

Considerations sur la modélisation des pêcheries interactives méditerranéennes à partir d'expériences récentes dans le golfe du Lion

Farrugio H., Le Corre G., Aldebert Y.

Dynamique des populations marines

Zaragoza : CIHEAM

Cahiers Options Méditerranéennes; n. 10

1995

pages 39-46

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=95605399>

To cite this article / Pour citer cet article

Farrugio H., Le Corre G., Aldebert Y. **Considerations sur la modélisation des pêcheries interactives méditerranéennes à partir d'expériences récentes dans le golfe du Lion.** *Dynamique des populations marines*. Zaragoza : CIHEAM, 1995. p. 39-46 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 10)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Groupe de travail "DYN(POP)" sur la dynamique des populations du Comité des Vertébrés Marins et Céphalopodes de la CIESM

Tunis 10-14 septembre 1994

CONSIDERATIONS SUR LA MODELISATION DES PECHERIES INTERACTIVES MEDITERRANEENNES à partir d'expériences récentes dans le golfe du Lion

Farrugio H., Le Corre G. et Aldebert Y.
IFREMER, Sète, France

1/ PROBLEMATIQUE

Classiquement, deux des caractéristiques fondamentales de la faune ichtyologique méditerranéenne sont la présence d'une très grande variété d'espèces et l'absence de grands "stocks" monospécifiques comparables à ceux qui peuplent de larges secteurs océaniques.

Au plan du peuplement il est pratiquement impossible à l'heure actuelle de délimiter géographiquement des populations au sens biologique mais on peut définir des "stocks", unités d'exploitation halieutiques qui peuvent représenter tout ou partie d'une ou plusieurs populations. En pratique les limites que l'on attribue à ces stocks correspondent à celles des zones d'activité des flottilles qui les exploitent.

Pour les principales espèces commerciales méditerranéennes, on peut considérer que les traits dominants de leur écologie et un certain nombre de paramètres biologiques de base (croissance, fécondité, cycles sexuels) sont dans la plupart des cas suffisamment bien connus, au moins pour répondre aux besoins de modélisations élémentaires. Par contre d'autres paramètres importants font encore défaut pour décrire correctement les écosystèmes plurispécifiques méditerranéens, en particulier les taux de mortalité, les mécanismes de recrutement, les migrations et les relations interspécifiques.

Une caractéristique générale de l'exploitation halieutique le long des côtes de la plupart des pays riverains de la Méditerranée est la multiplicité des métiers de la pêche qui y sont pratiqués simultanément (chalutage, petite pêche côtière, senne tournante, pêche lagunaire ...). Ainsi les gestionnaires se trouvent confrontés à des systèmes interactifs au sein desquels toute intervention sur les caractéristiques ou les schémas d'exploitation d'un élément de la flottille risque d'avoir des répercussions sur les rendements et les stratégies de ses autres composantes. Par réaction il peut en découler, au plan biologique, l'apparition ou l'accentuation de déséquilibres importants dans la démographie des stocks. Enfin, au plan socio-économique, les interactions entre pêcheries ont un caractère compétitif (au niveau de l'espace et de la ressource) souvent générateur de conflits interprofessionnels. La prise en compte l'interactivité entre flottilles apparaît donc comme une nécessité dans l'analyse de ce type de situation.

L'expérience montre que contrairement au cas de pêcheries monospécifiques exploitées par un seul grand type de métier, la simple connaissance d'une biomasse exploitable (évaluée par le calcul ou par observation directe) et d'un effort global ne peuvent suffire à élaborer un diagnostic suffisamment réaliste pour orienter la gestion de pêcheries interactives.

2/ MODELISATIONS: avantages et inconvénients, quelques solutions

2.1. Les modèles disponibles

Une présentation synthétique des fondements théoriques des divers types de modèles mathématiques disponibles a été réalisée récemment dans le cadre de la CIESM par Leonart (1993).

2.1.1. Les modèles globaux

L'utilisation des modèles de production "globaux", conçus pour des pêcheries monospécifiques exploitées par un seul type d'engin, s'est révélée jusqu'à présent tout à fait décevante en Méditerranée.

La construction de modèles globaux "multispécifiques combinés" a permis d'améliorer les diagnostics sur l'état d'exploitation de quelques stocks mais elle n'a fourni de résultats satisfaisants que dans quelques rares cas particuliers. La modélisation globale s'est généralement heurtée dans l'ensemble à l'impossibilité de ventiler de manière vraisemblable l'effort de pêche entre les diverses espèces sur lesquelles il s'exerce simultanément. En fait, ces modèles ne fournissent pratiquement aucun enseignement sur les relations d'interactivité entre flottilles.

2.1.2 Les modèles analytiques

Au cours des années récentes on a assisté en Méditerranée nord-occidentale à un développement de l'utilisation des modélisations "analytiques" de la dynamique des populations exploitées (rendements par recrue, analyse des cohortes). Contrairement aux précédents, ces modèles sont ceux qui offrent actuellement les seules perspectives intéressantes pour l'analyse et la compréhension des pêcheries interactives. Toutefois, leur utilisation est freinée par le volume considérable des données dont on doit disposer; mais il ne s'agit pas d'un obstacle insurmontable et un certain nombre de solutions ou de compromis réalistes, déjà mis en oeuvre avec succès à plusieurs reprises en Méditerranée, peuvent permettre d'en réduire l'ampleur.

Outre la connaissance des paramètres biologiques abordée au point 2, il faut disposer de séries historiques sur la composition en tailles et/ou en âges des quantités totales capturées pour une espèce donnée; Ceci implique la connaissance des débarquements de tous les métiers exploitants. Ces données sont le plus souvent inexistantes dans les annuaires statistiques officiels pour des raisons diverses. Des données fiables, mais le plus souvent partielles, peuvent être recueillies auprès des criées ou des organisations professionnelles (cofradias espagnoles, O.P. françaises...). En dehors de ces sources d'information, une solution satisfaisante pour évaluer les rendements de la pêche consiste à mettre en oeuvre des stratégies d'échantillonnage aléatoire stratifié des efforts de pêche et des captures à partir de réseaux d'enquêteurs sur le littoral, seule source d'information fiable à l'heure actuelle, surtout en matière de pêche artisanale. Certes ces recherches nécessitent un investissement considérable en moyens humains et financiers, mais elles permettent de faire progresser de façon significative la connaissance de la dynamique des stocks, des pêcheries et de leurs interactions.

Une évaluation de la biomasse moyenne des échantillons peut être réalisée facilement en utilisant les relations taille-poids spécifiques. Ces valeurs permettent de calculer des facteurs de proportion entre les évaluations des biomasses échantillonnées et celles des biomasses totales capturées. Ces facteurs servent ensuite à extrapoler la composition par classes de taille des échantillons aux captures totales correspondantes (tab. 1 et 2).

ESPECE	Flotte Prop.	Période 1		Période 2	
		1986	1987	1991	1992
Sea bass (<i>D. labrax</i>)	<i>chalut</i> : 69%	418	483	376	380
	<i>côte</i> : 7%	42	49	38	39
	<i>lagune</i> : 24%	146	168	131	132
	Total	606	700	545	551

tab 1. Exemple de facteurs d'extrapolation calculés pour la reconstitution des captures proportionnelles de loup du golfe du Lion par les pêcheries chalutière, côtière et lagunaire à partir de l'échantillonnage de ces trois métiers durant deux périodes de temps (d'après Farrugio, Le Corre et Vaudo, 1994).

	Total		Femelles		Males	
	Qt	%	Qt	%	Qt	%
chalut France	2013.1	68.4	1002.5	64.3	1010.6	73.1
chalut Espagne	381.1	13.0	179.9	11.6	201.2	14.5
filet maillant	384.5	13.1	235.3	15.9	149.2	10.8
palangre	162.1	5.5	140.5	9.0	21.6	1.6
Total	2940.8		1558.2		1382.6	

tab 2. Exemple de facteurs d'extrapolation, par sexe et par métier, pour la reconstitution des captures de merlu du golfe du Lion (d'après Aldebert, Recasens et Leonart, 1993).

En utilisant les équations des courbes de croissance moyennes on peut répartir proportionnellement les classes de tailles en classes d'âges ("slicing"). Ainsi, la démographie (composition en nombre d'individus par classe d'âge) des captures au cours des années échantillonnées peut donc être reconstituée.

Lorsque l'on ne dispose pas de séries historiques continues d'échantillonnages, les données peuvent être regroupées en "pseudocohortes" représentant les structures démographiques moyennes des captures spécifiques durant une période donnée. Ces pseudocohortes successives peuvent alors être utilisées comme des états de référence moyens pour les périodes correspondantes (tab 3).

Age cl.	<i>S. vulgaris</i> captures		86-87 lagune	<i>S. vulgaris</i> captures		91-92 lagune
	chalut	côte		chalut	côte	
1	16335.88	41354.42	33193.15	101727.40	278.77	33193.15
2	222128.30	584047.90	16822.68	431879.20	68875.14	16822.68
3	503800.00	356664.10	4746.53	335526.30	133072.00	4746.53
4	378951.30	40711.35	1512.32	186563.20	57126.82	1512.32
5	176787.20	23332.18	3.18	89502.27	35553.08	3.18
6	72983.80	34221.68	2.50	25481.37	13443.32	2.50
7	26437.31	597.62	1.96	9575.01	4156.97	1.96
8	11520.81	2163.35	5.54	4571.22	2959.09	6.54
9+	196.96	.05	.05	70.77	75.24	.05
Som	1409100	1083100	56288	1184900	315540	56298

tab 3. Exemple de pseudocohortes biannuelles reconstituées en effectifs par classe d'âge pour les trois métiers capturant la sole dans le golfe du Lion (in Farrugio, Le Corre et Vaudo, 1994).

Pour les mortalités naturelles nécessaires aux calculs on peut appliquer diverses méthodes décrites dans la bibliographie classique: BEVERTON et HOLT (1959), TANAKA (1960), RIKHTER et EVANOF (1976) et PAULY (1980). Pour une même espèce ces méthodes fournissent le plus souvent des résultats assez différents entre lesquels le choix est difficile: on utilise donc fréquemment les moyennes arithmétiques des valeurs obtenues.

Un taux moyen de mortalité totale Z peut être évalué pour chaque pseudocohorte, par régression linéaire du Logarithme des captures en fonction de leurs âges ("courbe de capture" classique). Les valeurs moyennes des mortalités par pêche F sont ensuite calculées par différence entre Z et M .

On dispose alors de tous les éléments pour appliquer la VPA.

Un programme de calcul particulièrement bien adapté à ce type d'analyse est le programme VIT (LÉONART et SALAT, 1992). Il a été spécialement conçu pour les analyses de populations virtuelles et de rendements par recrue à partir de pseudocohortes en âges ou en tailles. Il permet en particulier d'étudier les niveaux d'exploitation, les compétitions entre métiers et les situations de transition qui résulteraient de changements de schémas d'exploitation. Les algorithmes de base sont tirés de BEVERTON ET HOLT (1957), GULLAND (1965) et POPE (1972). Il permet aussi d'analyser la sensibilité des résultats aux incertitudes sur les paramètres injectés dans le modèle (croissances, mortalités, proportions entre métiers).

D'autres programmes informatiques permettent l'utilisation de pseudocohortes en tailles ou en âges, comme le programme MSFLA (IFREMER) qui utilise l'équation de Pope (1972) suivant la méthode décrite par Jones (1983).

Les résultats de ces calculs permettent de disposer d'un stock de référence (tab 4), caractérisé essentiellement par un effectif (nombre d'individus par classe d'âge ou de taille), une biomasse et un diagramme d'exploitation (valeurs de la mortalité par pêche F par classe).

ANALYSIS: VPA Sea bass (<i>Dicentrarchus labrax</i>)						1991-92		
Fterm : .28	Mean Z : .6000	tot.	trawl	coast	lagun			
Global F (<i>Fglob</i>).....		.1793	.1200	.0078	.0516			
Mean age (years).....		1.584	Critical age :		2.0			
Mean length (cm).....		22.09	Critical length:		28.4			
Mean biomass (<i>Bmean</i> , tonnes)		: 1583						
Recruitment (<i>R</i> , million fishes)		: 3.007						
Number fishes (<i>N</i> , millions)		: 6.023						
Yield/Recruit (<i>Y/R</i> , kg).....		tot.	trawl	coast	lagun			
		.196	.136	.014	.047			
Biomass per Recruit (<i>B/R</i> , kg) ..		.526						
GENERAL BIOMASS EQUATION		Total biomass balance (<i>D</i>): 1099						
(all biomasses in tonnes)								
		Biomass	Percent					
Inputs	Recruitment ...:	1.160	.1 %					
	Growth	1098.000	99.9 %					
Outputs	Natural dead ..:	.506.700	46.1 %					
	Biomass caught :	592.300	53.9 %					
R/ <i>Bmean</i>	: .1 %	D/ <i>Bmean</i>	: 69.4 % (turnover)					
Bmax/ <i>Bmean</i>	: 20.2 %	Bmax/ <i>D</i>	: 29.2 %					

tab 4. Exemple des résultats généraux fournis par le programme VIT pour une analyse de pseudocohorte (in Farrugio, Le Corre et Vaudo, 1994).

A partir de cette représentation, on peut alors analyser la situation du stock "à l'équilibre" ou "en situation de transition".

a/ Situations "à l'équilibre":

Quelques valeurs remarquables, produites en particulier par le programme VIT, méritent d'être explicitées:

- Le "bilan de biomasse" (biomass balance) est la quantité de biomasse renouvelée durant l'unité de temps (l'année); il s'agit du bilan, à l'équilibre, entre les gains en poids dûs au recrutement et à la croissance et les pertes dues à la mortalité (naturelle et par pêche).

- Les âges et tailles critiques sont ceux pour lesquels une cohorte atteint sa biomasse maximale.

- Le rapport B_{max}/B_{mean} exprime la proportion de biomasse produite par une cohorte lorsqu'elle atteint son âge critique. En d'autres termes, si une année donnée le recrutement est nul, B_{max}/B_{mean} représente la perte pondérale qui en découlera pour le stock après un intervalle de temps égal à l'âge critique.

- Le rapport D/B ("turnover") traduit l'importance du renouvellement annuel de la biomasse du stock.

- Le recrutement R est exprimé en nombre de poissons au début de la première classe d'âge représentée dans les matrices de données.

- Les valeurs "globales" de F (F_{glob}) expriment la relation entre les captures totales annuelles et les nombres moyens annuels d'individus dans le stock. Les F_{glob} sont calculées en pondérant les moyennes arithmétiques des $F/âge$ par les nombres d'individus correspondants.

Une analyse de la sensibilité aux incertitudes sur chacun des paramètres injectés dans le modèle est généralement très riche d'enseignements: cette analyse peut porter sur les paramètres de croissance (L_{inf} , k , T_0), de la relation taille-poids (a et b), ainsi que sur les valeurs de M et des F_{term} . A titre d'exemple, une telle analyse réalisée pour les stocks de loup, de daurade et de sole du Golfe du Lion (Farrugio et al, 1994) a montré que les valeurs absolues des évaluations de biomasses étaient particulièrement dépendantes des tailles asymptotiques (L_{inf}) des équations de croissance utilisées. Ainsi la simulation d'incertitudes de l'ordre de 10% sur L_{inf} (ce qui est tout à fait commun) n'a pas affecté les valeurs des recrutements et des effectifs mais a entraîné des différences de l'ordre de 20 à 30% sur l'évaluation de la biomasse, selon l'espèce. Par contre ces incertitudes n'altèrent pas les tendances générales de la dynamique des stocks étudiés et en particulier celles des relations entre Y/R et F . Ceci peut être considéré comme la conclusion la plus importante de l'analyse dans la mesure où elle pourrait contribuer à la décision en matière de gestion des pêches.

Un autre exemple récent concerne l'étude du stock de merlu du golfe du Lion exploité par la pêcherie franco-espagnole (Aldebert et al, 1993) pour laquelle les auteurs ont testé la sensibilité de la VPA, par sexe, entre deux scénarios utilisant les mêmes jeux de fréquences de tailles, mais des jeux de paramètres biologiques et de paramètres d'exploitation différents (tab 5 et 6):

b/ Situations de transition

A partir des diagrammes de F par âge et par métier produits par les VPA pour la période la plus récente, on peut aussi réaliser une série d'analyses à recrutement constant en simulant soit une augmentation soit une diminution progressive de la mortalité par pêche (donc de l'effort de pêche). On pourra par exemple simuler une réduction de moitié de chaque taux de mortalité en dix ans, à raison de + ou - 5% par an. Ce nouveau régime d'exploitation pourra ensuite être stabilisé pendant dix autres années pour évaluer les répercussions à moyen terme de ce changement. L'option du programme VIT permettant ces calculs réalise les altérations du vecteur des $F/âge$ en diminuant ou en augmentant chacune des valeurs de F dans les mêmes proportions. Cette procédure revient à maintenir une sélectivité constante pour chaque engin; le modèle fonctionnant sous l'hypothèse d'une capturabilité constante, les simulations représentent donc uniquement des variations des intensités de pêche des divers métiers, entraînant des variations proportionnelles des taux de mortalité par pêche correspondants. De telles situations prospectives ont été étudiées dans le golfe du Lion pour les espèces précédemment citées (tab 7) et ont permis de mettre en évidence les interactions qui existent entre les divers types d'engins qui exploitent ces stocks; pour ces exemples, dans l'ensemble, les variations de l'effort chalutier sont celles qui affectent le plus les rendements des autres types de pêche, contrairement à certaines opinions empiriques communément admises jusqu'alors pour quelques unes de ces pêcheries.

set num.	#1	#2	#3	#4
	fem.	mal.	fem.	mal.
Linf (cm)	110	66	80.2	55.8
K	0.11	0.195	0.113	0.179
to	0.3	0.3	-0.524	-0.42
a	0.00564	0.00564	0.0069	0.0069
b	3.069	3.069	3.03	3.03
M	0.15	0.15	0.2	0.2
F term.	0.15	0.15	0.15	0.15
plus-group			6070	50
Fecund. L50	43	27	43	27
L75-L25	8	6	8	6

tab 4. Exemple de jeux de paramètres biologiques et d'exploitation utilisés pour des analyses de sensibilité dans les évaluations de la pêche franco-espagnole de merlu du golfe du Lion (d'après Aldebert, Recasens et Leonart, 1993).

	Scenario A		Scenario B	
	Fem. (#1)	Mal. (#2)	Fem. (#3)	Mal. (#4)
Initial nb (*1000) (recruitment)	15286	14783	19845	20604
Mean annual number (*1000) population	21872	23126	43327	46149
Recruitment in weight (tons) R	33.638	32.708	49.791	51.695
Mean annual Biomass (tons)	2345	2067	7238	5518
Biomass balance (tons) D	1910	1601	3006	2486
% Fishing dead (in biomass)	81.6	80.6	51.8	55.6
Mean age of Population (years)	2.08	2.14	2.44	2.44
Critical age (years)	3.31	2.5	4.95	3.27
Critical virgin age (years)	10.87	8.45	8.25	6.87
Mean length of Population (cm)	18.8	18.6	21.0	20.1
Critical length (cm)	31	23	37	27
Critical virgin length (cm)	75.6	52.5	50.4	40.7

tab 6. Exemple de résultats d'une analyse de sensibilité aux paramètres biologiques: VPA sur la pêche franco-espagnole de merlu du golfe du Lion en 1988 (d'après Aldebert, Recasens et Leonart, 1993).

5/ CONCLUSIONS ET DISCUSSION

On ne doit pas perdre de vue que les résultats obtenus sont évidemment limités par les hypothèses restrictives et simplificatrices du modèle employé (en particulier recrutement et mortalité naturelle constants).

L'utilisation des classes d'âge pour la modélisation de la dynamique de pseudocohortes est impérative si l'on désire étudier les situations de transition. Par rapport aux analyses de matrices de fréquences de tailles (qui ne permettent pas ce type de simulation), ce choix entraîne une plus grande perte de précision sur les valeurs des mortalités par pêche pour les individus âgés, car il réduit le nombre de classes bénéficiant du processus mathématique de convergence des F caractéristique de la VPA. Il faut alors garder à l'esprit que cette incertitude se répercute sur l'évaluation des effectifs et des biomasses globales des stocks.

Il est également certain qu'un biais supplémentaire peut provenir de l'utilisation de courbes de croissance moyennes pour âger les animaux dans le cas où l'on ne dispose que d'échantillons non sexés. Selon les cas, ce type de biais peut avoir une incidence plus ou moins grande sur l'interprétation des résultats. Dans les exemples cités plus haut on a admis qu'il était peu ou pas important sur le stock de daurade du golfe du Lion, car il s'agit d'un hermaphrodite protandre subissant une inversion sexuelle massive au cours de la troisième année de vie; l'incertitude est limitée dans le cas du stock de loup car aux âges les plus exploités la croissance des mâles de cette espèce est très proche de celle des femelles. L'utilisation de paramètres de croissance moyens pour l'évaluation du stock de sole du golfe du Lion fourni par contre des résultats qui sont davantage sujets à caution car cette espèce semble présenter un dimorphisme sexuel assez marqué au niveau des taux de croissance dès les premiers âges. Dans le cas du merlu il existe aussi des différences très significatives entre la croissance des mâles et celle des femelles. Ceci se traduit en particulier au niveau du sex-ratio des captures par engin (par exemple, les captures de merlu à la palangre sont essentiellement composées de femelles dans la pêcherie étudiée). Pour cette espèce, les auteurs avaient pu réaliser, préalablement à leurs analyses, un échantillonnage particulier pour évaluer le sex-ratio des captures en fonction de la taille des individus.

L'importance d'une connaissance approfondie des paramètres de croissance paraît évidente si le but d'une VPA basée sur des structures en âges était d'approcher au plus près la valeur absolue de la biomasse d'une population. Mais en général ce n'est pas là l'objectif fondamental de l'halieute; les analyses de sensibilité démontrent dans la plupart des cas que les images relatives obtenues pour les stocks analysés permettent d'en faire un diagnostic suffisamment robuste pour être utilisable par des gestionnaires, ce qui est en fin de compte l'aboutissement essentiel de la recherche halieutique.

*effort	Effects on landings at long term (%) for parameters #1 and #2					Effects on landings at long term (%) for parameters #3 and #4				
	Fr. tr.	Sp. tr.	gillnet	longl.	total	Fr. tr.	Sp. tr.	gillnet	longl.	total
.50	43	43	207	434	86	-7	-6	45	82	5
.70	24	25	99	173	42	0	0	31	50	7
.80	15	16	58	94	25	1	1	21	32	5
.90	7	8	26	39	12	1	1	11	16	3
.95	4	4	12	18	6	1	1	5	8	2
act. f	2013	381	385	162	2941	2013	381	385	162	2941
1.05	-3	-3	-11	-15	-5	-1	-1	-5	-7	-2
1.10	-7	-7	-20	-28	-10	-2	-1	-10	-14	-3
1.20	-13	-12	-37	-47	-18	-3	-3	-20	-27	-7
1.30	-18	-17	-49	-62	-24	-6	-5	-29	-37	-10
1.50	-27	-25	-68	-79	-35	-10	-9	-44	-55	-17

tab 7. Exemple de résultats obtenus pour une analyse de transition sur la pêcherie franco-espagnole de merlu en simulant une augmentation ou une diminution de l'effort total par rapport à l'effort courant (in Aldebert, Recasens et Leonart, 1994).

REFERENCES

- ALDEBERT, Y., L. RECASENS and J. LLEONART.- 1993. Analysis of gear interactions in a hake fishery: the case of the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 57 (2-3): 207-217.
- BARANOV, T.I.- 1918. On the question of the biological basis of fisheries. *Nauchnyi Institut, Izvestia*, 1 (1): 81-128.
- BEVERTON, R.J.H. and S.J. HOLT.- 1957. On the dynamics of exploited populations. *U.K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest. (ser 2)*. 9:533 p.
- 1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature and the relation to growth and physiological characteristics. in: *Ciba Foundation, Colloquia on ageing*. London, Churchill, 5: 142-177.
- FARRUGIO, H. and G. LE CORRE.- 1994. Population dynamics of sea bass, sea bream and sole exploited by the french multigears demersal fishery in the gulf of Lions. in *Farrugio et al. Study for assessment and management of fisheries in the western mediterranean, part 2. EEC-FAR MA 3-621 Final report*: 150-167.
- LLEONART, J. - 1993. Methods to analyze the dynamics of exploited marine populations: use and development of models. *Scientia Marina*, 57 (2-3): 261-267.
- LLEONART, J and J. SALAT.- 1992. VIT, Programa de analisis de pesquerias. *Inf. Techn. Sci. Mar.*, 168-169: 116 p.
- MESNIL, B. - 1989. Computer programs for fish stock assessment. ANACO : Software for the analysis of catch data by age group on IBM PC and compatibles. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 101 (Suppl. 3): 73 pp.
- PAULY, D.- 1980. On the interrelationships between natural mortality parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 38(2): 175-192.
- POPE, J.G.- 1972. An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis using Cohort Analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.*, 9: 65-74
- RIKHTER, V.A. and V.N. EVANOF.- 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *I.C.N.A.F. Res. Doc.*, 76/11/8: 12 p.
- TANAKA, S.- 1960. Studies on the dynamics and the management of fish populations. *Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab.*, 28: 200 p.
- VON BERTALANFFY, L.- 1938. A quantitative theory of organic growth. (Inquiries on growth laws). *Hum. Biol.*, 10(2): 181-213.