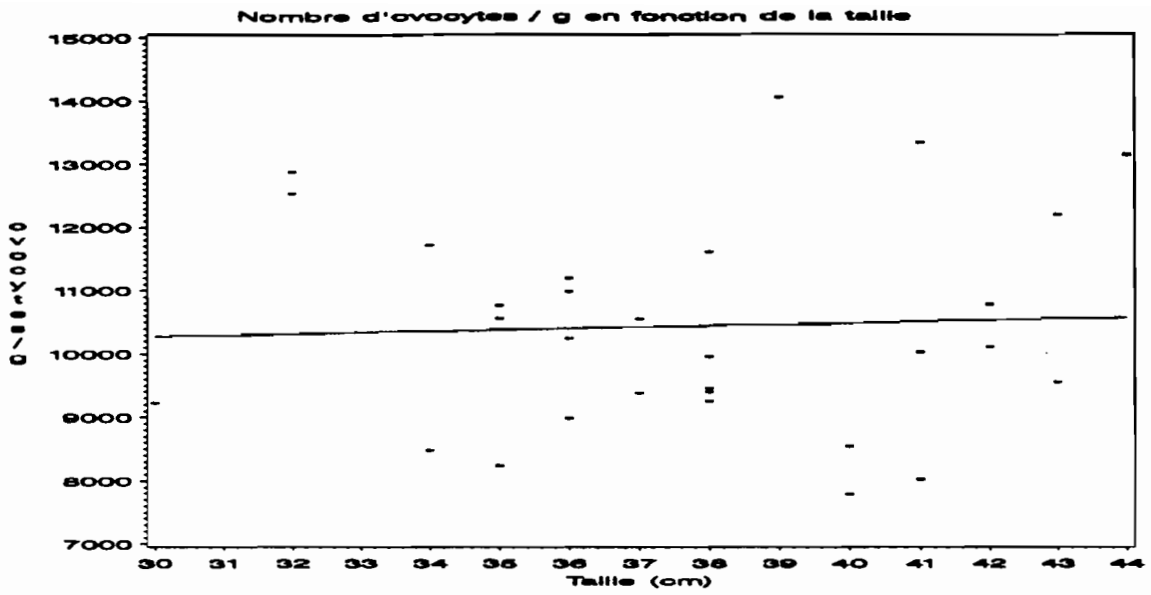


figure 8 - Fécondité de *Beryx splendens*. Relations entre le nombre d'ovocytes par g et la fécondité totale en fonction de la taille et du poids des ovaires.

ponde, la fécondité estimée correspond donc à une "fécondité potentielle" qui représente la limite supérieure du taux de fécondité réel de *Beryx splendens*.

Tableau 7 - Paramètres estimés, écart-types et coefficients de corrélation des régressions réalisées pour les relations liant la fécondité à la taille du poisson et au poids des ovaires (F = fécondité ; L = longueur à la fourche ; P = poids des gonades)

Relation	a		b		R
	estimation	$\sigma$	estimation	$\sigma$	
$F = a L^b$	0,00067	0,0003	5,62	1,26	0,91
$F = a P + b$	8907	403	0		0,97

## SEX-RATIO

L'interprétation des fluctuations de la sex-ratio est délicate tant les facteurs susceptibles d'en rendre compte sont difficilement maîtrisables. Le tableau 8 fournit, par classes de tailles de 2 cm, les pourcentages de mâles et de femelles de *Beryx* capturés durant les campagnes scientifiques (palangre et chalut). Il apparaît clairement que les mâles dominent toutes les classes de tailles inférieures à 36 cm, la situation s'inversant au delà de cette valeur ; toutefois la sex-ratio pour l'ensemble de la population échantillonnée est pratiquement de 1/1.

Tableau 8 - Effectifs et pourcentages de mâles et femelles capturés durant les campagnes BERYX.

LF	N	femelles	mâles	% femelles	% mâles
18	1		1	0	100
20	11	1	10	9	91
22	29	5	24	17	83
24	135	40	95	30	70
26	325	94	231	29	71
28	310	115	195	37	63
30	257	83	174	32	68
32	440	130	310	30	70
34	678	292	386	43	57
36	788	392	396	50	50
38	723	398	325	55	45
40	625	389	236	62	38
42	521	399	122	77	23
44	312	280	32	90	10
46	156	151	5	97	3
48	49	48	1	98	2
50	13	13		100	0
52	1	1		100	0
56	1	1		100	0
58	1	1		100	0
Total	5376	2833	2543	53	47

Ce type de distribution bimodale peut dans certains cas être interprété comme le résultat d'un phénomène de protandrie, les poissons d'abord de sexe mâle, devenant de sexe femelle à partir d'un certain âge. D'autres mécanismes peuvent toutefois être à l'origine de cette distribution bimodale. SADOVY & SHAPIRO (1987) en décrivent plusieurs dont l'un traduit un dimorphisme sexuel au niveau de la taille ; or il apparaît effectivement que les mâles de *Beryx splendens* ont un taux de croissance inférieur à celui des femelles (MASSEY & HORN, 1990 ; chapitre croissance). Des migrations différentielles ou une ségrégation spatiale selon les sexes peuvent également provoquer des distributions bimodales par sexe si l'échantillonnage n'est pas homogène. La distribution bathymétrique des *Beryx* étant liée à la taille, un échantillonnage sur une gamme réduite des profondeurs qu'ils fréquentent peut entraîner de fortes variations de la sex-ratio. Les fluctuations de la sex-ratio ne semblent donc pas attribuables à un phénomène de protandrie, d'autant plus que l'observation histologique des gonades montre une configuration typique d'espèce gonochorique (SADOVY & SHAPIRO, 1987). La figure 9 indique une tendance à l'augmentation du rapport en faveur des femelles pour les campagnes BERYX 5 et 6 qui se sont déroulées pendant la période de reproduction (janvier - février). Une explication possible de ce phénomène pourrait faire intervenir un comportement particulier durant la période de reproduction. Une agrégation de femelles au moment de la ponte constitue un comportement fréquent chez les poissons tels que les Serranidae ou les Lutjanidae (GRIMES, 1987 ; SHAPIRO, 1987 ; SHAPIRO *et al.*, 1993) ; la ponte s'accompagne alors d'une remontée des individus au dessus du fond, ce qui facilite la dispersion des gamètes tout en évitant l'action des prédateurs benthiques sur les oeufs émis. Les mâles pourraient eux aussi devenir moins accessibles à la palangre de fond en raison notamment d'une plus grande dispersion ou de leur plus grand éloignement du fond. Les sex-ratio nettement en faveur des mâles proviennent des deux campagnes au chalut BERYX 2 (67% de mâles) et BERYX 11 (69% de mâles) qui se sont déroulées en octobre (fig. 9). Ces observations démontrent l'importance de la sélectivité de l'engin de capture puisque la sex-ratio de la campagne à la palangre BERYX 1 qui a eu lieu à la même période de l'année est légèrement en faveur des femelles (52%).

### 3. DISCUSSION

Les observations histologiques ont permis de préciser l'échelle macroscopique de maturation des gonades ; les stades définis pour chaque sexe semblent bien correspondre au déroulement de la gamétogenèse. Toutefois, si les critères d'identification macroscopique sont suffisamment clairs chez les femelles, il est difficile de discerner les stades intermédiaires chez les mâles de telle sorte qu'il serait préférable de regrouper les stades 4 et 5. L'évolution de la

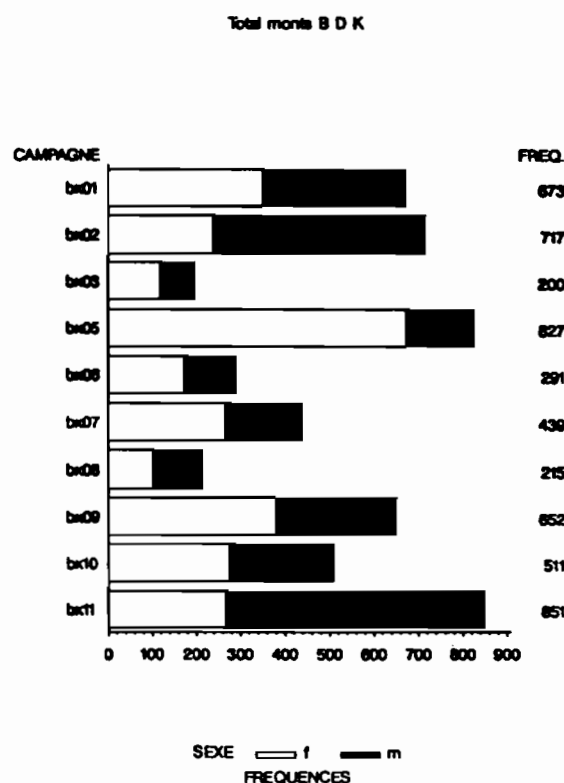
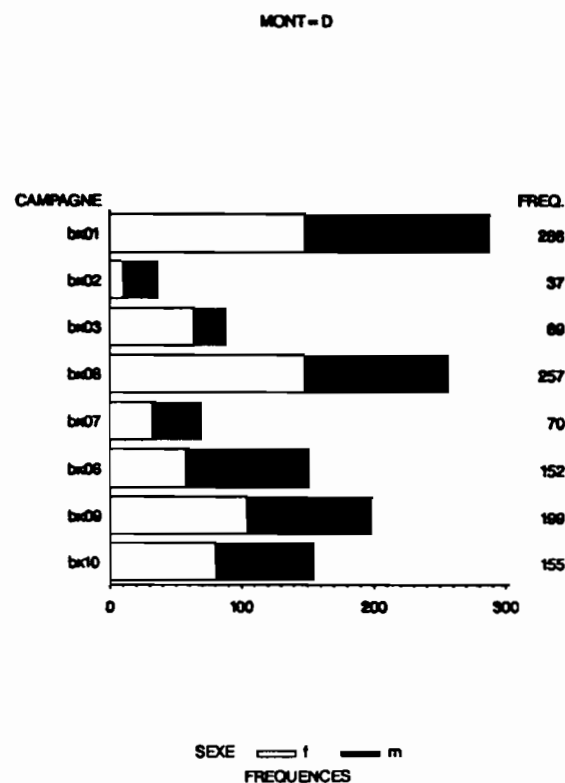
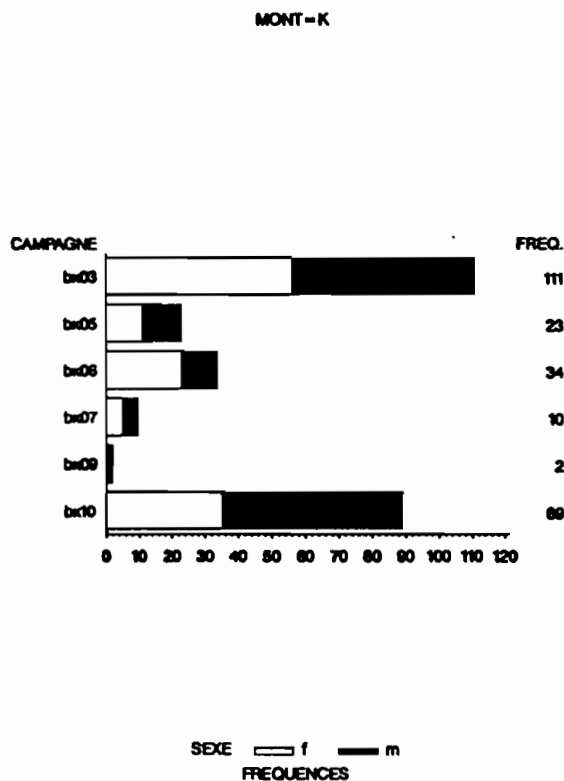
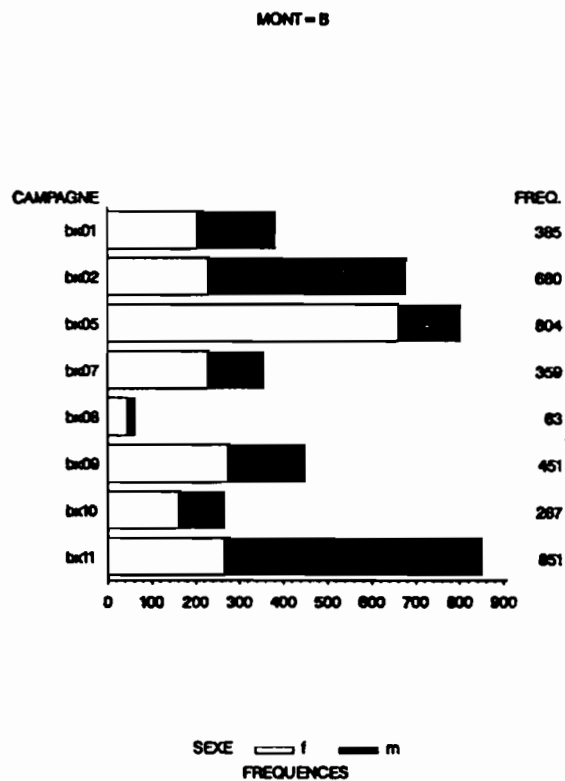


figure 9 - Sex-ratio de *Beryx splendens* par mont et pour l'ensemble des monts pour chacune des campagnes BERYX.



taille des ovocytes est comparable à celle donnée par MASUZAWA *et al.* (1975) qui signalent des diamètres de 120 à 350  $\mu$  en dehors de la saison de reproduction et de plus de 400  $\mu$  pendant la ponte avec un maximum observé de 780  $\mu$  ; une fois pondus, les oeufs ont un diamètre moyen de 1,08 mm.

Le déroulement du cycle sexuel sur une année ne semble pas présenter de grandes variations selon les monts échantillonnés. Il est toutefois possible que de petits décalages interviennent sur la période de ponte comme l'ont observé MASUZAWA *et al.* (1975) qui indiquent une différence d'environ un mois entre la ponte sur les zones de pêche de la mer de Zunan et sur celles de Sagami Bight. La mise en évidence d'un éventuel décalage de ce type nécessiterait un échantillonnage régulier sur les différents monts sous-marins pendant la période de maturation et de reproduction, de septembre à avril.

L'analyse de l'évolution de l'IGS, des stades de maturation et des observations histologiques permet de situer la période de reproduction de *Beryx splendens* en Nouvelle-Calédonie de décembre à mars, avec un pic en décembre-janvier, époque durant laquelle les eaux superficielles sont les plus chaudes. Bien que les *Beryx* fréquentent des profondeurs soumises à de faibles fluctuations saisonnières de température et d'éclairement, ils effectuent néanmoins des migrations trophiques verticales (GALAKTIONOV, 1984) pour se nourrir qui pourraient les rendre sensibles à ces variations.

Cette étude situe la saison de ponte durant l'été (austral). Ces résultats concordent avec ceux trouvés dans l'Atlantique sud-est où la ponte a lieu de janvier à mars (ALEKSEEV *et al.*, 1986) et dans l'hémisphère nord où la ponte se déroule en été (boréal) et au début d'automne (juin à octobre) dans les eaux du Japon (MASUZAWA *et al.*, 1975), dans le nord ouest de la chaîne d'Hawaii (UCHIDA & UCHIYAMA, 1986) et dans l'Atlantique Nord-est (SHERSTYUKOV & NOSTOV, 1986). Toutefois, HORN & MASSEY (1989) signalent dans les eaux de Nouvelle-Zélande (à 1 700 km au sud de la Nouvelle-Calédonie) une période de reproduction qui se déroulerait de juillet à août en hiver austral. Si ces résultats se confirment, l'étude des mécanismes pouvant expliquer cette opposition de phase entre les deux régions serait d'un grand intérêt.

La taille à laquelle la moitié des individus sont matures (LF<sub>50</sub>) est probablement surestimée en ce qui concerne les mâles. D'après MASUZAWA *et al.* (1975) les poissons participant à la ponte dans les eaux japonaises ont une taille supérieure à 34 cm ; toutefois, ces auteurs n'indiquent pas si cette valeur correspond à une taille minimale ou à LF<sub>50</sub> ; elle est de toute façon proche de celles trouvées dans cette étude (33,2 cm pour les femelles, 34,5 cm pour les mâles). Ces auteurs soulignent également que la fécondité augmente avec la taille ; ils l'estiment comprise entre 300 000 et 500 000 oeufs à environ 40 cm, résultat légèrement

inférieur à ceux obtenus dans cette étude où la fécondité à 40 cm serait estimée à 675 000 oeufs.

L'observation des ovaires au stade de ponte montre des ovocytes de différents diamètres, ce qui semblerait signifier que tous les oeufs ne sont pas pondus en une seule fois durant la saison de ponte. Ainsi, selon ALEKSEEV *et al.* (1986) la ponte se déroulerait suivant 10 à 12 séquences successives, durant chacune environ 4 jours. Quelques rares observations des larves et des juvéniles en milieu naturel (FOURMANOIR, 1976 ; IVANIN, 1987 ; MUNDY, 1990 ; BOEHLERT & MUNDY, 1992) et des expériences de fécondations artificielles (MASUZAWA *et al.*, 1975) permettent de penser que les larves sont soumises aux courants de surface jusqu'à ce qu'elles adoptent une existence démersale, probablement au bout d'une année environ.

La présence sur les monts échantillonnés tout au long de la période de ponte d'individus des deux sexes au stade de reproduction semblerait indiquer qu'elle n'entraîne pas de grandes migrations. Chaque zone de pêche fréquentée par des individus matures étant une aire de ponte potentielle (MASUZAWA *et al.*, 1975 ; ALEKSEEV *et al.*, 1986). Toutefois, puisque les distributions des fréquences de longueurs varient selon les aires de pêche et leurs profondeurs (MASUZAWA *et al.*, 1975 ; HORN ET MASSEY, 1989 ; HUMPHREY *et al.*, 1984 ; MASSEY & HORN, 1990), il semble possible de différencier des zones avec des poissons matures qui se reproduiraient sur place et d'autres zones avec des juvéniles et des poissons immatures ; le passage d'une aire à l'autre s'effectuerait soit par une migration soit par une dérive avec le courant.

ALEKSEEV *et al.*, 1986 (*in* HORN & MASSEY, 1989) ont examiné les distributions de fréquences de longueurs et les stades de maturation sexuelle dans différentes zones de l'Atlantique nord et sud. Ils en concluent l'existence d'au moins trois populations séparées de *Beryx splendens* en Atlantique, chacune d'elle étant présente dans un large système tourbillonnaire océanique. Chacun de ces systèmes comprendrait une aire de reproduction où les grands individus domineraient et où se déroulerait la ponte, et une aire "végétative" où se trouveraient les juvéniles et les poissons en première maturation. Les courants porteraient les oeufs et les larves de la zone de reproduction vers la zone végétative tandis que les poissons atteignant la première maturation effectueraient une migration de retour avec le courant vers l'aire de reproduction qu'ils ne quitteraient plus.

Au Japon, MASUZAWA *et al.* décrivent un schéma du même type à partir de recaptures de poissons marqués, des distributions des fréquences de tailles sur les différents bancs de pêche et des connaissances hydrologiques de la zone. Les oeufs planctoniques dériveraient dans le Kuroshio depuis la zone de recrutement du stock de Sagami Bight vers les

environs moins profonds de la baie de Sagami Bight où les juvéniles s'établiraient. Ils grandiraient sur ces côtes jusqu'à l'âge d'un an ou deux et se rassembleraient ensuite sur les bancs de pêche de la baie en s'éloignant progressivement vers le large.

En ce qui concerne la Nouvelle-Calédonie, il est encore bien difficile de décrire un schéma de ce type, du fait notamment des faibles connaissances hydrologiques concernant la zone exploitée. Les monts exploités se situent au sud et au sud-est de l'île des Pins qui constitue l'extrémité sud de la Grande Terre. Il semble qu'à cette latitude se forme un front thermique séparant les eaux chaudes et pauvres du nord des eaux plus fraîches et plus riches du sud (JARRIGE *et al.*, 1979 ; PETIT & GOHIN, 1982 ; DUPOUY, 1990). Il est probable que les courants de surface générés par les alizés de sud-est dominant portent principalement au nord ouest tandis que la circulation géostrophique est dirigée vers l'est (DONGUY *et al.*, 1970 ; HENIN *et al.*, 1984). Sur ce schéma certainement simplifié, peut se superposer une structure tourbillonnaire observée à deux reprises sur une image satellitaire et lors de la campagne Zonécol.

Les plus petits individus capturés durant les campagnes BERYX proviennent d'un trait de chalut de fond réalisé au mois d'octobre sur le mont Jumeau est situé au nord à nord-ouest des monts qui furent exploités ; ils mesuraient 13 cm à la fourche (âge estimé à environ 10 mois) et étaient tous immatures. Ce mont est moins profond (390 m) que les autres (sommets entre 500 et 750 m). Il est de ce fait tentant d'ébaucher un circuit qui relierait les monts exploités du sud où se trouvent des individus matures et ceux du nord où des juvéniles ont été capturés car les larves pourraient y parvenir en dérivant en surface soit sous l'influence des alizés soit sous celle de la structure tourbillonnaire observée notamment durant la campagne Zonécol. La période hivernale serait propice au développement des juvéniles car le refroidissement saisonnier et les alizés bien établis sont à l'origine, au moins dans le sud de la zone, d'une homogénéisation verticale des couches supérieures entraînant un enrichissement de la couche de surface (DANDONNEAU & GOHIN, 1984 ; DUPOUY, 1990). Le recrutement sur les monts au sud et à l'est serait facilité par le flux géostrophique plus en profondeur ou encore une fois par la présence du tourbillon.

En conclusion cette étude a permis de valider l'échelle macroscopique des stades de maturation des gonades, de déterminer la période de reproduction de *Beryx splendens* sur les monts sous-marins du sud-est de la Nouvelle-Calédonie et d'estimer les paramètres nécessaires aux calculs de dynamique des populations qui permettent la gestion des stocks. Certains points pourraient toutefois être développés, notamment en ce qui concerne d'éventuelles variations du cycle de maturation entre les différents monts exploités, le comportement des individus au moment de la ponte et les déplacements susceptibles d'exister entre les aires de reproduction

(monts exploités car habités par des individus matures de grandes tailles) et les aires "végétatives", encore très mal identifiées, abritant les juvéniles. La comparaison des cycles de reproduction de cette espèce en Nouvelle-Calédonie et en Nouvelle-Zélande serait du plus grand intérêt en raison du décalage existant entre les périodes de reproduction dans ces deux régions pourtant voisines et qui sont, de plus, reliées par la ride sous-marine de Norfolk.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ABOUSSOUAN A., LAHAYE J., 1979. Les potentialités des populations ichtyologiques. Fécondité et ichtyoplancton. *Cybiurn* 3ème sér., 6 : 29-46.
- ALEKSEEV F. E., ALEKSEEVA E.I., TRUNOV I.A., SHLIBANOV V.I., 1986. Macroscale water circulation, ontogenic geographical differentiation and population structure of alfoncino, *Beryx splendens* Lowe, in the Atlantic ocean. *J. C. E. S. (C)* 10 : 16 p.
- BENTIVEGNA F., BENEDETTO F., 1993. Histological study on the gonochorism of *Symphodus cinereus* (LABRIDAE) *Cybiurn*, 17 (1) : 17-22.
- BOEHLERT G. W., MUNDY B. C., 1992. Distribution of ichthyoplankton, around southeast hancock seamount, central North Pacific, summer 1984, winter 1985: data report. NOAA Technical Memorandum NMFS. SWFSC-176, 109 p.
- BROUARD F., GRANDPERRIN R., 1984. Les poissons profonds de la pente récifale externe à Vanuatu. Port-Vila, ORSTOM : *Notes et Documents d'Océanographie* 11 : 131 p.
- CONAND C., 1976. Maturité sexuelle et fécondité du tassergal. *Thèse de doctorat de spécialité*. Univ. de Provence. 91 p.
- DANDONNEAU Y., GOHIN F., 1984. Meridional and seasonal variations of the sea surface chlorophyll concentration in the southwestern tropical Pacific (14 to 32°S, 160 to 175°E). *Deep-sea research*, (A) 31 (12) : 1377-1393
- DELATHIERE S., 1990. Biologie et exploitation du crabe de paléuvier *Scylla serrata* en Nouvelle-Calédonie. *thèse de doctorat*, Université de Bretagne Occidentale.
- DONGUY J.R., OUDOT C., ROUGERIE F., 1970. Circulation superficielle et subsuperficielle en mer de Corail et à 170°E. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.* 8 (1) : 3-20.
- DUPOUY C., 1990. La chlorophylle de surface observée par le satellite NIMBUS-7 dans une zone d'archipel (Nouvelle-Calédonie et Vanuatu). Une première analyse. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*. 6 (n° spécial) : 125-148.
- FONTANA A., 1969. Etude de la maturité sexuelle des sardinelles *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (C. et V.) de la région de Pointe Noire. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 7 (2) : 101-104.
- FONTANA A., LE GUEN J.C., 1969. Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudolithus (Fonticulus) elongatus*. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 7 (3) : 9-19.
- FOURMANOIR P., 1976. Formes post-larvaires et juvéniles des poissons côtiers pris au chalut pélagique dans le Sud-Ouest Pacifique. *Cah. Pac.*, 19 : 47-88.
- GAERTNER D., 1985. Etude de la biologie et de l'exploitation des baudroies *Lophius piscatorius*, Linne et L. Budegassa, Spinola dans la mer Celtique. *Thèse de doctorat de 3ème cycle*. UBO : 267 p.
- GALAKTIONOV, G. Z., 1984. Features of the schooling behaviour of the alfonsina *Beryx splendens* (Berycidae) in the thalassobathyl depths of the Atlantic Ocean. *J. Ichthyol.* 24 (5) : 148-151.

- GARTNER J. V. Jr, 1993. Patterns of reproduction in the dominant lanternfish species (Pisces : Myctophidae) of the eastern gulf of Mexico, with a review of reproduction among tropical-subtropical Myctophidae. *Bull. Mar. Sci.*, 52 (2) : 721-750.
- GRIMES C. B., 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae : a review. In *Tropical Snappers and Groupers : Biology and fisheries management*. POLOVINA J. J., RALSTON S. (Eds), Westview Press Boulder and London : 239-294.
- HENIN C., GUILLERM J.M., CHABERT L., 1984. Circulation superficielle autour de la Nouvelle-Calédonie. Nouméa, ORSTOM : *Océanogr. trop.* 19 (2) : 113-126.
- HORN P.L., MASSEY B. R., 1989. Biology and abundance of alfonsino and bluenose off the lower east coast North Island, New Zealand. *New Zealand Fisheries Technical Report* 15 : 32 p.
- HUMPHREYS R. L. JR., TAGAMI D. T., SEKI M. P., 1984. Seamount fishery resource within the southern Emperor-northern Hawaiian Ridge area. In : Grigg R.W. and Tanoue K.Y. (Ed.), *Proceedings of the Symposium on Resource Investigations in the Northwestern Hawaiian Islands, May 25-27, 1983*, Vol. 1 : 283-327.
- IVANIN N. A., 1987. On the discovery of a juvenile *Beryx-alfonsino*, *Beryx splendens*, in the region of the north Australian trough of the Indian ocean. *Journal of Ichthyology* 27 (3) : 171-172.
- JARRIGE F, BOURRET P., GUILLERM J.M., 1979. Observation d'une zone de frontière thermique dans le sud-ouest du Pacifique. ORSTOM : Nouméa. *Rapp. Scient. Tech.*, 5 : 11 p.
- LANGERON, 1942. Précis de microscopie. 6ème édition, MASSON et Cie, Eds. 1340 p.
- LAUREC A., LE GUEN J. C., 1981. Dynamique des populations marines exploitées - Tome 1. Concepts et modèles. CNEXO, *Rapports scientifiques et techniques* 45 : 118 p.
- LE GUEN J. C. 1971. Dynamique des populations de *Pseudolithus (Fonticulus) elongatus* (Bowd. 1825) Poissons - Sciaenidae. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, IX (1) : 3-84.
- MASSEY B. R., HORN P. L., 1990. Growth and age structure of alfonsino (*Beryx splendens*) from the lower east coast, North Island, New Zealand. *N.Z. J. Mar. Freshwat. Res.* 24 (1) : 121-136.
- MASUZAWA T., KURATA Y. ONISHI K, 1975. Population ecology of japanese alfonsin and other demersal fishes. *Japan Aquatic Resources Conservation Association Fishery Resource Paper* N° 28.
- MUNDY B. C., 1990. Development of larvae and juveniles of the alfonsins, *Beryx splendens* and *B. decadactylus* (Berycidae, Beryciformes). *Bull. Mar. Sci.* 46 (2) : 257-273
- PETTIT M., GOHIN F, 1982. Radiométrie aérienne et prospection thonière. Nouméa ORSTOM : *Rapport de convention* : 161 p.
- ROUGERIE F., 1986. *Le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie : spécificité hydrologique, dynamique et productivité*. Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, 233 p.
- SADOVY Y., SHAPIRO D.Y., 1987. Criteria for the diagnosis of hermaphroditism in fishes. *Copeia* 1 : 136-156
- SAS (Statistical Analysis System), 1988. *SAS/STAT User's guide, Release 6.03 Edition*. Cary, NC : SAS Institute Inc. : 1028 p.
- SCHWARTZ D., 1963. *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. Médecine-Sciences Flammarion PARIS VI.
- SHAPIRO D. Y., 1987. Reproduction in Groupers. In *Tropical Snappers and Groupers : Biology and fisheries management*. Polovina J. J., Ralston S. (Eds), Westview Press Boulder and London : 294-327.
- SHAPIRO D. Y., SADOVY Y, MCGEHEE A., 1993. Size, Composition, and spatial structure of the annual spawning aggregation of the red hind, *Epinephelus guttatus* (Pisces : Serranidae). i, 1993 (2) : 399-406.
- SHERSTYUKOV A. I., NOSTOV A. S., 1986. Collection of juvenile alfonsino *Beryx splendens* (Berycidae), in the region of the Uglovoye submarine rise. *Journal of Ichthyology* 26 (5) : 123-124

- SOMERTON D. A., 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37 : 1488-1494.
- TONG L. J., VOOREN C. M., 1972. The biology of the New Zealand Tarakihi *Cheilodactylus macropterus* (Bloch and Schneider). Fisheries Research Division, New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries. *Fisheries Bulletin* 6 : 60 p.
- UCHIDA R. N., UCHIYAMA J.H. (Eds.), 1986. Fishery atlas of the northwestern Hawaiian Island. NOAA Technical Report NMFS 38 : 142 p.

## ANNEXE 1

### FIXATION ET CONSERVATION

formol 10% jusqu' au traitement

### RINÇAGE

alcool 95 (éthanol) 2 bains de 30 mn

2 bains de 45 mn

### DESHYDRATATION

alcool absolu 2 bains de 45 mn

toluène 2 bains de 45 mn

### IMPREGNATION ET INCLUSION

Parafine (marque) 4 bains de 30 mn

### REHYDRATATION

xylène 1 bain de 3 mn

2 bains de 2 mn

éthanol absolu 3 bains de 2 mn

rinçage à l'eau 2 bains de 2 mn

eau distillée 1 bain de 1 mn

### COLORATION

Hématoxyline (Mayer réf. 9249) 1 bain de 3 mn

rinçage à l'eau 2 bains de 3 mn

eau distillée 1 bain de 1 mn

éosine 1% (Erythrosine 239 RAL) 1 bain de 1 à 2 mn

rinçage à l'eau 2 bains de 30 mn

### PREPARATION AVANT MONTAGE

éthanol absolu 3 bains de 2 mn

xylène 3 bains de 2 mn