

COMMISSION DU PACIFIQUE SUD

SOUTH PACIFIC COMMISSION

JOURNEES D'ETUDES SUR LES RESSOURCES HALIEUTIQUES
COTIERES DU PACIFIQUE

(Noumea, Nouvelle-Caledonia, 14 - 25 mars 1988)

WORKSHOP ON PACIFIC INSHORE FISHERY RESOURCES

(Noumea, New Caledonia, 14 - 25 March 1988)

BIOLOGIE ET STRATEGIE DE REPRODUCTION DE NASO BREVIROSTRIS (ACANTHURIDAE)
EN RELATION AVEC LES RENDEMENTS DE LA PECHERIE

BIOLOGY AND REPRODUCTIVE STRATEGY OF NASO BEVIROSTRIS (ANCANTHURIDAE)
AND ITS RELATIONSHIPS WITH THE FISHERY YIELD

PAR/BY

B. CAILLART

Centre ORSTOM de Brest
BP.79, 29263 Plouzane, France

ET/AND

E. MORIZE

Centre ORSTOM de Tahiti
BP 529, Papeete, Polynesie Francaise

Résumé : Parmi plusieurs autres espèces, la pêche artisanale de Tikehau (Polynésie Française) capture à l'aide de pièges fixes ou parcs à poissons une espèce d'Acanthuridae, *Naso brevirostris*. L'étude de la biologie, en relation avec les débarquements de cette espèce, indique que les poissons sont capturés à partir de leur première maturité, lorsqu'ils migrent pour se reproduire vers le secteur de la passe où sont implantés les parcs à poissons. Les larves sont disséminées dans l'océan environnant et reviennent environ 2 mois plus tard sur le récif. Cette phase pélagique apparaît comme très critique : du taux de survie à l'issue de celle-ci, dépendra le nombre de recrues disponibles pour la pêche.

Abstract : Among several others species, an Acanthurid species, *Naso brevirostris* is caught by fish traps located near the pass of Tikehau (French Polynesia). Biological study and landing catch survey show that fish are caught after their first maturity, when reproductive migrations occur through the pass. Offsprings are dispersed offshore and settle about 2 months later on the reef. This pelagic stage appears to be very critical and the survival rate seems to be closely related with the number of recruits available for the fishery.

Les poissons-chirurgiens sont parmi les principaux constituants des communautés ichthyologiques en milieu corallien. En Polynésie Française, GALZIN (1985) recense environ 30 espèces d'Acanthuridae, dont 5 appartiennent au genre *Naso* et 15 au genre *Acanthurus*. La biologie de quelques Acanthuridae herbivores a été étudiée par RANDALL (1961a, b), JONES (1968), BARLOW (1974) et FISHELSON et al. (1987). A côté de cela, on compte peu d'informations sur les Acanthuridae en tant qu'espèces cibles de pêche artisanale. Dans l'archipel des Tuamotu (Polynésie Française), un poisson-chirurgien zooplanctonophage, *Naso brevirostris* est l'une des espèces les plus communes dans les débarquements. Le but de cet exposé est de décrire la biologie de cette espèce et de la relier aux fluctuations des prises.

LA PECHERIE DE TIKEHAU

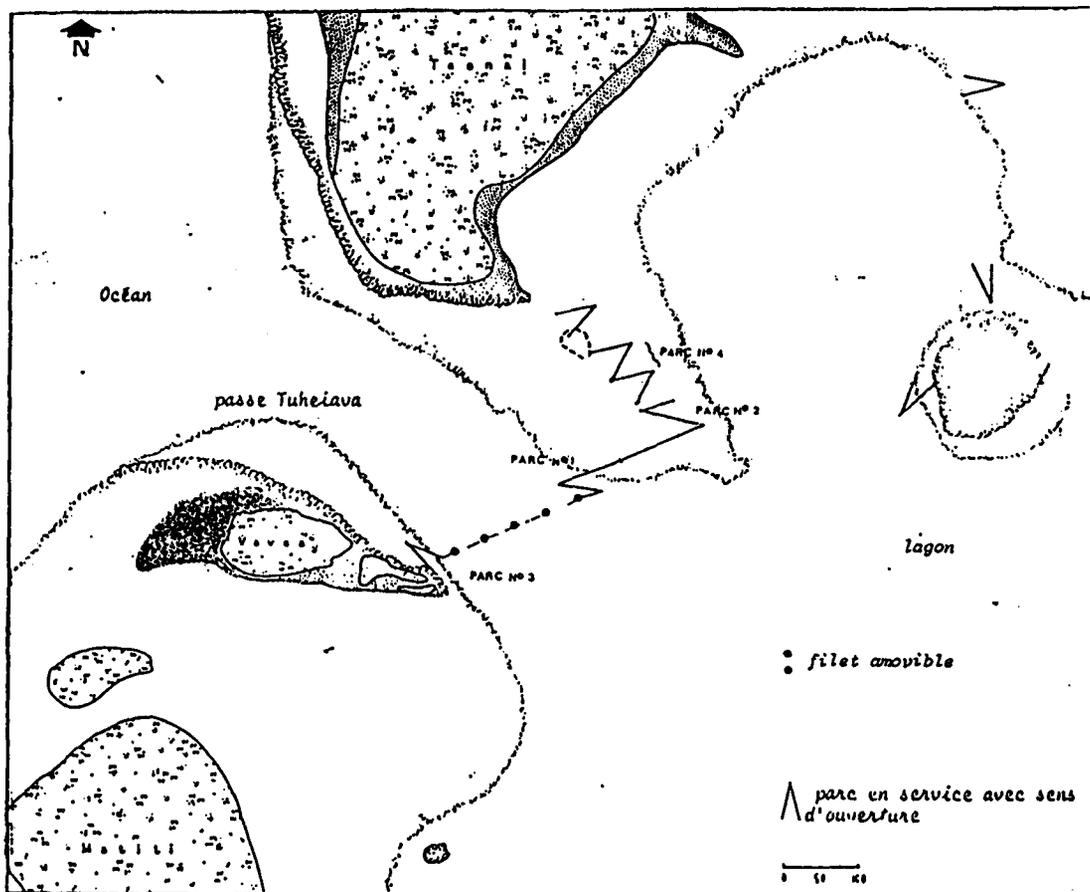


Figure 1 : Emplacement des parcs à poissons dans la passe de Tikehau
 Location of fish traps in the pass of Tikehau

L'atoll de Tikehau (148° 10' W, 15° S) est situé dans le Nord-Ouest de l'archipel des Tuamotu (Polynésie Française). Une couronne

récifale de nature corallienne entoure un lagon d'une surface d'environ 400 km² et de 38 m de profondeur maximale (LENHARDT, 1987). Le lagon communique avec l'océan par une passe de 4 mètres de seuil, localisée à l'ouest de l'atoll, et à travers de nombreux chenaux peu profonds (hoa) dont la plupart sont situés dans la partie Sud-Est de l'atoll. Les eaux du lagon sont beaucoup plus riches que celles de l'océan oligotrophe environnant (CHARPY, 1985). Dans ce milieu, la production primaire moyenne de la colonne d'eau et du sédiment peut être estimée à 251 gC/m²/an (CHARPY-ROUBAUD, 1988).

Depuis plusieurs années, une pêcherie artisanale exploite la ressource ichthyologique dans les environs de la passe. Les engins de pêches utilisés sont des pièges fixes implantés à demeure dans différents endroits de la passe (figure 1). Une description détaillée de ces parcs à poissons a été faite par BLANCHET et al. (1985). Une cinquantaine d'espèces sont capturées, mais seules dix d'entre elles sont représentées de façon significative dans les tonnages débarqués. Le tableau 1 montre que les Lethrinidae, Lutjanidae, Carangidae, Acanthuridae et Serranidae sont les familles cibles de ce mode d'exploitation. De façon générale, le total pondéral annuel des captures oscille entre 120 et 200 tonnes, le rendement moyen étant de 0,6 tonne/km²/an.

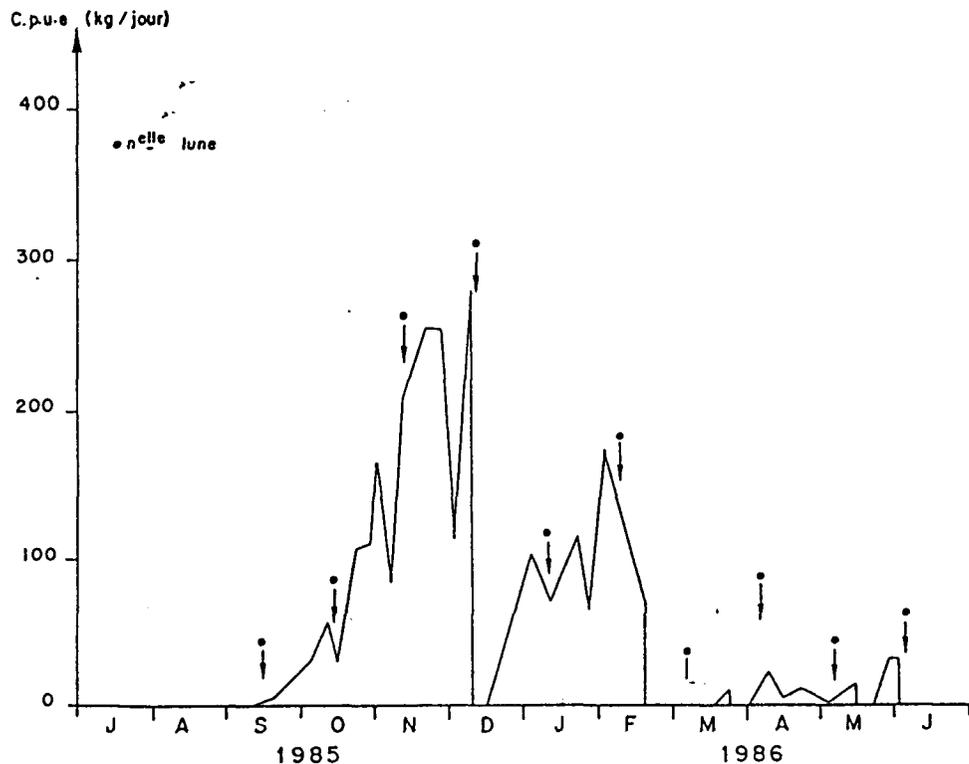


Figure 2 : Variations de la C.P.U.E. de *Naso brevirostris* au cours des années 1985 et 1986
Variations of C.P.U.E. of *Naso brevirostris* during the years 1985 and 1986

Les captures de *Naso brevirostris* suivent des variations irrégulières, entre 1,2 tonnes et 12,7 tonnes. La capture par unité

Tableau 1 : Production par espèce de 1982 à 1987 (une année débute le 1^{er} juillet et se termine le 30 juin)
Yield per species from 1982 to 1987 (a year last from July 1st to June 30th)

ESPECE	82 - 83		83 - 84		84 - 85		85 - 86		86 - 87	
	Poids (kg)	% Total								
Holocentridae										
<i>Adyarix spinifer</i>			14	0,0					10	0,0
<i>Myripristis sp.</i>	4371	3,6	2397	1,7	1692	1,1	3419	2,2	2009	1,1
Sphyraenidae										
<i>Sphyraena forsteri</i>	665	0,6	2835	2,0	2678	1,8	5085	3,3	3094	1,7
Siganidae										
<i>Siganus argenteus</i>	141	0,1							15	0,0
Serranidae										
<i>Epinephelus microdon</i>	440	0,4	160	0,1	740	0,5	4712	3,1	40572	21,7
Priacanthidae										
<i>Priacanthus cruentatus</i>	3780	3,2	2048	1,4	123	0,1	1561	1,0	632	0,3
Carangidae										
<i>Alectis indicus</i>	301	0,3							133	0,1
<i>Carangoides orthogrammus</i>	742	0,6	1134	0,8	180	0,1	63	0,0	730	0,4
<i>Caranx ignobilis</i>	84	0,1	2923	2,0	3983	2,6	3664	2,4	2957	1,6
<i>C. lugubris</i>							31	0,0	168	0,1
<i>C. melampygus</i>	16831	14,0	23901	16,7	20972	13,8	10070	6,6	10969	5,9
<i>Caranx sp.</i>										
<i>Decapterus pinnulatus</i>					1343	0,9	3580	2,4	1582	0,8
<i>Elagatis hipinnulatus</i>	203	0,2			2030	1,3	1050	0,7		
<i>Selar crumenophthalmus</i>	9762	8,1	9078	6,3	17125	11,2	18905	12,4	18385	9,8
<i>Scomberoides lysan</i>	1232	1,2	2321	1,6	651	0,4	245	0,2	1778	0,9
Sparidae										
<i>Monotaxis grandoculis</i>	147	0,1					235	0,2	287	0,2
Lutjanidae										
<i>Lutjanus fulvus</i>	27698	23,1	11255	7,9	17286	11,4	13500	8,9	7941	4,2
<i>Lutjanus gibbus</i>	5263	4,4	8034	5,6	11280	7,4	24717	16,2	25178	13,4
Mullidae										
<i>Mulloidichthys sp.</i>	1351	1,1	9924	6,9	8433	5,5	11448	7,5	5239	2,8
<i>Upeneus vittatus</i>			10233	7,1	1060	0,7	7490	4,9	1309	0,7
Mugilidae										
<i>Mugil cephalus</i>	133	0,1	1702	1,2	98	0,1	3297	2,2	260	0,1
<i>H. vaigensis</i>	280	0,2					385	0,3		
Chanidae										
<i>Chanos chanos</i>	220	0,2	6	0,0	62	0,0	45	0,0	33	0,0
Albulidae										
<i>Albula vulpes</i>	4746	4,0	12292	8,6	5863	3,8	6391	4,2	5099	2,7
Lethrinidae										
<i>Lethrinus mashena</i>			343	0,2	340	0,2				
<i>L. miniatus</i>	22035	18,4	34812	24,3	32532	21,4	14679	9,6	50169	26,8
Chaetodontidae										
<i>Chaetodon sp.</i>	18	0,0							21	0,0
Kyphosidae										
<i>Kyphosus anarescens</i>			24	0,0			1	0,0		
Scaridae										
<i>Scarus gibbus</i>	665	0,6	571	0,4	1386	0,9	1673	1,1	1767	0,9
<i>Scarus sp.</i>	532	0,5	1232	0,9	1386	0,9	3107	2,0	1466	0,8
Acanthuridae										
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	12328	10,3	2057	1,4	1663	1,1	303	0,2	1605	0,9
<i>Ctenochaetus stiatius</i>	10	0,0								
<i>Naso brevirostris</i>	5597	4,7	3036	2,1	14282	9,4	19374	12,7	2273	1,2
<i>N. lituratus</i>	7	0,0	46	0,0	133	0,1	248	0,2	553	0,3
<i>N. unicornis</i>	301	0,3	22	0,0					952	0,5
<i>N. vlamingi</i>							3	0,0	42	0,0
Assortis	36	0,0	749	0,5	4977	3,3	199	0,1	138	0,1
TOTAL	119931		143149		152298		159482		187366	

d'effort (c.p.u.e.) exprimée comme le rapport de la quantité pêchée au nombre de jours nécessaires à sa capture montre des variations très semblables d'une année sur l'autre. A titre d'exemple, les variations de la c.p.u.e. en 1985 et 1986 sont indiquées sur la figure 2. On observe une augmentation très nette des rendements à partir du mois de novembre et en décembre ils atteignent un maximum de 300 kg/jour. Ensuite les rendements décroissent jusqu'au mois de février. Avant et après cette période, les c.p.u.e. sont faibles voire nulles. A côté de ce cycle saisonnier, on observe un cycle lunaire : les c.p.u.e. sont plus élevées quand on se situe de la nouvelle lune au premier quartier.

BIOLOGIE DE *NASO BREVIROSTRIS*

- Régime alimentaire

Naso brevirostris est principalement un zooplanctonophage. Il s'alimente en bancs sur des concentrations de Copépodes. En outre, les femelles s'alimentent d'algues benthiques. Des analyses de contenus stomacaux ont montré que ces algues sont peu digérées et que probablement, seule l'épifaune est utilisée (LOBEL, 1980).

- Reproduction

La reproduction a été étudiée par le suivi du rapport gonadosomatique (RGS). La figure 3 montre les variations de cet indice sur une année moyenne. Le RGS augmente à partir de septembre, atteint un maximum en décembre, décroît ensuite, atteint un maximum secondaire au mois de mai et enfin décroît vers sa valeur minimale au mois d'août. La valeur maximale moyenne est de 23 p.mille et le maximum absolu de 50 p.mille. Avec de telles variations, il est difficile de cerner les périodes de ponte. Pour compléter cette étude, le nombre moyen d'ovocytes dans la gonade (*i.e.* la fécondité apparente) a été suivi. La figure 4 montre que le nombre total d'ovocytes reste sensiblement constant (745 ovocytes/g), entre les mois d'avril et décembre. Entre décembre et février, ce nombre chute jusqu'à 246 ovocytes/g. Après cette période, la fécondité apparente remonte et atteint 690 ovocytes/g au mois de mars. En accord avec les variations observées du RGS, nous concluons que la saison de ponte se situe entre les mois de décembre et février.

Par ailleurs, la taille à la première maturité des femelles, définie comme la taille à partir de laquelle 50 % des individus sont matures, est de 19 cm.

- Croissance

En utilisant les échantillonnages mensuels en longueur des captures, il est possible de déterminer les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy en appliquant la méthode du suivi de la progression modale. Pour les deux sexes, les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy ainsi que les intervalles de confiance de ces valeurs ($p < 0.05$), sont indiqués dans les tableaux 2 et 3. La

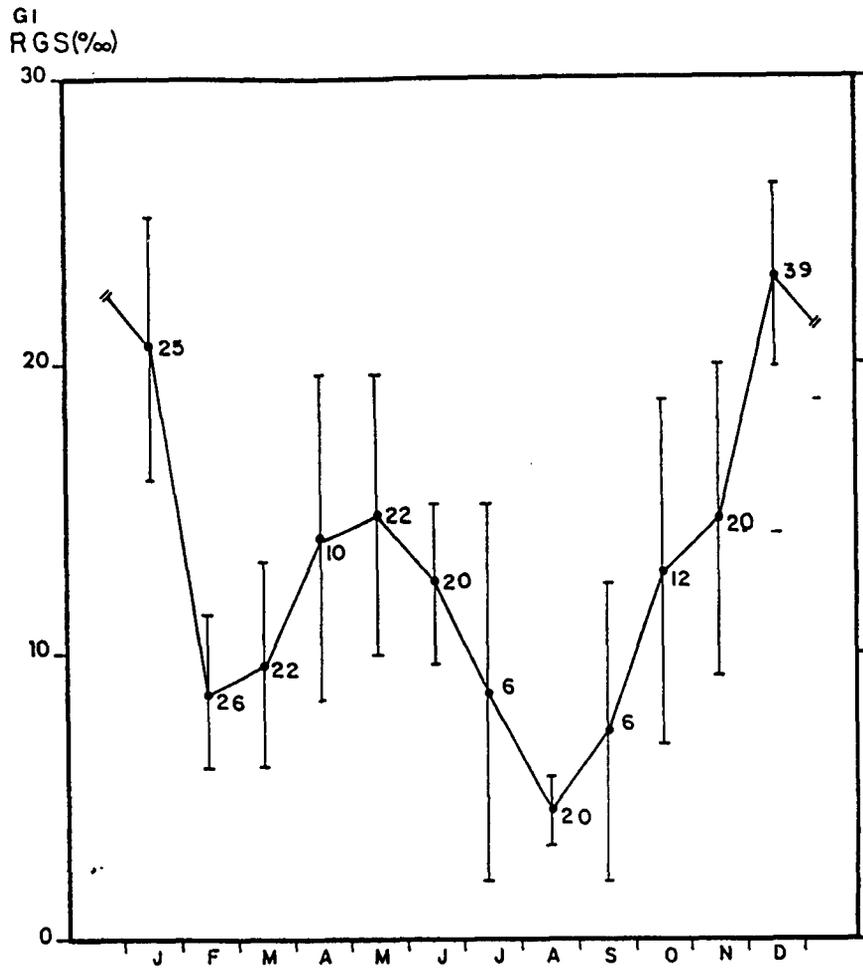


Figure 3 : Variations du RGS sur une année moyenne (barre verticale : intervalle de confiance à 95 % ; le nombre indique la taille de l'échantillon)
Mean variations of GI (vertical line : 95 % confidence interval ; number is size of sample)

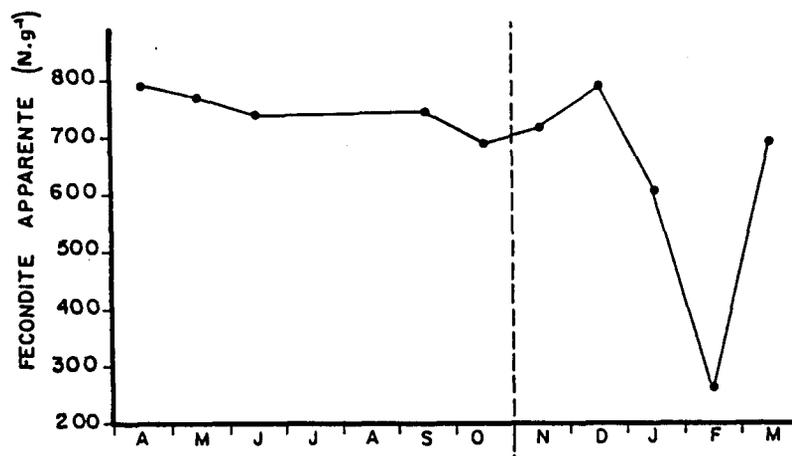


Figure 4 : Variations du nombre d'ovocytes/g de poids frais dans l'ovaire
Variations of the number of ovocytes/g body weight in the ovary

Tableau 2 : Valeurs et bornes de l'intervalle de confiance ($P > 95\%$) des paramètres de l'équation de Von BERTALANFFY, calculés pour les mâles avec la méthode de la progression modale
Value and 95 % confidence interval of the Von BERTALANFFY growth curve parameters for N. brevirostris male

Intervalle de confiance	L_{∞} (mm)	K (1/a)	To (a)
Moyenne	381,1	0,33	-0,39
Borne inf.	347,6	0,25	-0,53
Borne sup.	414,6	0,41	-0,32

Tableau 3 : Valeurs et bornes de l'intervalle de confiance ($P > 95\%$) des paramètres de l'équation de Von BERTALANFFY, calculés pour les femelles avec la méthode de la progression modale
Value and 95 % confidence interval of the Von BERTALANFFY growth curve parameters for N. brevirostris female

Intervalle de confiance	L_{∞} (mm)	K (1/a)	To (a)
Moyenne	350,5	0,26	-0,80
Borne inf.	326,4	0,21	-1,00
Borne sup.	374,5	0,30	-0,70

croissance en longueur des mâles est supérieure à celle des femelles, confirmant ainsi les observations de ROBERTSON (1985) au sujet de la macroandrie dans le genre *Naso*. La relation taille-poids est peu différente pour les deux sexes. Une équation unique suffit pour la modéliser. Elle s'écrit :

$$W = 3,81 \cdot 10^{-5} \cdot L^{2,81}$$

avec W : poids en grammes
L : longueur à la fourche en millimètres

La longueur maximale (Lmax) de *Naso brevirostris* a été estimée à partir de la définition de FONTANA (1979), c'est à dire "la dernière taille significativement présente dans les captures annuelles". Ainsi, pour les mâles, Lmax = 35 cm et pour les femelles, Lmax = 31 mm. Cela nous permet d'estimer la longévité à environ 7 ans. Etant donné que 92,7 % des mâles capturés se situent entre 24 et 32 cm et que 90,7 % des femelles mesurent entre 23 et 28 cm, l'essentiel des captures est représenté par les groupes d'âges 3+ et 4+. Ensuite, une décroissance rapide des effectifs laisse supposer une mortalité totale (par pêche + naturelle) importante.

STRATEGIE DE REPRODUCTION ET SES CONSEQUENCES SUR LA GESTION DE LA PECHE

Naso brevirostris appartient à la catégorie des espèces qui migrent pour se reproduire (JOHANNES, 1978). Quand arrive la saison de reproduction, il migre vers la passe et émet ses gamètes. Le courant sortant fait que ceux-ci sont exportés vers l'océan environnant. C'est à ce moment là que cette espèce est capturée par les parcs à poissons de la passe. Cette observation est étayée par la forte proportion d'animaux à un stade de maturité avancé dans les captures. Après leur libération, les larves pélagiques demeurent environ 2 mois ½ dans l'océan (BROTHERS et al., 1983). Les premières formes juvéniles sont visibles à partir des mois de mars-avril et mesurent entre 4 et 8 cm. Les jeunes se trouvent dans la partie Sud-Est de l'atoll, c'est à dire là où l'eau océanique pénètre par les hoas.

La valeur adaptative de cette stratégie n'est pas nette. Pour JOHANNES (1978), c'est une réponse évolutive pour échapper à la prédation importante dans les eaux lagunaires. Pour BARLOW (1981), cette stratégie est sélectionnée pour disséminer l'espèce par le biais de la phase pélagique. Dans le cas de Tikehau, l'argumentation de BARLOW (1981) prend toute sa valeur car le lagon forme une cuvette suffisamment vaste ($\approx 1\ 000\ km^3$) pour qu'une larve puisse se développer en échappant à la pression de prédation. Ainsi, si la dissémination est effective, un atoll tel que celui que nous étudions se comporte t-il comme un système auto-régénéré ou dépend t-il de la production de larves d'autres atolls ? Les atolls de l'archipel des Tuamotu sont relativement proches les uns des autres. Etant donné le sens de la circulation océanique dans cette région, on peut concevoir qu'une partie des recrues larvaires produites à Rangiroa, atoll situé

à 25 km à l'est de Tikehau, puisse venir coloniser le récif de Tikehau. Réciproquement, une partie des recrues de Mataiva, atoll situé à 20 km à l'ouest de Tikehau, peut provenir des géniteurs de Tikehau. Pour le gestionnaire de pêcherie, cet élément est d'une grande importance, car dans le cas où il faudrait limiter la pêche pour préserver le stock de géniteurs, il ne servirait à rien de le faire uniquement à Tikehau, si une bonne partie du recrutement futur dépend de l'état du stock d'atolls voisins.

En milieu récifal, la nature de la relation stock-recrutement est extrêmement mal connue. Les premières hypothèses avancées pour expliquer la composition de la population adulte étaient qu'elle n'est pas limitée par la quantité de larves arrivant sur le récif mais par les ressources disponibles pour celles-ci (revue dans SALE, 1980). L'idée est que ce sont les interactions inter-spécifiques qui conditionnent l'abondance des poissons sur tel ou tel récif. Des études récentes ont suggéré que les recrues potentielles ne seraient pas en excès et qu'il y aurait suffisamment de place pour toutes (WILLIAMS, 1980, DOHERTY, 1982, 1983, VICTOR, 1983, 1986, SHULMAN et ODGEN, 1987). La quantité de larves survivantes à la phase pélagique serait donc le facteur limitant la population adulte. MUNRO *et al.* (1973) observent que sur des aires inexploitées par la pêche, la population d'espèces cibles variait considérablement d'une année sur l'autre, conséquence probable de variations dans le nombre de recrues disponibles. Confirmant cette hypothèse, nous observons à Tikehau qu'à effort de pêche égal, les quantités capturées de *Naso brevirostris* suivent des variations très irrégulières. Les tonnages débarqués varient du simple au triple d'une année sur l'autre. Ceci est également vrai pour les principales familles exploitées (Lethrinidae, Lutjanidae, Serranidae). La première application pour le gestionnaire est qu'une grande prudence sera de mise au moment de l'utilisation de modèles dont l'hypothèse de travail est un recrutement constant et illimité. Au niveau des connaissances actuelles, la relation stock-recrutement en milieu tropical est inconnue et semble difficilement prévisible tant elle est liée à des phénomènes hydroclimatiques et biologiques (revue dans RICHARDS et LINDEMAN, 1987).

CONCLUSION

A partir des informations exposées dans les chapitres précédents, il est possible de décrire un schéma du comportement de *Naso brevirostris* vis à vis de la pêcherie artisanale de Tikehau. Le déterminisme des prises est très lié au phénomènes reproductifs. Vers le mois de novembre et à partir de leur deuxième année, ces poissons sont sur le point de se reproduire, ils migrent vers la passe et exportent leurs oeufs vers l'océan. C'est à ce moment là qu'ils sont interceptés par les parcs à poissons. Les variations lunaires des captures suggèrent que la ponte doit se situer vers la nouvelle lune. Au mois de février, le processus reproductif est terminé et les poissons retournent "en stabulation" dans le lagon. A ce moment là, les c.p.u.e. sont minimales et le resteront jusqu'à la prochaine saison de reproduction. Une fois libérés et fécondés, les oeufs

donnent des larves qui se disséminent dans le milieu océanique environnant. Cette phase de la vie du poisson apparaît comme être extrêmement critique. A ce stade, le taux de survie de la larve déterminera la taille de la population adulte à venir. La fraction des propagules (issue des géniteurs de Tikehau ou non) qui arrivent sur le récif, pénètre dans le lagon par les hoas de la côte sud-est. Les juvéniles passeront deux ans dans le lagon avant d'atteindre leur première maturité et de constituer des nouvelles recrues pour la pêcherie.

o o
o

BIBLIOGRAPHIE

- BARLOW (G.W.) - 1981 - Patterns of parental investment, dispersal and size among coral-reef fishes. *Env. Biol. Fish.*, 6 (1) : 65-85.
- BLANCHET (G.), CAILLAUD (L.), PAOFAAITE (J.) - 1985 - Un aspect de la pêche artisanale en Polynésie Française : les pièges à poissons de Tikehau. *O.R.S.T.O.M. Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, 25 : 116 p.
- BROTHERS (E.B.), WILLIAMS (D.Mc.B.), SALE (P.F.) - 1983 - Length of larval life in twelve families of fishes at "One Tree Lagon", Great Barrier Reef, Australia. *Mar. Biol.*, 76 : 319-324.
- CHARPY (L.) - 1985 - Matière organique et production phytoplanctonique du lagon. *O.R.S.T.O.M. Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, 24 : 51-63.
- CHARPY-ROUBAUD (C.J.) - 1988 - Production primaire des fonds meubles de Tikehau (atoll des Tuamotu, Polynésie Française). *Oceanologica acta* : ss presse.
- DOHERTY (P.J.) - 1982 - Some effects of density on the juveniles of two species of territorial damelfish. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 65 : 249-261.
- DOHERTY (P.J.) - 1983 - Tropical territorial damelfishes : is density limited by aggression or recruitment ?. *Ecology*, 64 : 176-190.
- FISHELSON (L.), MONTGOMERY (L.W.), MYRBERG (A.A.Jr) - 1987 - Biology of a Surgeonfish *Acanthurus nigrofuscus* with emphasis on changeover in diet and annual gonadal cycles. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 39 : 37-47.
- FONTANA (A.) - 1979 - Etude du stock demersal côtier congolais. *Thèse Doctorat d'Etat, Paris VI/Museum* : 300 p.
- GALZIN (R.) - 1985 - Ecologie des poissons récifaux de Polynésie Française. *Thèse doctorat d'état, Montpellier* : 195 p.
- JOHANNES (R.E.) - 1978 - Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Env. Biol. Fish.*, 3 (1) : 65-84.
- JONES (R.S.) - 1968 - Ecological relationships in Hawaiian and Johnston island Acanthuridae (Surgeonfishes). *Micronesica*, 4 : 369-371.

- LENHARDT (X.) - 1987 - Etude bathymétrique du lagon de l'atoll de Tikehau. *O.R.S.T.O.M. Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, 35 : 53-70.
- LOBEL (P.S.) - 1980 - Herbivory in damelfish and their role in coral reef community ecology. *Bull. Mar. Sci.*, 30 : 273-289.
- MUNRO (J.L.), GAUT (V.C.), THOMPSON (R.), REESON (P.H.) -1973 - The spawning season of Carribean Fishes. *J. Fish. Biol.*, 5 : 69-84.
- RANDALL (J.E.) - 1961a - A contribution to the biology of the convict surgeonfish of the Hawaiian islands, *Acanthurus triostegus sandvicensis*. *Pac. Sci.*, 15 (2) : 215-272.
- RANDALL (J.E.) - 1961b - Observations on the spawning of surgeonfishes (Acanthuridae) in the Society islands. *Copeia*, 1961 : 237-238.
- RICHARDS (W.J.), LINDEMAN (K.C.) - 1987 - Recruitments dynamics of reef fishes : planctonic processes, settlement and demersal ecology, and fishery analysis. *Bull. Mar. Sci.*, 41 : 392-410.
- ROBERTSON (D.R.) - 1985 - Sexual size dimorphism in Surgeonfish. *Proceeding of the fifth international coral reef congress, Tahiti, 1985, Vol. 5* : 403-408.
- SALE (P.F.) - 1980 - The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanogr. Mar. Biol. A. Rev.*, 18 : 367-421.
- SHULMAN (M.J.), ODGEN (J.C.) - 1987 - What controls tropical reef fish population : recruitment or benthic mortality ? an example in the Carribean reef fish *Haemulon flavolineatum*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 39 : 233-242.
- VICTOR (B.C.) - 1983 - Recruitment and populations dynamics of a coral reef fish. *Science*, 219 : 419-420.
- VICTOR (B.C.) - 1986 - Larval settlement and juvenile mortality in a recruitment limited coral reef fish population. *Ecol. Monogr.*, 56 : 145-160.
- WILLIAMS (D.Mc.B.) - 1980 - Dynamics of the Pomacentrid community on small patch reef in One Tree Lagon (Great Barrier Reef). *Bull. Mar. Sci.*, 30 : 159-170.