

CPS/Inshore Fish. Res./BP.66  
11 March 1988

ORIGINAL : FRANCAIS

COMMISSION DU PACIFIQUE SUD

JOURNEES D'ETUDES SUR LES RESSOURCES HALIEUTIQUES  
COTIERES DU PACIFIQUE

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

METHODS D'EVALUATION DES STOCKS D'HUITRES NACRIERES  
ET PERLIERES EN POLYNESIE FRANCAISE

PAR

ANDRE INTES  
Oceanographe biologiste de l'ORSTOM  
Centre ORSTOM de Brest  
BP.70, 29263 PLOUZANE

## INTRODUCTION:

Le développement de la perliculture en Polynésie dépend des potentialités des stocks naturels de *Pinctada margaritifera* encore existants après une surexploitation historique qui les a amené à un stade critique, voire à l'épuisement (Intès, 1982, 1984).

Dans le cadre d'un programme de recherches mené en collaboration entre l'EVAAM\* et l'ORSTOM\*\* destiné à promouvoir des normes de gestion de cette ressource, un des premiers objectifs réside dans l'évaluation de la biomasse de quelques atolls sélectionnés pour leur intérêt perlicole ou pour leurs capacités productrices en huîtres perlières.

Deux questions fondamentales se posent pour l'évaluation d'un stock: Quelle est sa répartition spatiale et quelle est l'abondance du peuplement? Lorsque le stock est supposé réparti de manière homogène dans le milieu, la première question n'a plus d'objet, mais ce cas est relativement rare et en particulier pour les mollusques, il ne se présente jamais.

Cette note expose la démarche suivie dans les lagons nacriers de Polynésie française en précisant les méthodes retenues pour l'acquisition des données et leur traitement.

## NATURE DU PROBLEME POSE

Chacun des atolls prospectés constitue un ensemble géographiquement limité dans lequel les nacres ne se répartissent pas au hasard, mais se rencontrent au sein d'un biotope bien défini, ne représentant qu'une fraction plus ou moins importante des fonds de la cuvette lagonaire.

La nacre est un mollusque bivalve, sessile, fixé par un byssus sur un substrat dur, généralement corallien dans le milieu naturel: son biotope est constitué par les patés et pinacles quelle qu'en soit l'extension. Un des objectifs prioritaires de l'évaluation des stocks consiste à déterminer l'étendue du biotope en sélectionnant une technique que l'on puisse mettre en oeuvre sur des îles isolées et qui se prête à la dimension du problème posé.

---

\* EVAAM: Etablissement pour la Valorisation des Activités Aquacoles et Maritimes. BP 20 . PAPEETE

\*\* ORSTOM : Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération. BP 529 . PAPEETE

Au sein du biotope, le peuplement nacrier se développe en fonction des exigences écologiques de l'espèce (profondeur, température, nourriture disponible) et de contraintes externes soit naturelles (prédateurs, compétition interspécifique), soit anthropiques (pêche, braconnage, pollution). L'abondance est ainsi modulée par différents facteurs qui ont une influence sur la densité en individus. L'évaluation du stock total d'un lagon nécessite la réalisation de "sondages" répartis dans l'ensemble du biotope permettant de mesurer les effectifs par unité de surface et là encore se pose le problème du choix de la méthode à utiliser.

Que ce soit dans le cas du biotope ou dans celui des densités, l'échelle et la stratégie de l'échantillonnage à effectuer est une des clés du choix de la méthode.

#### ECHELLE D'ECHANTILLONNAGE ET CHOIX DES METHODES

a/ Biotope: Pour estimer l'importance du biotope nacrier, il est nécessaire d'avoir recours à une méthode qui permette d'échantillonner les pâtés et les pinacles coralliens selon leur taille (métrique à hectométrique), leur dispersion dans le lagon et ceci dans un bassin de 100 à 250 kilomètres carrés. L'imagerie aérienne et notamment satellitaire constitue un outil précieux pour l'étude de stocks peu profonds (Bour, 1985) mais sa pénétration bathymétrique reste limitée aux 10 ou 20 mètres superficiels. Sachant que l'habitat de la nacre s'échelonne de 0 à 60 mètres, la télédétection permettrait au mieux d'appréhender le tiers du biotope.

C'est pourquoi l'échosondage a semblé mieux répondre au problème posé. En effet, les formations coralliennes, même les plus modestes, s'élèvent au dessus du fond sédimentaire et peuvent être détectées comme des accidents du relief sous marin. Leur compacité assure une réflexion maximale de l'écho. Les fonds durs sont caractérisés par une rupture de la ligne du fond accompagnée d'un tracé spécifique. Des radiales effectuées à une vitesse moyenne de trois noeuds permettent de couvrir au moins 40 kilomètres linéaires par jour en tenant compte de toutes les profondeurs et c'est le nombre de radiales réalisées qui détermine la puissance de l'échantillonnage pour chaque lagon.

b/ Biomasse: La visualisation directe par des plongeurs sous marins a semblé être le moyen le plus judicieux pour déterminer la densité du peuplement car la plongée demeure un moyen relativement facile à mettre en oeuvre même dans des îles isolées. Des essais préliminaires ont montré que les plongeurs, répartis en équipes de deux, pouvaient réaliser en routine deux comptages quotidiens sur des parcours linéaires de 50 mètres à des profondeurs de l'ordre de 30 mètres (Intès et Coeroli, 1985). Or les structures coralliennes du biotope s'étendent sur quelques dizaines de mètres, rarement quelques centaines, et la capacité d'échantillonnage des plongeurs est parfaitement adaptée à ces conditions.

#### PLAN D'ECHANTILLONNAGE

Deux techniques d'investigation utilisant des moyens différents et surtout portant sur des échelles très différentes sont employées sur des terrains dont on connaît peu de choses au préalable. Ces conditions se prêtent tout particulièrement à l'application d'un

plan d'échantillonnage stratifié à condition que l'on puisse définir une variable "stratificateur" permettant de découper la population en sous populations "mutuellement exclusives et collectivement exhaustives" (Scherrer, 1983).

S'il paraît difficile de mettre en évidence un gradient horizontal discriminant dans la répartition du peuplement, les observations montrent que la bathymétrie joue un rôle important. La profondeur est donc choisie comme "stratificateur". La subdivision de la population répond à une intuition écologique supposée amenuiser la variance au sein de chaque strate.

Le nombre de strates utilisées (3) et leurs limites (20 et 40 mètres) peuvent sembler biologiquement arbitraires mais ont l'avantage de présenter un intérêt pratique: En effet, la tranche superficielle de 0 à 20 mètres correspond à l'accessibilité maximale du stock par les plongeurs en apnée. C'est donc là que l'effort de pêche le plus important peut se développer. La tranche intermédiaire, de 20 à 40 mètres, n'est accessible qu'aux plongeurs les plus performants et ne subirait qu'une faible pression de capture en cas de pêche. La tranche supérieure à 40 mètres est totalement à l'abri de l'exploitation traditionnelle. La stratification retenue se montre ainsi précieuse pour la gestion des stocks.

## RESULTATS

L'exemple d'expression des résultats obtenus est pris dans l'atoll de Scilly (iles de la Société) dans lequel trois semaines de mission avec deux équipes de deux plongeurs ont permis de recueillir les données utilisées.

### 1 - EVALUATION DU BIOTOPE:

L'orientation et le nombre des radiales d'échosondage sont déterminés a priori de manière à couvrir au mieux la surface du lagon selon le temps imparti à l'opération. Les enregistrements sont dépouillés au laboratoire.

Chaque radiale est découpée en N segments correspondant aux longueurs de tracé obtenus pour chaque strate dans l'ordre où ils apparaissent sur la bande (fig.1).

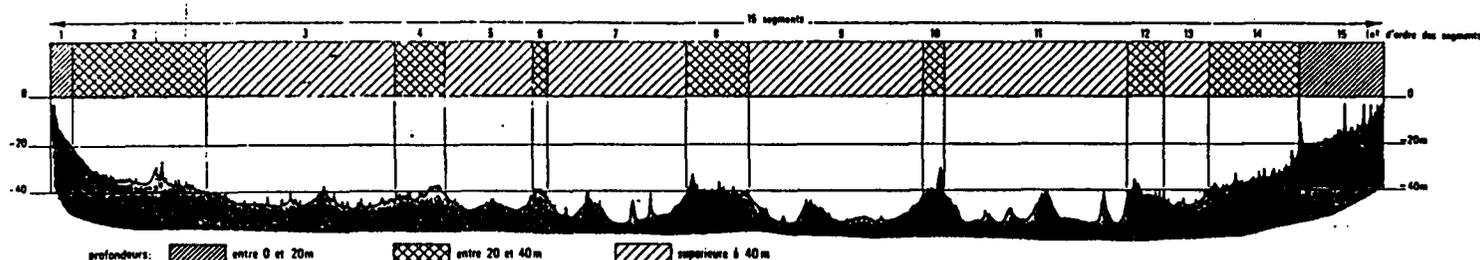


FIGURE 1 : Dépouillement du tracé de l'échosondeur : découpage en n segments selon les intervalles bathymétriques correspondant aux strates.

Pour chacun de ces segments n, on mesure sur l'enregistrement:

- La longueur de surface  $L_{srni}$
- La longueur de tracé de fond  $L_{frni}$
- La longueur de biotope  $L_{brni}$

où L= longueur, s= surface, f= fond, b= biotope et  
 r= r<sup>i<sup>ème</sup></sup> radiale, n= n<sup>ème</sup> segment, i= i<sup>ème</sup> strate

Ceci permet le calcul des longueurs de surface, de fond et de biotope pour chaque strate le long de chaque radiale:

- longueur de surface :  $L_{sri} = \sum_{n=1}^{n=N_i} L_{srni}$
- longueur du fond :  $L_{fri} = \sum_{n=1}^{n=N_i} L_{frni}$
- longueur du biotope :  $L_{bri} = \sum_{n=1}^{n=N_i} L_{brni}$

Chaque radiale est considérée comme représentative d'une surface plane de lagon mesurée par planimétrie sur la carte et notée S<sub>rr</sub>. La somme des S<sub>rr</sub> équivaut à la surface du lagon.

Ces données mises sous forme de tableau permettent de calculer les éléments recherchés, en particulier les surfaces de biotope par strate et pour l'ensemble du lagon.

**TABLEAU 1** : Longueurs de surface, du fond et du biotope par intervalle bathymétrique et par radiale - Surface plane échantillonnée par radiale.

Radiale	0-20m			20-40m			>40m			Aire rep. (km <sup>2</sup> ) S <sub>sr</sub>
	L <sub>sri</sub> (m)	L <sub>fri</sub> (m)	L <sub>bri</sub> (m)	L <sub>sri</sub> (m)	L <sub>fri</sub> (m)	L <sub>bri</sub> (m)	L <sub>sri</sub> (m)	L <sub>fri</sub> (m)	L <sub>bri</sub> (m)	
R1	205	644	16	1912	4047	1308	2883	3424	62	5
R2	516	877	141	2094	3282	1000	9428	13022	292	24
R3	1275	4212	1300	1463	4680	1326	3354	6890	806	14
R4	511	794	29	1107	1980	400	5882	7433	510	20
R5	877	1912	369	1035	2877	780	7348	12787	1210	25.5
R6	325	1464	109	1229	3289	868	8817	10159	1735	25
R7	1087	2702	978	2377	5663	2071	8203	8311	1528	22.5
R8	1526	5325	1352	3105	7573	2114	6851	12390	1820	20
R9	1242	4085	785	4314	10915	3121	0	0	0	14

La surface de fond correspondant à chaque radiale (S<sub>rr</sub>) est calculée:

$$S_{rr} = \frac{L_{fr}}{L_{sr}} \cdot S_{sr} \quad \text{ou} \quad L_{fr} = \sum_{i=1}^i L_{fri}$$

$$L_{sr} = \sum_{i=1}^i L_{sri}$$

et la surface totale du fond du lagon S<sub>r</sub> correspond alors à :

$$S_r = \sum_{r=1}^{r=R} S_{fr}$$

La surface du biotope échantillonnée par chaque radiale et la surface totale du biotope sont calculées de la même façon:

$$S_{br} = \frac{L_{fr}}{L_{br}} \cdot S_{fr} \quad \text{ou} \quad L_{br} = \sum_{i=1}^{i=1} L_{bri} \quad \text{et} \quad S_b = \sum_{r=1}^{r=R} S_{br}$$

Les résultats obtenus pour Scilly apparaissent dans le tableau 2.

**TABEAU 2 :** Calcul des longueurs-surface, longueur-fond, longueur-biotope par radiale (m)...

Estimation des surfaces de fond et des surfaces de biotopes échantillonnées par radiale - et évaluation des surfaces au fond et des surfaces de biotopes pour l'ensemble du lagon. (km<sup>2</sup>).

Radiale	Lsr	Lfr	Lbr	Sfr	Sbr
R1	5000	8115	1386	8,11	1,39
R2	12038	17181	1433	34,25	2,86
R3	6112	15782	3432	36,15	7,86
R4	7500	10207	939	27,22	2,50
R5	9260	17576	2359	48,40	6,50
R6	10371	14908	2712	35,94	6,54
R7	11667	16676	4577	32,16	8,83
R8	11482	25880	5286	45,08	9,21
R9	5556	15000	3906	37,80	9,84
				Sf=305,11	Sb=55,53

Mais il faut encore connaître les surfaces de biotope à l'intérieur de chaque strate. La surface de fond échantillonnée pour chaque strate et chaque radiale est calculée:

$$S_{fri} = \frac{L_{fri}}{L_{fr}} \cdot S_{fr}$$

Puis pour chaque strate :

$$S_{fi} = \sum_{r=1}^{r=R} S_{fri}$$

Le même calcul est appliqué aux surfaces de biotope:

$$S_{bri} = \frac{L_{bri}}{L_{fr}} \cdot S_{fri} \quad S_{bi} = \sum_{r=1}^{r=R} S_{bri}$$

Les résultats sont synthétisés dans les tableaux 3 et 4. Ils permettent de discuter la répartition du biotope dans les strates. Par exemple, si la surface du biotope n'occupe que 10% des fonds supérieurs à 40 mètres, elle représente cependant 30% du biotope total.

**TABLEAU 3** : Surfaces du fond et du biotope calculées par intervalle bathymétrique et par radiale. Surfaces du fond et du biotope calculées par intervalle bathymétrique (en km<sup>2</sup>).

Radiale	0-20m		20-40m		>40m	
	Sfri	Sbri	Sfri	Sbri	Sfri	Sbri
R1	0,64	0,02	4,04	1,30	3,42	0,06
R2	1,75	0,28	6,54	1,99	25,96	0,78
R3	9,65	2,98	10,72	3,03	15,78	1,85
R4	2,12	0,08	5,28	1,07	19,82	1,36
R5	5,26	1,02	7,92	2,15	35,21	3,33
R6	3,53	0,26	7,93	2,09	24,48	4,18
R7	5,21	1,88	10,92	3,99	16,02	2,95
R8	9,27	2,35	13,19	3,68	21,58	3,17
R9	10,29	1,97	27,50	7,86	0	0
Sfi	47,72		94,04		162,27	
Sbi		10,84		27,16		17,68

**TABLEAU 4** : Superficies de fond et de biotope (Sbi) par intervalle bathymétrique. Proportions relatives (en %) de : surface fond de chaque intervalle comparée à surface fond totale (A), surface biotope de chaque intervalle comparée à surface biotope totale (B), surface biotope comparée à surface fond dans chaque intervalle (C) et surface biotope totale comparée à surface fond totale (D).

Tranche	Sfi	A	Sbi	B	C
0-20	48	16	11	20	23
20-40	94	31	27	48	29
40	162	53	18	32	11
Lagon total	Sf		Sb		D
	305		56		18

## 2 - MESURES DE DENSITES

Les plongées sont systématiquement effectuées sur les substrats durs détectés soit à vue, soit à l'aide du sondeur.

L'équipe de plongée réalise un parcours le long d'une ligne de comptage matérialisée par un cordage gradué de dix mètres en dix mètres et dont la longueur est généralement fixée à 50 mètres. La largeur du couloir de comptage est définie par un autre cordage de 5 mètres dont chaque plongeur tient une extrémité et qui est muni en son milieu d'un mousqueton coulissant sur la ligne principale au fur et à mesure de la progression des observateurs. A chaque fois que le mousqueton touche une marque d'une dizaine de mètres, le plongeur note le nombre de nacres observées depuis la marque précédente ainsi que la profondeur atteinte.

Dans le cas le plus général, les comptages se rapportent donc à une surface de 250 mètres carrés prospectés et cette surface est considérée comme l'unité élémentaire d'échantillonnage à partir de laquelle seront effectués les calculs.

Les effectifs dénombrés par station et par strate sont donnés dans le tableau 5.

## 3 - CALCUL DE LA BIOMASSE

Le calcul suit la démarche préconisée par Cochran (1977). Chaque strate est caractérisée par deux variables: son poids et son intensité d'échantillonnage.

La surface de biotope est variable d'une strate à l'autre. Il est donc nécessaire de faire intervenir un facteur de correction destiné à accorder un poids proportionnel à l'importance relative du biotope pour chaque strate:

$$W_i = \frac{E_i}{E} = \frac{S_{bi}}{S_b}$$

$W_i$ : Poids de la strate,  $E_i$ : nombre d'échantillons de la strate  $i$ ,  
 $E$ : nombre total d'échantillons,  $S_{bi}$ : surface de biotope de la strate  $i$ ,  $S_b$ : surface totale de biotope.

Le nombre d'échantillons examinés dans chaque strate est également différent et n'a pas fait l'objet d'une allocation préalable, d'où la nécessité de calculer une intensité d'échantillonnage:

$$F_i = \frac{e_i}{E_i}$$

$F_i$ : Intensité d'échantillonnage de la strate  $i$ ,  $e_i$ : nombre d'échantillons examinés de la strate  $i$ ,  $E_i$ : nombre d'échantillons de la strate  $i$ .

L'application de la méthode de calcul exposée conduit aux résultats énoncés dans le tableau 6.

TABLEAU 5 : Effectifs pondérés à l'unité élémentaire d'échantillonnage (250 m<sup>3</sup>) per station et per strate.

STRATE 1 (0-20 m)		STRATE 2 (20-40 m)		STRATE 3 ( 40 m)	
Station	Effectif X	Station	Effectif X	Station	Effectif X
2	35	1	5	10	6
22	23,5	3	11	13	47
24	31	4	15	15	32
25	122,5	5	14	18	21
26	35	6	109	23	12
28	11	7	17	27	33
29	20,5	8	12	31	19
33	8,33	9	19	32	20
34	10	11	28	39	10
36	5,91	12	28		
37	5	14	27		
38	57,75	16	19		
40	18,18	17	19		
		19	12		
		20	37		
		21	41		
		29	10		
		30	36		
		35	7,5		
		41	13		

TABLEAU 6 : Moyenne des effectifs, variance et effectifs pour chaque strate. Moyenne, variance de la moyenne, effectifs et marge d'erreur pour l'ensemble du lagon.

STRATE	* MOYENNE	VARIANCE	EFFECTIFS
1	29,5	1006,8	1.298.575
2	23,9	504,2	2.685.200
3	22,2	169,9	1.511.111

Lagon            24,5            11,0            5.494.886

Population de Scilly : 5.494.886 + ou - 1.504.632 naces.

Le stock de Scilly comporte environ 5,5 millions de nacres dont plus de la moitié se trouvent entre 20 et 40 mètres de profondeur.

Seulement un quart du peuplement est totalement accessible à la pêche traditionnelle.

#### CONCLUSIONS

Cette méthode permet d'évaluer un stock par le biais de sondages de densité menés simultanément avec une estimation de l'extension du biotope. Le choix d'une variable "stratificateur" ayant un sens discriminant sur la population mais aussi pour l'exploitation qui peut en être faite, conduit à des résultats directement utilisables pour la gestion des stocks naturels: octroi de quota, durée de la période de pêche, etc...

L'interprétation des bandes de sondeur peut paraître fastidieuse si elle faite manuellement mais il semble possible d'envisager un dépouillement automatique informatisé qui constituerait alors un outil de choix pour l'évaluation des stocks benthiques et compléterait les possibilités de la télédétection satellitaire.

L'approche quantitative du biotope par ce moyen constitue une des données de base nécessaire au suivi des populations, par exemple pour l'étude de l'impact de la pêche ou celle de mortalités massives et accidentelles comme on en a connu récemment en Polynésie.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BOUR (W.), LOUBERSAC (L.), RUAL (P.), 1985 - La thématique récifale perçue par la simulation des données du futur satellite SPOT. Application au biotope à Trocas (*Trochus niloticus*) du récif Tetembia (Nouvelle Calédonie). Proc. 5th. Int. Congr. Coral reefs, Tahiti. 4: 225-230
- COCHRAN (W.G.), 1977 - Sampling techniques. 3rd. ed., Wiley & sons, New York. 413p.
- INTES (A.), COEROLI (M.), 1985 - Evolution et état des stocks naturels d'huitres nacrées et perlières (*Pinctada margaritifera*) en Polynésie française. Proc. 5th. Int. Congr. Coral reefs, Tahiti. 5: 545-550.
- SCHERRER (B.), 1983 - Techniques de sondages en écologie. In: Stratégies d'échantillonnage en écologie, Frontier dir., Masson ed. 63-162.