

Analyse des captures des pêcheries marines et lagunaires d'Égypte de 1962 à 1976, en liaison avec la construction du haut barrage d'Assouan achevé en 1969

M. I. Bebars^a, G. Lasserre^b

^a Institute of Oceanography and fisheries Academy of Scientific Research and Technology, 101 Kasr El Iny Street, Cairo, Égypte.

^b Laboratoire d'Hydrobiologie, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 34060 Montpellier Cedex, France.

Reçu le 15/2/83, révisé le 6/4/83, accepté le 15/5/83.

RÉSUMÉ

Avec 279 600 ha, l'Égypte est le pays riverain de la Méditerranée qui possède la plus grande superficie en lagunes. Sauf pour le lac Manzalah et le lac hypersalé de Bardawil, les captures des lagunes ont diminué dès 1965, date du début de la mise en eau du haut barrage d'Assouan.

Entre 1952 et 1962 l'effort de pêche a été multiplié par 19. En 1965 débute la mise en eau du haut barrage achevée en 1969. Les captures égyptiennes méditerranéennes sont passées de 37 832 t en 1962, à 7 142 t en 1976. Durant cette même période le débit du Nil a diminué de 40 km³/an, et avec lui les apports de sédiment, phosphates, silicates, nitrates..., et par voie de conséquence l'ensemble de la production primaire au large du Nil.

Les communautés exploitées ont été examinées du point de vue de leur structure, résumée par des modèles de distribution d'abondance, de manière à étudier leur corrélation et leur signification vis-à-vis des événements écologiques. Avec les communautés exploitées au large du Nil il y a corrélation entre les débits du Nil, les rendements exploités, la structure et la stratégie des communautés. Avec la diminution du débit du Nil et des rendements des pêches, il y a simplification de la structure des communautés, traduisant moins de compétition interspécifique; la stratégie résultante a été modifiée, enfin le coefficient G du modèle de Mandelbrot diminue, traduisant, en principe, une évolution de la gestion du système. Pour les lagunes, en revanche, on n'observe pas de modification structurale importante des communautés exploitées, et la constante G de Mandelbrot n'est pas significativement liée aux captures. De ce fait, les pêcheries lagunaires semblent avoir été moins affectées par la construction du barrage que les pêcheries marines.

Oceanol. Acta, 1983, 6, 4, 417-426.

ABSTRACT

Analysis of the Egyptian marine and lagoon fisheries from 1962-1976, in relation to the construction of the Aswan Dam (completed in 1969)

Egypt is the Mediterranean riparian country with the largest area of lagoons (279 600 ha). With the exception of the largest lagoon, Lake Manzalah (136 000 ha), which is open to the sea, and the hypersaline Bardawil Lake, which is harnessed and furthest removed from the Nile, lagoon fish catches have decreased since 1965, the starting date of the filling of the Aswan High Dam.

Between 1952 and 1962, the fishing effort increased by a factor of 19. Filling of the High Dam began in 1965, and was completed in 1969. Egyptian catches in the Mediterranean dropped from 37 832 t in 1962 to 7 142 t in 1976. During the same period the flow of the Nile decreased by a volume of 40 km³ annually, with a consequent reduction in the volume of sediment, phosphates, silicates and nitrates carried and, subsequently, in the entire primary production off the mouth of the Nile.

The exploited communities were examined from the point of view of their structure, as described by abundance frequency distribution models, in order to establish a correlation with the ecological events described. Where exploited communities off the mouth of the Nile are concerned, there is a correlation between the flow of the Nile and the yields and structures of the communities. With the decrease in the Nile flow and in fish yields, community structures are simplified, reflecting less interspecific competition. The resulting strategy is modified, while the lowering of the Mandelbrot coefficient suggests an evolution of the system management. In the lagoons, on the other hand, no substantial structural modification of the exploited communities was observed, and Mandelbrot's constant G was not significantly related to the yield. Lagoon therefore seems to have been less affected by the dam construction than the marine catches.

Oceanol. Acta, 1983, 6, 4, 417-426.

INTRODUCTION

Depuis les temps pharaoniques, la pêche a toujours été une activité importante en Égypte. De nombreuses fresques découvertes dans les tombeaux de l'ancien empire (3 200 av. J.C.) en témoignent. Plus récemment, après la révolution de 1952, les activités de pêche se sont modernisées et intensifiées, conduisant ainsi à un accroissement de l'effort de pêche. Enfin à partir de 1965, date de la mise en service du haut barrage qui correspond au début de la mise en eau, la composition et le niveau des captures littorales et lagunaires ont subi des modifications. La présente communication a deux objectifs : le premier est d'analyser la composition et le niveau des captures en liaison avec le développement de l'effort de pêche et les conséquences de la construction du haut barrage : le deuxième est de faire un inventaire des sites lagunaires égyptiens dont la superficie est la plus importante sur l'ensemble des côtes méditerranéennes.

DESCRIPTION DES RESSOURCES HALIEUTIQUES ET DES LAGUNES ÉGYPTIENNES EN MÉDITERRANÉE

Depuis une trentaine d'années, les pêcheries égyptiennes ont été marquées par deux événements importants :

— entre 1952 et 1962, l'effort de pêche a considérablement augmenté dans le secteur égyptien du bassin levantin : le nombre d'unités de pêche motorisées (chalutiers et senneurs confondus) est passé de 30 en 1952 à 574 en 1962 (El Zarka, Koura, 1967) ;

— en 1965 commence la mise en service du haut barrage d'Assouan qui a été terminé en 1969, entraînant des conséquences hydrologiques et sédimentologiques considérables :

a) la salinité au large du delta est maintenant pratiquement constante (39-40‰), alors qu'antérieurement elle pouvait être inférieure à 37‰ (Oren, 1969; Morcos, Gerges, 1974; El Hehyawi, 1974; Halim, 1976), voire même atteindre 14 à 20‰ juste devant les embouchures du Nil (Aleem, 1969) ;

b) parallèlement, ces régions s'appauvrissent en phosphates, silicates et nitrates. Le déversement annuel des phosphates a été estimé être 80 fois moindre qu'avant

la construction du barrage, de même celui des silicates serait 100 fois moindre (Al Kholy, El Wakeel, 1975). Cette diminution des apports en sels nutritifs fluviaux a entraîné une diminution de la production primaire ; c) enfin la mise en service du haut barrage a pratiquement supprimé les apports de sédiment (140×10^6 t/an avant 1966) sur le littoral et le plateau continental. De ce fait, l'équilibre dynamique entre les facteurs d'érosion et de sédimentation de sable et de vase apportés par les crues annuelles a été modifié. En conséquence, les courants marins ont tendance à enlever les matériaux des cordons littoraux séparant les lagunes de la mer. Dans ces conditions les lagunes risquent de devenir des baies côtières analogues à celle d'Abou Kir (Aleem, 1969).

Plus éloignées des conséquences immédiates de la construction du haut barrage, les lagunes égyptiennes méditerranéennes, avec 279 600 ha, constituent le potentiel le plus important des pays riverains de la Méditerranée.

Il existe en Égypte cinq lagunes situées sur la côte méditerranéenne, à l'intérieur et de part et d'autre du delta du Nil (fig. 1) : le lac Mariut (6 300 ha), le lac Edkou (15 100 ha), le lac Brullos (57 200 ha), le lac Manzalah (136 000 ha) et le lac Bardawil (65 000 ha).

Le lac Mariut

Depuis 1892, le lac Mariut est utilisé comme bassin de drainage. Une grande partie de sa surface a été comblée pour créer : des terres agricoles, l'aéroport d'Alexandrie, et la route du désert qui le sépare en deux. Sa surface est ainsi passée de 24 800 à 6 300 ha. Le lac Mariut a une profondeur qui n'excède pas 1,25 m. Il ne communique pas avec la mer, mais reçoit des eaux de drainage. Son niveau d'eau est maintenu au-dessous de celui de la mer par évaporation ou bien par pompage lorsqu'elle est insuffisante. La salinité varie entre 1,5 et 6,5‰, et la température des eaux est comprise entre 12 et 19°C.

Le lac Edkou

Il communique directement avec la baie d'Abou Kir par le détroit de Boughaz El Maadiah. Il reçoit des eaux de drainage par trois canaux : à l'est le Boussily et au sud l'Edkou et Bersik. La salinité moyenne des eaux du lac

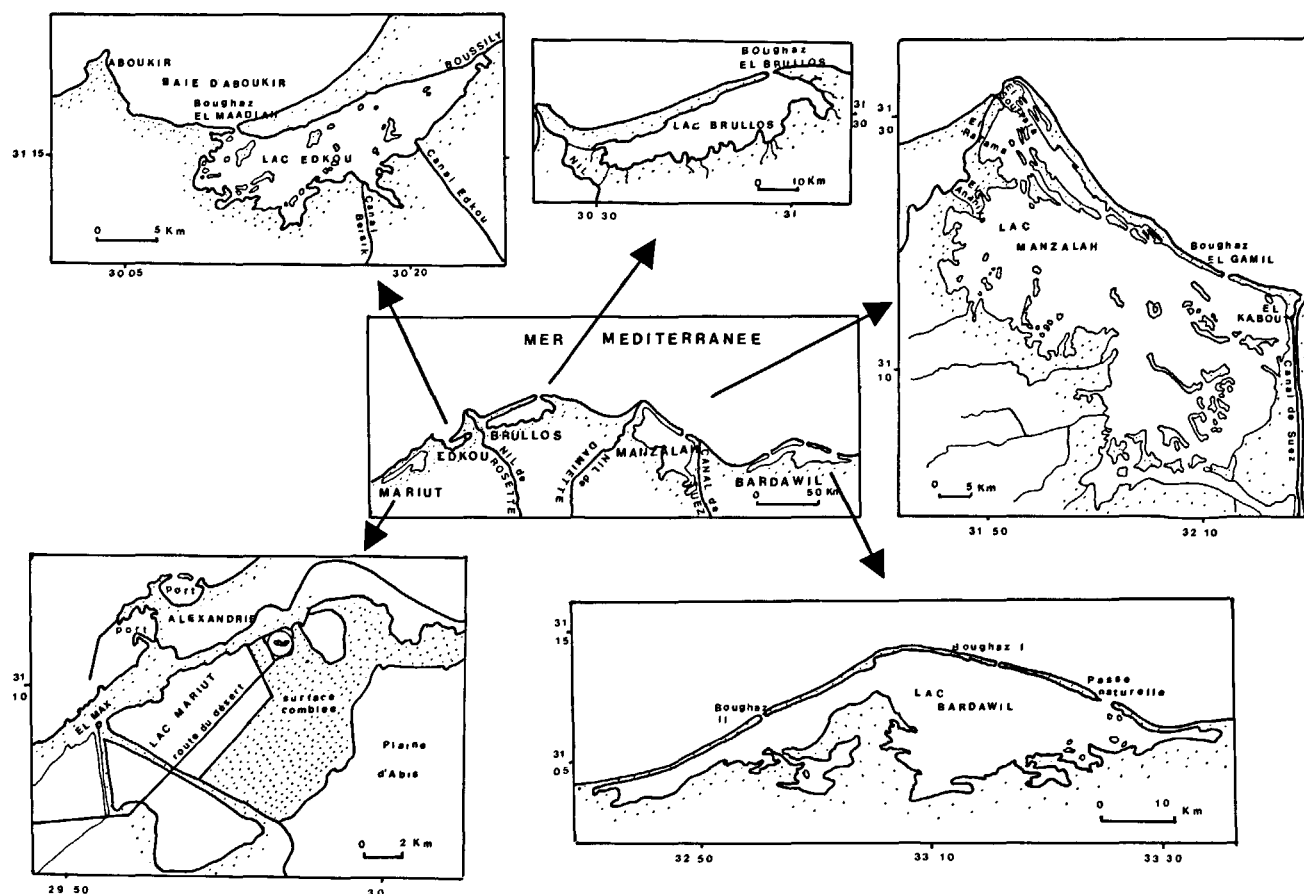


Figure 1
Localisation des lagunes égyptiennes
Location of the Egyptian lagoons.

est très variable, entre 4 et 20 ‰, avec une température comprise entre 13 et 28°C. La profondeur n'excède pas 3 m.

Le lac Brullos

Le lac Brullos est situé entre les deux bras du Nil. Il communique avec la mer par le Boughaz El Brullos. Sa profondeur maximale est de 2,40 m. Des canaux de drainage y déversent une grande quantité d'eau douce, et les courants dominants se situent dans le sens étang-mer. La salinité du lac varie entre 3 et 20 ‰; elle est toujours inférieure à celle de la mer.

Le lac Manzalah

Le lac Manzalah est la plus grande lagune égyptienne. Il communique directement avec la Méditerranée par Boughaz El Gamil, et avec le Nil, en période de crue, par trois canaux : El Souffara, El Ratama et El Enaniya. Depuis la construction d'un barrage sur le Nil à Faraskour et la mise en service du haut barrage en 1965, l'eau du Nil n'arrive plus dans la lagune, l'essentiel des eaux du Nil passant par le bras de Rosette. Il existe enfin une communication partielle avec le canal de Suez par El Kabouti. La profondeur maximale de la lagune est de 2 m. La salinité varie de 0,5 ‰ à Bahr El Bakar à 39 ‰ à El Gamil en avril, et la température est comprise entre 17 et 31°C.

Le lac Bardawil

Situé à l'est du delta du Nil, l'essentiel des données concernant ce lac est donné par Pisanty (1980), à propos d'une étude sur l'aménagement de la pêche. La lagune s'étend sur une longueur de 90 km, pour une largeur maximum de 22 km. Elle est formée par une dépression naturelle de 1 à 3 m au-dessous du niveau de la mer. De temps en temps, au cours de tempêtes, la mer brisait le cordon de sable large de 300 à 600 m. Les ouvertures ou passes ainsi formées s'ensablèrent rapidement, et la dépression s'asséchait de nouveau (Jarvis, 1941). Pendant longtemps le lac a été soumis à ce régime : contact temporaire avec la mer, suivi de période d'isolement et d'assèchement. Vers 1950, deux passes ont été creusées : Boughaz I et II. La lagune est de ce fait inondée en permanence; ses eaux ont une salinité comprise entre 45 et 55 ‰ avec une température qui varie entre 12,7 et 30,5°C (Ben Tuvia, Gilboa, 1975).

MÉTHODE D'ANALYSE DES DONNÉES DE CAPTURES

Les données de statistiques de captures ont été présentées sous forme de modèles de distribution d'abondance, couramment utilisées en écologie. L'objectif de ce traitement mathématique est double :

— donner une image synthétique de l'importance des

taxons (ou groupes) les uns par rapport aux autres. Ceci revient à résumer l'organisation de la communauté exploitée telle qu'elle apparaît à travers les statistiques de pêches. Le modèle le plus adéquat a été choisi d'après un critère mathématique de distance, afin de mettre en évidence une évolution de la structure de la communauté, sans préjuger *a priori* de sa signification écologique ;

— rechercher si malgré l'approximation concernant d'une part la représentativité des captures par rapport à la communauté réelle, d'autre part le classement en taxon imposé par la présentation des données de captures (le plus souvent commerciales), les modèles possèdent encore une signification interprétable. Les conditions théoriques d'Inagaki (1967) : « Les lois ne sont valables que si la forme de vie et la taille des espèces en concurrence sont identiques », sont assez restrictives : ces modèles ont néanmoins déjà été ajustés à des distributions très hétérogènes. Citons Labourg (1980) et Amanieu *et al.* (1980) pour les communautés benthiques.

Trois modèles ont été utilisés :

— les modèles de Motomura et de Preston, relatifs à des notions de structure suivant les degrés de compétition intertaxonomiques ; on trouvera dans Daget (1976) un exposé détaillé de ces deux modèles ;
— le modèle de Mandelbrot, qui caractérise un mode de gestion des ressources. On trouvera dans Frontier (1976) un exposé du modèle de Mandelbrot.

Le modèle de Motomura

Le modèle de Motomura convient à l'analyse des communautés dans lesquelles les relations interspécifiques sont élémentaires, la compétition étant essentiellement limitée au niveau d'une ressource. Une telle organisation est généralement observée dans des écosystèmes contrôlés par des facteurs physiques dont l'environnement est fortement contraignant avec des communautés pionnières (Amanieu *et al.*, 1981) :

$$\log q_i = (i-1)\log m + \log q_1,$$

avec q_i biomasse de l'espèce de rang i , les espèces étant au préalable classées par abondance décroissante ; m est un paramètre qui définit la constante du milieu de Motomura.

Le modèle de Preston

« Le modèle de Preston convient généralement dans le cas où les facteurs abiotiques sont moins contraignants, les relations interspécifiques sont plus complexes avec un effort de compétition diffus » (Amanieu *et al.*, 1981) :

$$\log q_i = \sigma P_i + b,$$

avec P_i probit du rang de l'espèce i , σ et b deux constantes, la constante du milieu de Preston étant définie par $m' = 1/\sigma^2$.

Le modèle de Mandelbrot

Fondé sur la théorie des communications, le modèle de Mandelbrot a pour objectif de mesurer le nombre de

signaux d'information qu'une voie de transmission peut véhiculer par unité de temps. Les signaux sont classés en fonction d'un « coût », indépendamment de la durée qui représente la valeur informative d'un signal comparée à l'information totale transmise par le message. Mandelbrot (1953) montre que la distribution des fréquences des signaux est proche d'une loi canonique simplifiée :

$$q_i = Q(i+B)^{-G} \quad \text{avec} \quad Q = \sum q_i.$$

Amanieu *et al.* (1981) donnent une signification écologique de ce modèle : « on convient que toute communauté possède une allocation totale de dépense, par exemple le flux de matière et d'énergie par unité de temps. Sur cette allocation, chaque espèce prélève sa part, qui représente son coût écologique. Ces parts réparties entre les espèces permettent leur survie et leur contribution au maintien de la cohésion et de la stabilité de la communauté. Ainsi chaque espèce (ou taxon) est caractérisée par sa valeur écologique suivant la place qu'elle occupe dans le réseau des interactions biotiques et abiotiques. Toute communauté bénéficie d'un coût total, somme des coûts spécifiques auquel correspond une valeur totale qui varie en fonction de la gestion du système. La somme des valeurs totales varie suivant l'organisation de la communauté, c'est-à-dire l'abondance relative des espèces. On conviendra que la gestion du système est optimum lorsque cette valeur totale est maximum. On peut donc concevoir des communautés à gestion optimale, qui se traduit par une certaine distribution d'abondance des espèces, dont le modèle de Mandelbrot apporte une solution ou du moins une base de réflexion originale ». A cet effet nous étudierons plus particulièrement la constante G du modèle de Mandelbrot.

Choix du modèle

Le modèle retenu, Preston ou Motomura, est celui qui conduit à la plus faible distance d'Hellinger dont la formulation est la suivante :

$$D^2 = \sum (\sqrt{q_{ci}/\sum q_{ci}} - \sqrt{q_{oi}/\sum q_{oi}})^2$$

(q_{ci} est l'abondance calculée avec le modèle ; q_{oi} l'abondance observée de l'espèce de rang i).

ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES CAPTURES ÉGYPTIENNES

Les captures méditerranéennes

Les prises égyptiennes en Méditerranée sont passées de 37 932 t en 1962 à 7 142 t en 1976. Les captures (C) en fonction de la date (D) sont bien représentées par la fonction : $C = 35\,137,78 \exp. -0,13D$. Avec un coefficient de corrélation de 0,94 et 13 DDL, la liaison entre le $\ln C$ et D est hautement significative. cette diminution des captures semble être liée :

— tout d'abord à une intensification de l'effort de pêche : le nombre d'unités de pêche motorisées, tous

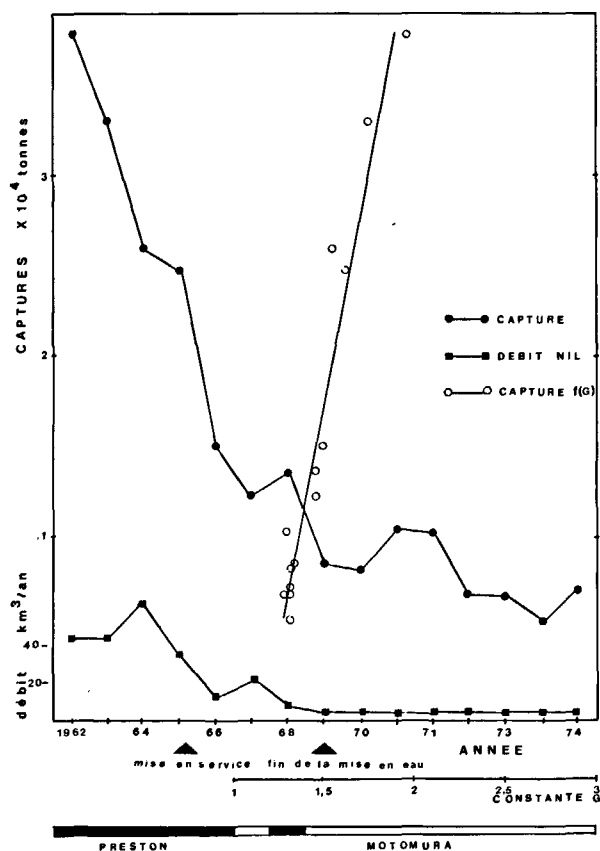


Figure 2
Évolution des captures méditerranéennes égyptiennes.
Evolution of Mediterranean Egyptian catches.

métiers confondus, est passé de 30 en 1952 à 574 en 1962. Bien que les données soient incomplètes, il est probable que le stock montre, dès 1962, les signes d'une surexploitation par une diminution des captures (fig. 2). Pour Bebars (1981), l'augmentation des apports de sardinelles d'autres pays du Levant, parallèlement avec leur baisse en Égypte, semble indiquer que l'effondrement des pêcheries égyptiennes des sardinelles n'est pas consécutif à un anéantissement des stocks de *Sardinella aurita*, qui auparavant se rassemblaient devant le delta pendant les crues, mais plutôt à l'arrêt de ces rassemblements trophiques annuels, et que les stocks restent actuellement dispersés en permanence dans le bassin oriental;

— ensuite, à partir de 1965, la mise en service du haut barrage a entraîné une diminution du débit du Nil (tab. 1), et par voie de conséquence, une diminution probable des apports trophiques. Avec $r = 0,89$ et 13 DDL, la liaison entre les captures C et le débit du Nil (V) est hautement significative; elle est bien représentée par la fonction : $C = 462,51 V + 7014,43$. Dès la fin de la construction du haut barrage, en 1969, la structure de la communauté exploitée passe d'un modèle de Preston à un modèle de Motomura. On aboutit ainsi à une simplification progressive de la communauté exploitée, comme si la surexploitation d'abord, la diminution des apports trophiques ensuite, avaient entraîné un autre type d'organisation, passant des relations interspécifiques complexes à des relations

simples. Avec un coefficient de corrélation $r = 0,96$ et 13 DDL, la liaison entre la constante G du modèle de Mandelbrot et les captures d'exploitation est hautement significative. Elle est bien représentée par la relation $C = 49943,98 G - 57597,13$ (fig. 2).

En effet, si nous admettons que G caractérise la gestion du système, aux fortes captures d'avant la construction du haut barrage (fort débit du Nil avec apport nutritif) correspond un fort coefficient G , qui traduit sans doute une gestion efficace du système par la communauté. Cette interprétation est en accord avec la simplification de la communauté (passage d'un modèle de Preston à un modèle de Motomura), enregistrée à la suite de la fin des travaux de construction du barrage.

Le tableau 2 indique la contribution relative de chaque groupe à l'exploitation. Trois catégories peuvent ainsi être distinguées :

1) La première catégorie comprend les espèces dont les captures après la construction du barrage ont diminué en pourcentage davantage que n'ont diminué les captures totales de l'ensemble de la pêcherie. On y trouve les groupes suivants :

	Taux de variations (%)
Clupéidés	— 88,46
Pénéidés	— 77,92
<i>Argyrosomus regium</i>	— 88,11
<i>Lepidopus caudatus</i>	— 93,15
Scombridés	— 73,27

Sardinella aurita représente 70% des clupéidés capturés (Aleem, 1969). Les captures mensuelles maximales étaient enregistrées un mois après le débit maximum du Nil, le coefficient de corrélation étant de 0,90 (El Zarka, Koura, 1967). Les clupéidés planctonophages, surtout de diatomées et de copépodes, lesquels ont immédiatement diminué dès 1966 (Halim, 1960; Savich, 1970), d'où l'effondrement rapide et spectaculaire des pêcheries de ce poisson. Il en est de même des pénéidés, qui se nourrissent principalement de diatomées. Cependant la plus grande diversité du régime alimentaire des crevettes a permis une baisse plus lente et moins sévère des captures que celles des clupéidés.

Les trois autres composantes de cette catégorie : *A. regium*, *L. caudatus* et les scombridés, sont des prédateurs plus ou moins spécialisés des clupéidés; de ce fait leurs travaux de variations est lié à celui des clupéidés.

2) La deuxième catégorie comprend les espèces dont les captures, après la construction du haut barrage, ont diminué en pourcentage moins que n'ont diminué les captures totales de l'ensemble de la pêcherie. Les espèces qui composent cette catégorie sont, à une exception près, des carnivores se nourrissant aussi bien de poissons que de crustacés et de mollusques. De plus elles sont en grande partie interdépendantes, les jeunes des uns servant de proie aux adultes des autres. Elles ne sont donc pas directement touchées par le déficit dans la production primaire. La baisse de leur capture est moins rapide que celle du groupe précédent.

Tableau 1

Captures nominales annuelles (t), par espèce ou groupe d'espèces du secteur égyptien de la Méditerranée et structure des communautés exploitées (le modèle choisi est celui qui, parmi les modèles essayés : Preston (Prest.) et Motomura (Moto.), conduit à la plus faible distance d'Hellinger.

Nominal yearly catches (t) by species or by group of species in the Egyptian Mediterranean sector and structure of the exploited communities (the chosen model is that which, of the tried models, Preston (Prest.) and Motomura (Moto.) leads to the weakest Hellinger distance.

Espèces	Année															
	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	
Clupéidés	18 166,1	12 981,5	7 372,1	7 635,2	1 232,7	818,5	463,6	599,5	575,3	1 505,3	1 402,7	598,6	987,1	644,5	695,3	
Pénéidés	7 237,1	8 547,3	7 107,8	4 989,8	3 732,9	2 882,4	3 153,4	1 127,8	832,9	967,4	983,1	653,1	783,5	748,7	1 063,6	
<i>Argyrosomus regium</i>	2 184,0	1 286,4	1 167,3	1 048,4	434,8	420,3	332,5	156,5	90,4	106,9	112,7	71,6	88,0	81,7	120,0	
<i>Lepidopus caudatus</i>	1 409,9	1 232,8	828,4	865,5	380,4	156,1	103,0	14,5	51,9	12,3	14,2	7,6	27,0	10,8	39,5	
<i>Saurida undosquimis</i>	1 367,0	1 347,6	1 852,5	1 448,9	626,0	796,4	1 192,8	730,5	768,3	873,2	800,4	536,6	424,1	248,8	349,3	
Sparidés	1 266,8	1 274,3	1 299,7	1 596,9	1 900,0	2 087,4	1 813,4	1 442,0	1 287,8	1 496,6	1 334,0	906,5	938,4	792,1	699,8	
Mullidés	1 073,8	779,0	858,3	1 419,0	1 927,5	1 237,3	1 523,6	1 077,4	937,5	1 195,0	1 305,1	835,6	914,8	739,8	991,4	
Céphalopodes	819,1	976,4	749,5	889,3	1 004,2	777,0	826,4	387,9	346,4	383,8	441,8	338,0	303,7	322,0	254,5	
Serranidés	717,2	863,0	732,2	652,8	481,1	417,9	545,4	430,5	393,9	355,6	321,5	246,6	288,7	273,8	306,6	
<i>Solea</i> spp.	695,2	504,5	504,6	426,9	255,4	202,2	268,5	202,0	179,1	150,9	161,0	88,6	121,3	143,4	119,2	
Raies	621,6	479,6	568,9	491,6	367,6	292,4	226,2	137,4	145,3	207,6	150,1	132,9	142,9	26,6	63,9	
Mugilidés	518,3	432,0	381,7	460,3	349,2	322,1	297,5	290,0	438,1	501,9	411,1	282,2	196,1	198,1	209,4	
Requins	219,9	389,0	333,3	204,1	199,8	178,1	137,4	137,4	82,6	59,6	62,2	37,3	21,9	3,6	126,8	
<i>Trigla</i> spp.	216,4	124,7	155,5	300,4	204,7	331,9	762,8	544,7	323,7	627,9	685,0	448,8	286,0	161,6	422,9	
<i>Tmnodon saltator</i>	168,7	152,9	124,6	153,3	92,3	27,0	126,3	82,3	153,1	212,7	101,9	110,8	73,3	43,0	77,6	
<i>Merluccius merluccius</i>	151,4	173,5	105,7	138,2	57,8	139,6	118,9	88,3	89,4	182,1	132,2	75,4	43,7	0,7	8,7	
Crabes	93,3	266,8	670,8	452,9	334,5	123,0	245,4	71,9	124,1	149,4	214,4	73,5	223,5	118,6	540,6	
Carangidés	51,2	48,4	31,0	30,1	37,5	12,0	14,7	10,9	96,3	263,6	218,0	291,6	124,0	28,5	51,7	
<i>Siganus</i> spp.	50,7	55,3	44,8	26,4	59,8	38,2	72,6	32,0	47,7	99,5	116,8	89,1	59,5	46,0	23,0	
<i>Sphyræna sphyraena</i>	47,9	39,1	92,7	272,3	101,0	18,6	72,0	77,4	89,8	90,5	35,8	42,7	67,7	50,3	94,0	
Scombridés	30,7	54,4	27,4	8,7	7,1	6,1	9,0	2,7	4,8	21,4	7,8	17,1	9,5	3,1	0,4	
Divers	725,9	900,7	966,2	1 166,4	1 259,1	928,2	1 298,9	877,0	1 060,3	1 077,1	1 288,8	810,8	724,2	721,5	884,0	
Total	37 832,2	32 909,2	25 975,0	24 686,4	15 045,4	12 212,7	13 586,3	8 520,6	8 118,7	10 540,3	10 300,6	6 695,0	6 848,9	5 407,2	7 142,2	
Débit Nil (km ³ /an)	44,03	44,00	63,72	35,94	13,23	20,69	6,93	3,60	4,02	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	
Modèle choisi	Prest.	Prest.	Prest.	Prest.	Prest.	Moto.	Prest.	Moto.	Moto.	Moto.	Moto.	Moto.	Moto.	Moto.	Moto.	
Constante du modèle	1,57	1,82	1,81	1,66	1,99	0,77	1,99	0,77	0,82	0,81	0,80	0,81	0,81	0,74	0,77	
Distance Hellinger	0,19	0,22	0,17	0,12	0,09	0,11	0,08	0,10	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,16	0,14	
G du modèle de Mandelbrot	1,96	1,74	1,55	1,62	1,50	1,50	1,46	1,34	1,33	1,30	1,29	1,28	1,31	1,32	1,32	

Tableau 2

Évolution de la contribution (%) des différentes espèces ou groupes d'espèces dans les captures totales annuelles du secteur égyptien de la Méditerranée.

Evolution of the percentage contribution of different species in the total yearly catches of the Egyptian sector of the Mediterranean.

Espèces	Année															
	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	
Clupéidés	48,02	39,45	28,38	30,93	8,19	6,70	3,41	7,04	7,09	14,28	13,62	8,94	14,41	11,92	9,74	
Pénéidés	19,13	25,97	27,36	20,21	24,81	23,60	23,08	13,24	10,26	9,18	9,54	9,76	11,44	13,85	14,89	
<i>Argyrosomus regium</i>	5,77	3,91	4,49	4,25	2,89	3,44	2,45	1,84	1,11	1,01	1,09	1,07	1,28	1,51	1,68	
<i>Lepidopus caudatus</i>	3,73	3,75	3,19	3,51	2,53	1,28	0,76	0,17	0,64	0,12	0,14	0,11	0,39	0,20	0,55	
<i>Saurida undosquamis</i>	3,61	4,09	7,13	5,87	4,16	6,52	8,78	5,57	9,46	8,28	7,77	8,01	6,19	4,60	4,89	
Sparidés	3,35	3,87	5,00	6,47	12,63	17,09	13,35	16,92	15,86	14,20	12,95	13,54	13,70	14,65	9,80	
Mullidés	2,84	2,37	3,30	5,75	12,81	10,13	11,28	12,64	11,55	11,34	12,67	12,48	13,36	13,68	13,88	
Céphalopodes	2,17	2,97	2,89	3,64	6,67	6,36	6,08	4,55	4,27	3,64	4,29	5,05	4,43	5,96	3,56	
Serranidés	1,90	2,62	2,82	2,64	3,20	3,42	4,01	5,05	4,85	3,37	3,12	3,68	4,22	5,06	4,29	
<i>Solea</i> spp.	1,84	1,53	1,94	1,73	1,70	1,66	1,98	2,37	2,21	1,43	1,56	1,32	1,77	2,65	1,67	
Raies	1,64	1,46	2,19	1,99	2,44	2,39	1,66	1,61	1,79	1,97	1,46	1,99	2,09	0,49	0,09	
Mugilidés	1,37	1,31	1,47	1,86	2,32	2,64	2,19	3,40	5,40	4,76	3,99	4,22	2,86	3,66	2,93	
Requins	0,81	1,18	1,28	0,83	1,33	1,46	1,01	1,61	1,02	0,57	0,60	0,56	0,32	0,07	1,78	
<i>Trigla</i> spp.	0,57	0,38	0,60	1,22	1,36	2,72	5,61	6,39	3,99	5,96	6,65	6,70	4,18	2,99	5,92	
<i>Tenodon saltator</i>	0,45	0,46	0,48	0,62	0,61	0,22	0,93	0,97	0,89	2,02	0,99	1,65	1,07	0,80	1,09	
<i>Merluccius merluccius</i>	0,40	0,53	0,41	0,56	0,38	1,14	0,88	1,04	1,10	1,73	1,28	1,13	0,64	0,01	0,12	
Crabes	0,25	0,81	2,58	1,83	2,22	1,01	1,81	0,84	1,53	1,42	2,08	1,10	3,26	2,19	7,57	
Carangidés	0,14	0,15	0,12	0,12	0,25	0,10	0,11	0,37	1,19	2,50	2,12	4,36	1,81	0,53	0,72	
<i>Siganus</i> spp.	0,13	0,17	0,17	0,11	0,40	0,31	0,53	0,38	0,59	0,94	1,13	1,33	0,87	0,85	0,32	
<i>Sphyaena sphyraena</i>	0,13	0,12	0,36	1,10	0,67	0,15	0,53	0,91	1,11	0,86	0,35	0,64	0,99	0,93	1,32	
Scombridés	0,08	0,17	0,11	0,04	0,05	0,05	0,07	0,03	0,06	0,20	0,08	0,26	0,14	0,06	0,01	
Divers	1,92	2,74	3,72	4,72	8,37	7,60	9,56	10,29	13,06	10,22	12,51	12,11	10,57	13,34	12,38	
Débit du Nil (km ³)	44,03	44,00	63,72	35,94	13,23	20,69	6,93	3,60	4,02	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	

Les groupes inclus dans cette catégorie sont les suivants :

	Taux de variations (%)
Requins	—63,60
Raies	—65,46
Soles	—68,15
<i>Saurida undosquamis</i>	—55,59
Serranidés	—50,20
Crabes	—45,63
Céphalopodes	—42,82
<i>Sphyaena sphyraena</i>	—40,40
<i>Merluccius merluccius</i>	—38,61
<i>Tenodon saltator</i>	—33,29

3) La troisième catégorie comprend les espèces dont les captures et les contributions sont augmenté après la construction du barrage. Ce sont :

	Taux de variations (%)
Carangidés	159,70
<i>Trigla</i>	118,97
<i>Siganus</i>	40,41
Mullidés	11,64
Sparidés	19,39

Les carangidés ont probablement bénéficié d'un taux de compétition interspécifique plus faible pour l'espace vital et la nourriture, à la suite de la raréfaction des poissons de la première catégorie. *Siganus* se nourrit exclusivement d'algues de toutes sortes, comme la plupart des émigrants en provenance de la Mer Rouge. Filtrés avant leur arrivée en Méditerranée par de

nombreuses barrières écologiques, ils semblent révéler une grande robustesse. Les autres espèces se distinguent par une alimentation très variée, qui les a aidés à surmonter la crise trophique résultant du captage des eaux du Nil.

Il semble que la simplification de la structure de la communauté exploitée, mise en évidence par le passage d'un modèle de Preston à un modèle de Motomura à la suite de la mise en eau du haut barrage, se soit opérée, pour des raisons trophiques, en la défaveur des espèces du groupe 1 et en la faveur des espèces du groupe 3. Si l'on admet que les espèces du groupe 1, surtout constituées de clupéidés, ont une stratégie différente des espèces du groupe 3, la simplification de la communauté s'est accompagnée d'une modification de la stratégie résultante. Si l'on convient en outre que les différentes stratégies ont des rendements bioénergétiques différents, on retrouve la signification du paramètre G du modèle de Mandelbrot, qui diminue avec les captures d'exploitation, traduisant ainsi une modification de la gestion du système à la suite de la mise en eau du haut barrage.

Les captures lagunaires

Seuls les deux lacs Mariut et Edkou accusent une diminution des captures des pêcheries à la suite de la mise en service du haut barrage (fig. 3). En revanche, la plus grande lagune, le lac Manzalah, ne montre pas de variation importante. Pour les trois lacs du delta la structure des communautés pêchées est plus proche

Tableau 3

Captures en tonnes, structure des communautés exploitées dans les 3 principaux lacs égyptiens. Le modèle choisi correspond à la plus faible distance d'Hellinger calculée pour chacun des 2 modèles testés.

Catches in tons, structures of the exploited communities in the 3 main Egyptian lagoons. The chosen model corresponds to the weakest Hellinger distance calculated for each of the 2 models: Preston (P) or Motomura (M).

Espèces	Année 1962			Année 1963			Année 1964			Année 1965		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Tilapia</i>	7 569,9	13 597,9	2 855,5	8 312	12 635,7	3 053,8	8 214,5	12 686	3 134,5	7 060,7	10 851,2	3 154,9
<i>Mugil cephalus</i>	38,5	764,8	28,3	56,9	733,1	42,8	31,8	537,3	102,9	33,7	374,9	131,5
<i>Liza ramada</i>	3,8	1 704,5	237	10,8	1 846,9	344,2	3,5	2 814,1	479	2,6	2 762,1	429,7
<i>Pagrus</i>	0,9	285,7	4,5	5,5	315,5	15	3,4	305,1	44,3	0,9	360	22
<i>Anguilla anguilla</i>	47,8	135	194,1	52,8	176,1	253,8	50,2	200,4	218,6	36,4	151	157
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0,1	96,4	24	0,2	231,4	24,5		163,7	26,4		47,3	33,4
<i>Clarias</i>	28	492,6	363,3	97,4	512,7	550,6	168	666,5	500,6	126,3	491,7	545
<i>Labeo niloticus</i>	3,3	19,7	46,4	0,4	6	7	0,2	7,4	7,5		0,1	3,2
<i>Lates niloticus</i>	1,7	66,6	1,3	3,8	122,9	1,3		15,8			3,4	
<i>Liza saliens</i>		23,4			47,6			68,5			128,2	
<i>Argyrosomus regium</i>		87,7	2,9		66,2	4,3		85,9	0,2		24,8	3,5
<i>Atherina mochen</i>		320,9	0,1		357,1			326,8	0,1		127	
Crevettes		760,5			1 271,7			1 012,4			563,1	
Crabes		169,7	17,7		569,5	69,8		2 152,2	261,7		1 462,3	261,1
Divers	18,8	771,1	4,5	7,8	517,8	2,4	5,9	820,3	11,8	0,1	1 839,3	6,5
Captures totales	7 713	19 297	3 780	8 548	19 410	4 370	8 478	21 862	4 788	7 261	19 186	4 748
Modèle choisi et D	P 0,37	P 0,32	P 0,14	P 0,33	P 0,13	P 0,11	P 0,23	P 0,12	P 0,22	P 0,24	P 0,11	P 0,13
Constante du modèle	0,39	1,38	0,50	0,37	1,02	0,70	0,30	1,00	0,39	0,34	0,53	0,77
G du modèle de Mandelbrot	7,22	2,97	2,86	6,33	1,79	2,48	5,58	2,21	2,42	5,77	2,23	2,42

Espèces	Année 1966			Année 1967			Année 1968			Année 1969		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Tilapia</i>	4 221,4	17 395,1	2 443,7	1 814,8	20 108	1 483,1	1 210,8	20 601,5	901,3	1 406,10	18 147,2	1 061,6
<i>Mugil cephalus</i>	11,2	336,5	76,2	4,8	256	26,2	1,4	225,2	21,8	2,8	197,8	8,9
<i>Liza ramada</i>	0,5	1 946,9	342,8	2,2	2 810,4	137,1	0,8	1 808	112,3	3,6	1 650,9	96,6
<i>Pagrus</i>	0,5	453,5	5,4		353,6	1,6	20,5	152	0,1	18,5	96,5	
<i>Anguilla anguilla</i>	33,4	97,2	112,9	15,5	107,5	68,6		146,9	66,6		143,1	35
<i>Dicentrarchus labrax</i>		38	14,8		19,5	4,4	55,6	30,8	0,2	59,1	65,2	1,4
<i>Clarias</i>	121,1	651	366,6	31,1	718,6	261,9		644,8	140,3		660,3	106,8
<i>Labeo niloticus</i>		2,3	0,4		0,7			2,6			0,2	
<i>Lates niloticus</i>		3										
<i>Liza saliens</i>		12,4			3,6			16,4			33,8	
<i>Argyrosomus regium</i>		9,5	1		11,2	0,4		8			8,7	
<i>Atherina mochen</i>		22,2			52,6			12			3,4	
Crevettes		595,7			332,9			223,4			310	
Crabes		1 650,2	170,8	0,2	447,6	71,4		34,1	35,7		10	2,2
Divers		1 915,8	3,4		1 426,3	4,3		851,4	0,6		644,5	
Captures totales	4 388	25 129	3 538	1 869	26 649	2 059	1 289	24 757	1 279	1 491	21 972	1 313
Modèle choisi et D	P 0,16	P 0,18	P 0,10	P 0,25	P 0,18	P 0,10	P 0,13	P 0,31	P 0,21	P 0,21	P 0,21	P 0,15
Constante du modèle	0,28	0,57	0,49	0,36	0,52	0,54	0,35	0,68	0,38	0,51	0,47	0,62
G du modèle de Mandelbrot	5,10	2,96	2,53	5,80	2,99	2,57	4,42	3,54	2,55	4,56	3,46	3,10

d'un modèle de Preston que d'un modèle de Motomura (tab. 3).

Lac Edkou

Situé entre les deux bras du Nil, il semble communiquer normalement avec la mer. Les captures totales (fig. 3) augmentent jusqu'en 1964 puis diminuent à partir de 1965, date de mise en service du haut barrage. Il y a une légère augmentation des captures en 1969, qui succède à un accroissement du débit du Nil en 1967. Les captures sont ainsi passées de 317 kg/ha en 1964 à 45 kg/ha en 1971. De 1965 à 1972, la constante G du modèle de Mandelbrot augmente, pour diminuer ensuite. La structure de la communauté ne paraît pas

avoir été affectée immédiatement après la mise en eau du haut barrage.

Lac Manzalah

Contrairement au lac Edkou, le niveau des captures varie peu de 1962 à 1976; environ entre 150 et 200 kg/ha (fig. 3). On notera cependant que le lac Manzalah, ouvert à la fois sur la Méditerranée et le canal de Suez, est le plus grand et le plus riche (richesse spécifique 12 à 14 espèces) de toutes les lagunes égyptiennes. Comme pour le lac Edkou, on note peu de variations de la constante de Mandelbrot, avec cependant une légère augmentation jusqu'en 1970. Le lac Manzalah ne

Espèces	Année 1970			Année 1971			Année 1972			Année 1974		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Tilapia</i>	2 237,6	17 262,1	915,6	1 933,7	18 456,2	567,5	3 697,9	16 667,6	651,9	28 773,3	21 960,4	883,7
<i>Mugil cephalus</i>		94,4	8,5		99,7	7,4	0,2	63,3	4,6	127,3	196	6,1
<i>Liza ramada</i>		1 434,9	94,6		1 480,4	47,9		2 173,8	35,5		2 897,7	48,5
<i>Pagrus</i>		249,8			448,1	0,1		524,6	0,5		853,4	0,1
<i>Anguilla anguilla</i>	23,4	120,1	20,3	4,3	201,4	9,9	12	33,7	11,2	229	318,1	17,4
<i>Dicentrarchus labrax</i>		122,7	7,8		47,6	3,2		8,3	4,3		31,6	2,9
<i>Clarias</i>	91,2	624,3	106,1	45,1	800,7	38	135,7	712,9		5 627	918,4	121,5
<i>Labeo niloticus</i>		0,2			8,1			13			0,3	
<i>Lates niloticus</i>												
<i>Liza saliens</i>		4,4			3,6						1,1	
<i>Argyrosomus regium</i>		3,1						0,7			11,1	
<i>Acherina mochen</i>		18,7			5			5,3			38,5	
Crevettes		160,3			605,3			580,3			277,2	
Crabes		7,2	0,4		7,9	0,1		0,5	0,1		0,1	
Divers		360,8			664,5	0,1		145,6			346,9	
Captures totales	2 453	20 463	1 153	1 983	22 829	674	3 846	21 000	763	34 757	27 851	1 078
Modèle choisi et D		P 0,22	P 0,13		P 0,23	P 0,11	P 0,2	P 0,12	P 0,20	M 0,08	P 0,10	P 0,05
Constante du modèle		0,46	0,57		0,56	0,41	0,2	0,37	0,42	0,14	0,30	0,40
G du modèle												
de Mandelbrot	4,62	3,57	2,95	5,06	3,52	3,40	4,82	3,01	4,19	2,75	3,01	2,96

Espèces	Année 1975			Année 1976		
	1	2	3	1	2	3
<i>Tilapia</i>	13 449,8	24 213,9	890,8	8 260,2	18 776,5	735,3
<i>Mugil cephalus</i>	295,7	119	8,6	341,3	107,6	8,8
<i>Liza ramada</i>		2 273,2	43,5		1 620,9	42,4
<i>Pagrus</i>		646,9			624	
<i>Anguilla anguilla</i>	205,5	284,1	17,20	382,7	285,9	14,9
<i>Dicentrarchus labrax</i>		26,2	4,4		23,2	6,4
<i>Clarias</i>	3 107,4	846,2	95	1 804	608,4	67,7
<i>Labeo niloticus</i>						
<i>Lates niloticus</i>					3	
<i>Liza saliens</i>		1,2			0,4	
<i>Argyrosomus regium</i>		11,9			10,1	
<i>Atherina mochen</i>		82,7			79,1	
Crevettes		407,7			417,8	
Crabes		4,4			7	
Divers		258,7			396,1	
Captures totales	17 058	29 176	1 060	10 788	22 960	876
Modèle choisi et D	M 0,07	P 0,20	P 0,20	P 0,12	P 0,21	P 0,25
Constante du modèle	0,23	0,50	0,91	1,34	0,47	1,15
G du modèle						
de Mandelbrot	2,54	3,41	2,23	2,50	3,50	3,34

1 Lac Mariut
 2 Lac Manzalah
 3 Lac Edkou
 M Structure de Motomura
 P Structure de Preston
 D Distance d'Hellinger du modèle choisi.

semble pas avoir été affecté par la construction du barrage.

Lac Mariut

Comme le lac Edkou, le lac Mariut accuse une baisse des captures à partir de 1965, date de la mise en eau du haut barrage. Au-delà de 1971, on assiste à une augmentation considérable des captures. Ces variations sont difficilement interprétables en raison des modifications structurales dont ce lac a fait l'objet durant ces dix dernières années (voir *supra*); on notera cependant la faible richesse spécifique des communautés exploitées

(entre 3 et 9 espèces), et une constante G de Mandelbrot toujours en baisse (fig. 4).

Lac Bardawil

Le niveau des captures apparaît beaucoup plus faible que celui des autres lacs égyptiens : entre 16 et 32 kg/ha (fig. 3). Il faut noter que ce lac, le plus hypersalin et le plus éloigné du Nil, a vu ses rendements doubler entre 1968 et 1976, certainement en liaison avec la stabilisation de ses passes et l'aménagement des pêches dont il a fait l'objet (voir Pisanty, 1980).

Avec les lagunes égyptiennes, on n'observe pas les effets de la construction du haut barrage sur les structures des communautés, généralement bien décrites par un modèle de Preston durant toute la période d'observation de

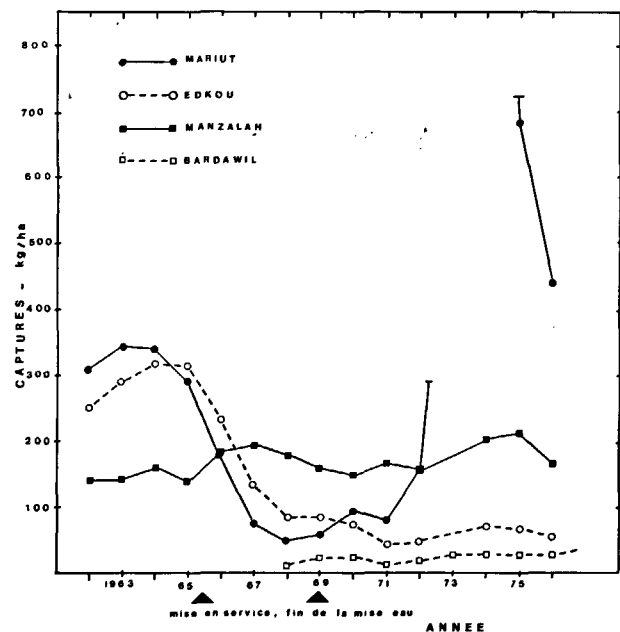


Figure 3
 Rendement des pêches (kg/ha) des lagunes méditerranéennes égyptiennes (d'après le tableau 3 et Pisanty, 1980 pour le lac de Bardawil).

Mediterranean Egyptian lagoon fish yields [(kg/ha) based on Table 3 and Pisanty, 1980, for Bardawil Lake].

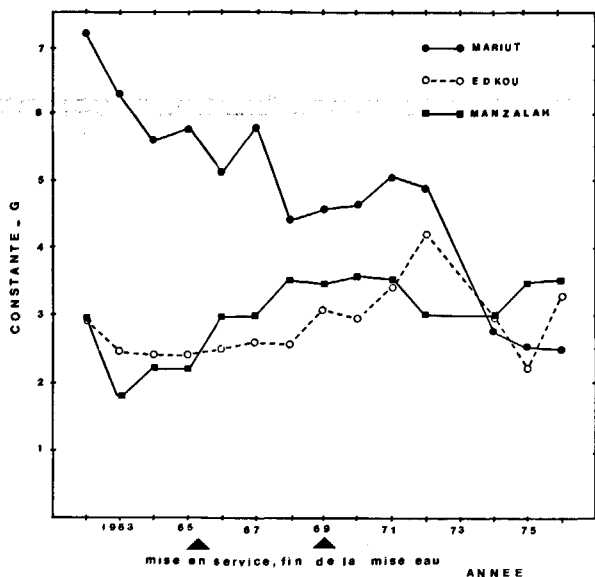


Figure 4
Variation de la constante G du modèle de Mandelbrot.
Variation of the Mandelbrot constant G model.

1962 à 1976. De même en prenant 1% comme seuil de signification, on ne peut pas mettre en évidence de liaison significative entre la constante G de Mandelbrot et les captures. Les lagunes égyptiennes ne semblent pas avoir été directement affectées par la diminution des apports en mer liée à celle du débit du Nil. La diminution des captures des lacs Edkou et Mariut de 1965 à 1971 pourrait davantage résulter d'une diminution de l'effort de pêche ou d'accessibilité que de l'environnement aquatique.

CONCLUSIONS

Les pêches méditerranéennes, au large du delta du Nil, ont été marquées par deux événements majeurs : l'augmentation de l'effort de pêche de 1952 à 1962 (le nombre d'unités motorisées a été multiplié par 19), et à partir de 1965 la mise en eau du haut barrage. On observe corrélativement une baisse des captures globales, passant de 37 832 (en 1962) à 7 142 t (en 1976). Durant cette même période, le débit du Nil est passé de 44 à 4 km³/an, entraînant une baisse importante des substances nutritives et de la production primaire au large du Nil. Entre 1962 et 1976, une simplification des structures des communautés exploitées, qui passent d'un modèle de Preston à un modèle de Motomura (1968-1969), a été mise en évidence. Il en résulte une modification de la stratégie d'utilisation des ressources, devenues rares. Ceci est confirmé par l'évolution du paramètre G de Mandelbrot liée à la diminution des captures, traduisant une gestion différente du système à la suite de la diminution du débit du Nil et du niveau général des ressources trophiques.

Les captures lagunaires accusent généralement une baisse à la suite de la construction du haut barrage, sauf pour le lac Manzalah, le plus grand de tous les lacs égyptiens, ouvert à la fois sur la Méditerranée et le canal de Suez, et le lac Bardawil, le plus hypersalé et le plus éloigné du Nil. Pour les lagunes on n'observe pas

de modification structurale des communautés exploitées, et la constante G de Mandelbrot n'est pas significativement liée aux captures. De ce fait les pêcheries lagunaires semblent avoir été moins affectées par la construction du barrage que les pêcheries marines. Les baisses de captures enregistrées dans les lacs Mariut et Edkou pourraient être davantage liées à une baisse de l'effort de pêche ou d'accessibilité qu'à une modification trophique de l'environnement aquatique.

RÉFÉRENCES

- Aleem A. A., 1969. Marine resources of the United Arab Republic, *Stud. Rev. Gen. Fish. Coun. Mer Médit.*, 43, 1-22.
- Al-Kholy A. A., El Wakeel S. K., 1975. Fisheries of the South-Eastern Mediterranean Sea along the Egyptian Coast. Soviet-Egyptian Expedition 1970-1971, *Bull. Inst. Oceanogr. Fish., Cairo*, 5, 1-279.
- Amanieu M., Ferraris J., Guelorget O., 1980. Organisation et évolution des peuplements des lagunes littorales. Application à la macrofaune benthique des étangs palavasiens, in: *Recherches d'écologie théorique. Les stratégies adaptatives*, Maloine éd., Paris, 1 vol., 251-277.
- Amanieu M., Gonzalez P. L., Guelorget O., 1981. Critère de choix d'un modèle de distribution d'abondance. Application à des communautés animales en écologie benthique, *Acta Oecol., Oecol. Gen.*, 2, 3, 265-286.
- Bebars M. I., 1981. Exploitation rationnelle des pêcheries égyptiennes : application aux pêcheries des sardinelles (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) de la baie du Salloum, Égypte, *Thèse Doct. État, Univ. Sci. et Tech. Languedoc, Montpellier*, 354 p.
- Ben Tuvia A., Gilboa A., 1975. Progress report on the fisheries research in the Bardawil lagoon, Haifa Israel Oceanographic and Limnological Research, Internal Report, 15 p.
- Dajet J., 1976. *Les modèles mathématiques en écologie*, Maloine éd., Paris, 172 p.
- El-Hehyawi M. L. L., 1974 a. Changes in salinity and landings of six fish species in the shelf North to the Nile delta, *Bull. Inst. Oceanogr. Fish., Cairo*, 4, 431-458.
- El-Zarka S. E., Koura R., 1967. Seasonal fluctuations in production of principal edible fish in the Mediterranean Sea off the United Arab Republic, *Proc., Tech. Pap. Gen. Fish. Coun. Mer Médit.*, 8, 227-259.
- Frontier S., 1976. utilisation des diagrammes rang fréquence dans l'analyse des écosystèmes, *J. Rech. Océanogr.*, 1, 3, 35-48.
- Halim Y., 1960. Observations on the Nile bloom of phytoplankton in the Mediterranean, *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 26, 57-67.
- Halim Y., 1976. Marine biological studies in Egyptian Mediterranean waters: a review, *Acta Adriatica*, 18, 2, 29-38.
- Inagaki H., 1967. Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive, *Vie et Milieu*, 18, 1, B, 153-166.
- Jarvis C. S., 1941. *Yesterday and today in Sinai*, London, William Blackwood and Sons, 165 p.
- Labourg P. J., 1980. Structure et évolution de la macrofaune invertébrée des écosystèmes lagunaires aménagés du bassin d'Arcachon. Application du concept de stratégie cénotique, in: *Recherches d'écologie théorique. Les stratégies adaptatives*, Maloine éd., Paris, 1 vol., 280-295.
- Mandelbrot B., 1953. Contribution à la théorie mathématique des communications, *Thèse Doct. État, Fac. Sci., Paris A*, 2521, 3393, 121 p.
- Morcus S. A., Gerges M. A., 1974. Circulation and mean sea level in the Suez canal, in: *L'océanographie physique de la Mer Rouge, UNESCO, Paris, 1972, CNECO, Publ. Ser. Actes Colloq.*, 2, 267-287.
- Oren O. H., 1969. Oceanographic and biological influence of the Suez Canal, the Nile and the Aswan Dam on the Levant Basin, *Rep. Prog. Oceanogr.*, 5, 161-167.
- Pisanty S., 1980. Pêche et aménagement dans la lagune hypersaline de Bardawil. Symposium sur l'aménagement des ressources vivantes de la zone littorale en Méditerranée, *CGPM., Rev. Cons. Gén. Pêche Médit.*, 58, 39-80.
- Savich M. S., 1970. On phytoplankton condition in South-East Mediterranean Sea in 1966, *Proc. Azcherno, URSS*, 30 p.