

Répartition géographique et estimation de la biomasse des petits pélagiques des côtes tunisiennes

L. Ben Abdallah* et A. Gaamour

Résumé

L'un des thèmes de recherches de l'INSTM est la gestion durable des ressources marines nationales. A cet effet, l'INSTM accorde un intérêt particulier pour les petits pélagiques (sardine, anchois, sardinelle, bogue, etc.) qui représentent 40% de la production nationale et offrent de vastes opportunités pour le développement et la pérennité de l'activité de pêche dans notre pays. La méthode acoustique et la pêche expérimentale sont employées pour l'évaluation de la biomasse et l'identification d'espèces. D'autant plus que cette méthode nous permet d'établir leur répartition géographique dans l'espace et dans le temps. Des fluctuations entre les saisons et les régions sont observées.

Mots clés : *Acoustique, petits pélagiques, Tunisie.*

Abstract

Geographical distribution and estimation of the biomass of small-pelagic fishes along the Tunisian coast

One of the research themes at INSTM is the sustainable management of the national marine resources. To this end, INSTM has a particular interest in small-pelagic fishes (sardine, anchovy, sardinella, bogue, etc.) which represent 40% of the national fish catch and provide a great opportunity for pursuing the sustainable development of Tunisia's marine fisheries. Acoustics and experimental fishing are used in the evaluation of the biomass and in the identification of the species. These methods also enable us to determine their spatial and temporal distribution. Fluctuations from season to season and from area to area are observed.

Keywords: *acoustics, small pelagics, Tunisia.*

1. Introduction

En Tunisie, le terme « petits pélagiques » est synonyme de poissons bleus. Les petits pélagiques cibles regroupent neuf espèces appartenant à cinq familles (Tableau 1). Ces espèces sont totalement libres à l'égard du fond et sont indépendantes de la nature du substrat. Ce sont donc les paramètres physico-chimiques et hydrographiques du milieu qui déterminent leur répartition spatio-temporelle. De plus, ces espèces vivent généralement en bancs et effectuent des déplacements à la recherche des conditions optimales (Fréon, 1988 ; Cury, 1995 ; Gascuel, 1995 ; Pauly, 1997)

* Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM), Port de pêche, 2060 La Goulette, Tunisie. Tel/Fax : 00 216 71 735848 ; e-mail: lotfi.benabdallah@instm.rnrt.tn

Dans le but d'évaluer la biomasse d'un groupe de poissons de grande importance économique et sociale, l'INSTM a élaboré un programme à long terme d'évaluation directe, par prospection acoustique et pêche expérimentale, et de suivi régulier de la biomasse des petits pélagiques peuplant les eaux tunisiennes. Les campagnes de prospection hydroacoustique présentent un double avantage. Elles permettent d'estimer la biomasse instantanée des stocks des poissons (par échointégration) et de suivre l'évolution de leur abondance relative dans le temps et dans l'espace. Dans la présente étude on expose les résultats des campagnes de prospection hydroacoustique, OASIS 2 et 4.

Tableau 1. Taxonomie des principales espèces des petits pélagiques des eaux tunisiennes.

Familles	Noms communs français	Noms communs tunisiens	Noms scientifiques
Clupéidae	Sardine	Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>
	Sardinelle ronde, allache	Latcha	<i>Sardinella aurita</i>
Engraulidae	Anchois	Anchoua	<i>Engraulis encrasicolus</i>
Carangidae	Chinchard d'Europe	Chourou Abiadh	<i>Trachurus trachurus</i>
	Chinchard à queue jaune	Chourou Asfar	<i>Trachurus mediterraneus</i>
	Chinchard bleu	Chourou Azrak	<i>Trachurus picturatus</i>
Scombridae	Maquereau commun	Makrou bou richa	<i>Scomber scombrus</i>
	Maquereau espagnol	Makrou bou ain	<i>Scomber japonicus</i>
Sparidae	Bogue	Bouga	<i>Boops boops</i>

2. Matériels et méthode

(a) Zone d'étude (Figure. 1)

Tenant compte de la morphologie de la côte et des caractéristiques physiques des fonds marins qui lui sont attribués, nous avons distingué cinq zones :

- La zone sud qui comprend le golfe de Gabès.
- La zone du Sahel qui s'étend du plateau des îles Kerkennah jusqu'à Sousse.
- La zone du golfe de Hammamet qui s'étale de Sousse jusqu'à la pointe du Cap Bon.
- La zone du golfe de Tunis qui se prolonge du Cap Bon jusqu'à Bizerte y compris les hauts fonds des Esquerquis.
- La zone Nord qui correspond à la région de Tabarka et le plateau de la Galite.

(b) Matériel

Pour la campagne OASIS 2, le sondeur OSSIAN 1500, en fréquence 38 kHz, est utilisé pour l'échointégration, couplé au système INES-MOVIES pour la numérisation. Cependant, pour la campagne OASIS 4, le sondeur utilisé est de type SIMRAD EK-500 en 38 kHz. Dans les deux cas, le matériel est doté aussi d'un système informatique de traitement du signal et des ports de communication permettant d'intégrer les diverses informations issues du système de navigation (GPS, etc.).

Pour la pêche expérimentale, le chalut 4FF (chalut de fond à quatre faces) dont l'ouverture verticale est de 7 m est employé dans la plupart des cas.

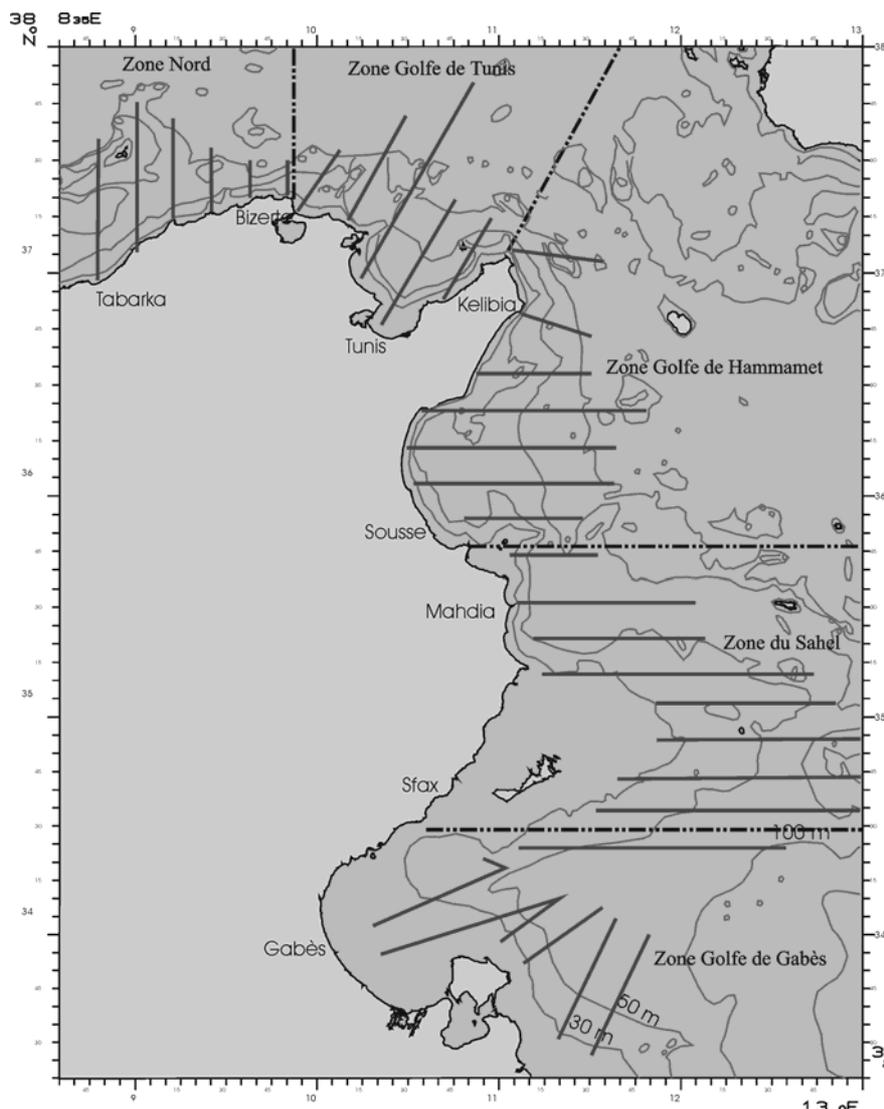


Figure 1. Plan des radiales de prospection acoustique et délimitation des zones géographiques.

Approche scientifique

(a) Prospection acoustique et pêche expérimentale

Lors de chaque campagne, les zones à prospecter sont couvertes suivant un réseau de radiales parallèles adaptées à la topographie (Figure. 1). La vitesse du navire est stabilisée à 8 nœuds, pour une unité de distance en échointégration (ESDU) de un mille nautique. Les radiales sont espacées au maximum de 10 milles nautiques (MacLennan et Simmonds, 1992). La prospection est faite de jour (lorsque les petites pélagiques sont regroupés en bancs) de la côte vers le large entre 20 et 200 m de profondeur.

Chaque fois qu'une détection importante est observée et/ou chaque fois que les structures de détection varient, la prospection est interrompue pour la réalisation de l'opération de chalutage expérimental. Les opérations de chalutage durent entre 30 et 60 minutes à une vitesse de 3 nœuds. Après chaque trait, on établit la composition en taille et en poids ainsi que les relations taille-poids pour chaque espèce.

(b) Échointégration

L'échointégration permet d'avoir une estimation de la biomasse présente dans un volume insonifié par un échosondeur (Massé, 1996). Il est à signaler qu'il y a deux méthodes d'échointégration : l'échointégration par couche et l'échointégration par banc de poisson. C'est la première méthode qui sera utilisée dans ce travail et les résultats sont obtenus par le logiciel Movies+. Dans l'échointégration par couches, la colonne d'eau est divisée dans un certain nombre de couches, certaines sont référencées à la surface et d'autres au fond de la mer (Figure. 2). Pour chaque couche et pour toute la colonne analysée, le logiciel Movies+ donne: Ni, NT, sA et Sv. (Diner *et al.*, 2001) Avec :

Ni : le nombre d'échantillons intégrés, c'est-à-dire plus grand que le seuil d'intégration.

NT : le nombre total d'échantillons dans la couche.

sA : le coefficient de dispersion nautique de secteur dans la couche.

Sv : l'index de réverbération de volume de la couche

C'est le paramètre (sA) qui sera analysé dans cette étude. C'est une grandeur indépendante de la vitesse de navire et du taux d'échantillonnage du sondeur. Une pondération par la distance traversée entre chaque tire est faite pour définir la section transversale d'agrégat balayée:

$$\sigma_{ag} = k \sum_N d \sum_n U^2$$

Avec :

U = amplitude de chaque échantillon intégré, en volts (référence = 1 volt).

d = la distance

Le logiciel Movies+ effectue l'échointégration sur des amplitudes absolues U qui sont livrés directement par le sondeur SIMRAD EK500.

Si nous considérons que:

$$d = S.T$$

Avec :

S = vitesse de bateau en mps.

T = durée des pings en secondes.

Alors nous finissons avec:

$$\sigma_{ag} = \frac{1}{\varepsilon} \sum_N S.T \sum_n U^2$$

Avec: ε = nombre d'échantillons par mètre

σ_{ag} ainsi calculé est donc mesuré en "mètre carré".

La relation suivante définit sA comme coefficient de dispersion nautique de secteur

$$s_A = 23270 \frac{\sigma_{ag}}{D_E} \text{ en m}^2/\text{mille nautique}^2$$

Avec : D_E = longueur de l'ESDU en mille nautique

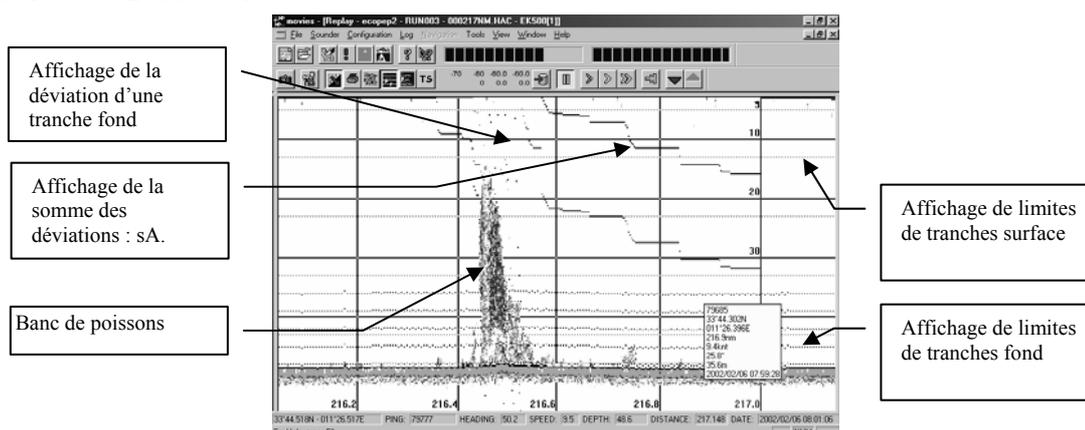


Figure 2 : Illustration de l'échointégration par couche

(c) Pré-traitement des données

Les valeurs brutes de sA ainsi livrées par le logiciel Movies+ vont subir un pré-traitement pour éliminer les sources d'erreur tel que les couche de plancton et les prises de fond. En effet, Movies+ prend parfois pour bancs de poissons des écho-traces de plancton suffisamment denses pour être échointégrés. Les corrections de fond se font manuellement (le logiciel le permet) ; les écho-traces de bancs qui étaient suffisamment denses pour qu'une partie soit confondue avec le fond marin. Le cas contraire peut aussi se présenter, où une partie du fond peut être intégrée avec un banc. On peut déceler ces phénomènes chaque fois qu'il y a une augmentation aberrante de l'énergie échointégrées sur la couche d'eau correspondante au fond.

(d) Traitement des données

Les valeurs de sA obtenues pour chaque mille nautique sur les radiales parcourues, vont servir pour une interpolation sur toutes les eaux tunisiennes. Un modèle de type « voisin naturel » est appliqué. Ces opérations sont exécutées par le logiciel SURFER.

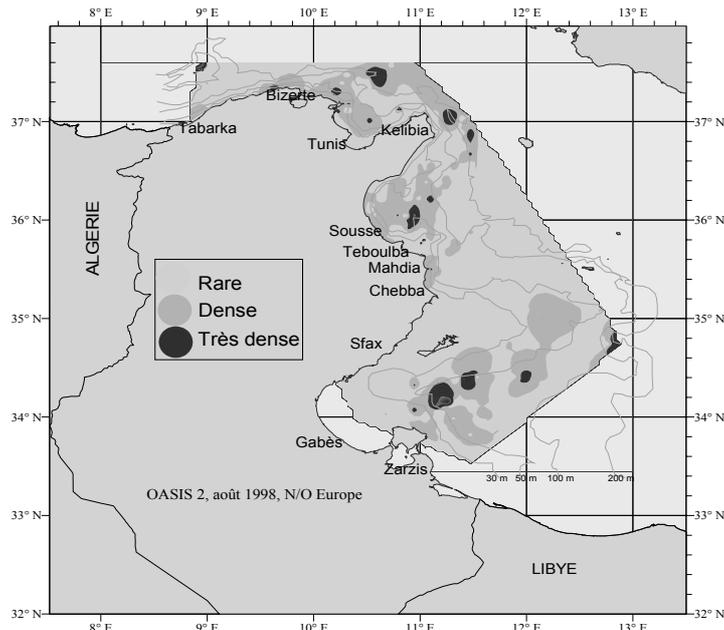
3. Résultats et discussion

3.1 Répartition géographique

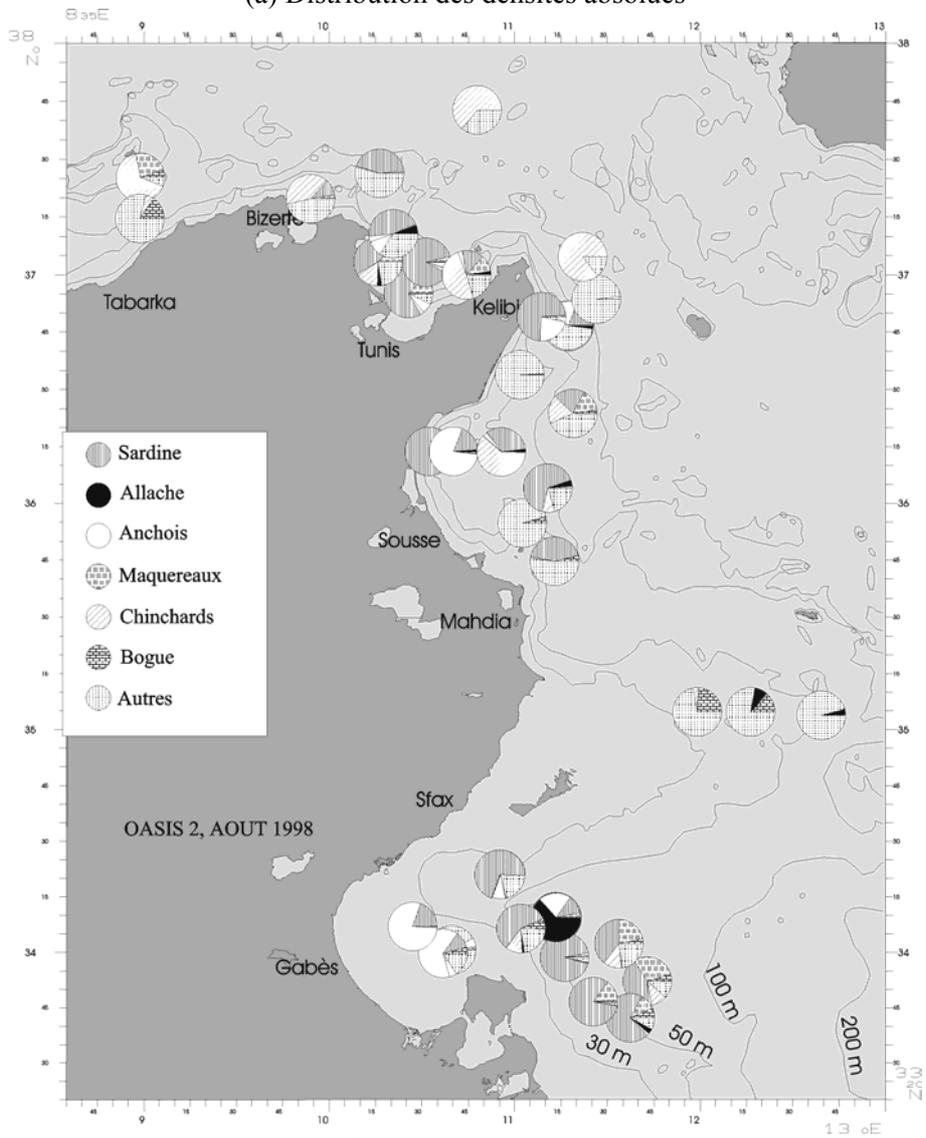
(a) Campagne OASIS 2 : Août 1998

Les densités les plus fortes sont rencontrées dans les golfes. La densité la plus faible est enregistrée dans la zone Nord (Figure. 3.a).

La sardine est la plus abondante dans la zone Sud. Elle est absente dans la zone Nord. La sardinelle est absente dans le golfe de Hammamet et est la moins abondante dans la zone Nord. La densité la plus importante des maquereaux est trouvée dans la zone Sud. Pour la bogue, la densité la plus importante est rencontrée dans la zone du Sahel. L'anchois est absent dans la zone Nord et il est plus abondant dans la zone Sud. Les chinchards sont plus abondants dans le golfe de Hammamet et moins abondants dans la zone Nord (Figure. 3.b).



(a) Distribution des densités absolues



(b) Composition des pêches expérimentales

Figure 3. Résultats de la campagne OASIS 2, août 1998.

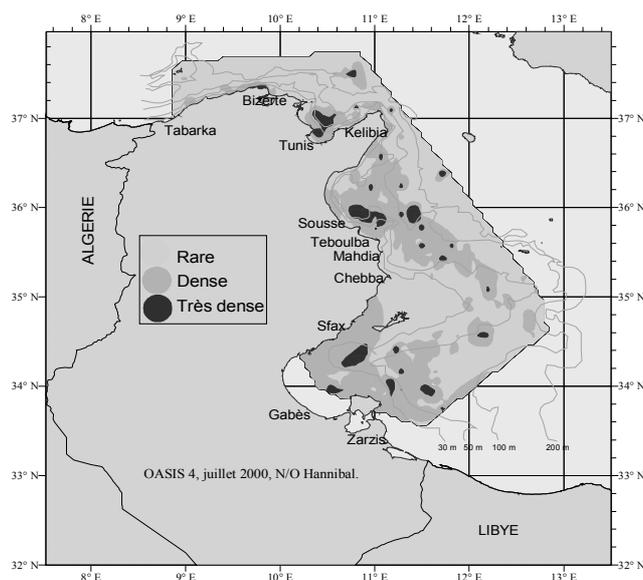
(b) Campagne OASIS 4 :juillet 2000

Cette campagne s'est déroulée en saison estivale comme celle de OASIS 2, cependant la distribution des densités est différente sauf pour la zone Nord. En effet, les franges denses ont augmenté de surface pour toute la partie Est (le golfe de Gabès, la zone du Sahel et le golfe de Hammamet). L'espace caractérisé par les fortes densités observées lors de la campagne OASIS 2 s'est déplacé par rapport à la campagne OASIS 4. On note toute fois l'apparition de plusieurs nouveaux petits noyaux pour la même zone Est (Figure. 4.a).

La variation des densités relatives entre les deux campagnes pour les différentes régions peut être attribuée à un recrutement et/ou un déplacement des stocks de l'une et/ou l'autre des espèces entre les zones adjacentes.

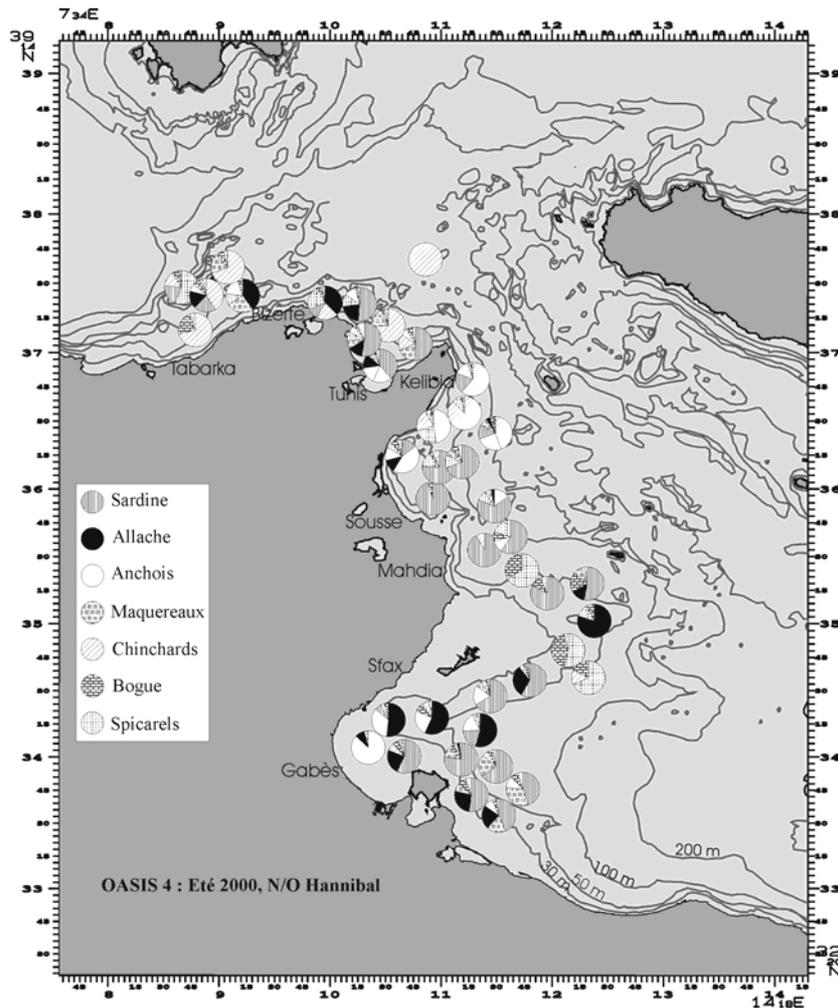
Pour la campagne OASIS 4, dans toutes les zones, si on exclut l'anchois pour la zone du Sahel, on constate que la totalité des espèces des petits pélagiques est représentée dans les captures des chalutages expérimentaux, mais avec des proportions variables d'une strate à l'autre (Figure. 4.b).

- Au fond du golfe de Gabès, les captures des chalutages expérimentaux sont composées principalement d'anchois et d'allache, la sardine domine dans le reste de la région Sud.
- Dans la frange de transition entre la zone Sud et la zone du Sahel, on trouve de la boguie, de l'allache, des picarels et des chinchards. Un peu plus au Nord les autres espèces réapparaissent, particulièrement la sardine.
- Dans le golfe de Hammamet la sardine est l'espèce la plus capturée pour des profondeurs supérieures à 50 m, elle est remplacée par l'anchois et les chinchards pour la partie restante du golfe.
- Dans le golfe de Tunis, les captures des pêches expérimentales sont composées essentiellement de sardine. L'allache n'est présente que pour des profondeurs inférieures à 50 m.
- Pour la zone Nord, les chinchards ont la part la plus élevée dans la quasi-totalité des traits de chalut, l'allache et la sardine sont présentes aux alentours de la Galite.



(a) Distribution des densités absolues

Figure 4. Résultats de la campagne OASIS 4, juillet 2000



(b) Composition des pêches expérimentales

Figure 4. Résultats de la campagne OASIS 4, juillet 2000

3.2 Biomasses exploitables

(a) Campagne OASIS 2 : Août 1998

Pour la campagne OASIS 2 (août 1998) le potentiel exploitable en petits pélagiques dans les eaux tunisiennes a été de l'ordre de 83.200 tonnes, l'espèce la plus représentée est la sardine (Tableau 2). Conformément aux densités, le golfe de Gabès abrite la majeure partie de la biomasse exploitable.

Pour la campagne OASIS 4 le potentiel exploitable a atteint 101.519 tonnes, soit une augmentation de l'ordre de 18% par rapport à l'année 1998, la sardine est également la plus représentée. Si on exclut l'allache, on peut conclure que l'augmentation a touché toutes les espèces avec des proportions variables. Les biomasses exploitables des petits pélagiques ont augmenté, dans les zones Nord (+609%), du Sahel (+72%) et Sud (27%), par contre elles ont diminué dans les golfes de Hammamet (-10%) et de Tunis (-18%) (Tableaux 2 et 3).

Les variations du potentiel exploitable par zone entre les deux campagnes ont les mêmes origines que les variations des densités relatives, ce qui est bien détaillées dans le paragraphe précédent.

Tableau 1. Potentiel exploitable (en tonnes) par espèce et par zone, campagne OASIS 2.

	Golfe de Gabès	Sahel	Golfe de Hammamet	Golfe de Tunis	Nord	TOTAL	%
Sardines	12.000	4.400	8.300	6.300		31.000	37
Allaches	12.250	3.500	0	2.850	100	18.700	22
Anchois	3500	30	950	270		4.750	6
Chinchards	1350	2.250	8.300	1.250	50	13.200	16
Maquereaux	3220	890	400	300	40	4.850	6
Bogue	5	4.075	2.970	595	55	7.700	9
Autres	1	900	950	1.000	150	3.000	4
Total	32.326	16.056	21.880	12.569	394	83.200	100
%	39	19	26	15	1	100	

(b) Campagne OASIS 4 : Juillet 2000

Tableau 2. Potentiel exploitable (en tonnes) par espèce et par zone, campagne OASIS 4.

	Golfe de Gabès	Sahel	Golfe de Hammamet	Golfe de Tunis	Nord	TOTAL	%
Sardine	19.118	11.153	5.801	1.764	238	38.074	38
Allache	6.752	3.530	1.563	571	187	12.602	12
Anchois	2.379	0	2.850	728	19	5.976	6
Chinchards	4.725	2.725	5.135	4.368	841	17.793	18
Maquereaux	4.060	223	1.937	671	806	7.697	8
Bogue	3.945	5.590	712	250	544	11.041	11
Autres	150	4.473	1.609	1.940	162	8.334	8
Total	41.128	27.695	19.607	10.293	2.795	101.519	100
%	41	27	19	10	3	100	

Pour l'année 2000, le potentiel exploitable le plus élevé (41%) est enregistré dans la région Sud, viennent ensuite respectivement les zones du Sahel, du golfe de Hammamet, du golfe de Tunis et Nord (Tableau 3). Au niveau spécifique, les clupéidés ont la part la plus importante du potentiel exploitable (50%). On remarque que pour les zones du golfe de Gabès, du Sahel et du golfe de Hammamet, les potentiels exploitables de la sardine et ceux de l'allache et de l'anchois ont évolué en sens inverses entre les deux campagnes. Dans une zone donnée une augmentation du potentiel de la sardine est accompagnée par une diminution des potentiels de l'allache et de l'anchois et inversement. Ceci, en dehors des erreurs qui peuvent être liées à l'échantillonnage, est probablement sous l'effet d'une variabilité du milieu entre les deux campagnes, car les périodes de reproduction et de recrutement et par suite de déplacement de l'allache et de l'anchois se couvrent et elles sont décalées par rapport à celles de la sardine.

L'effet de la variation des conditions du milieu sur la répartition des petits pélagiques dans les eaux tunisiennes, peut être appuyé par l'augmentation de la biomasse de la sardine et la raréfaction de l'allache dans le golfe de Gabès d'une année à l'autre. La sardine est probablement en train de remplacer l'allache dans le golfe de Gabès.

Des études poussées de la variation spatio-temporelle des conditions morphologiques et hydrographiques le long des côtes tunisiennes devraient être combinées avec des campagnes saisonnières de prospection et les statistiques des pêches professionnelles permettraient d'apporter des éléments de réponse à toutes les hypothèses.

4. Conclusion

Les densités des petits pélagiques dans les eaux tunisiennes sont variables d'une part entre les zones au cours des années de l'étude et d'autre part pour la même zone d'une espèce à l'autre : elles sont donc saisonnières. Cette saisonnalité peut être le résultat d'un et/ou de plusieurs facteurs. Dans la limite actuelle des connaissances, il est très difficile de définir avec certitude les causes de cette variabilité, car les pêcheries tunisiennes sont multispécifiques et les exigences écologiques sont différentes entre les espèces. En effet, la sardinelle et les chinchards sont des espèces à affinité intertropicale (Marchal, 1991) alors que la sardine et les maquereaux ont une affinité septentrionale (Nédélec, 1958 ; Belvèze, 1984). Aussi, en plus des fluctuations des conditions physico-chimiques et hydrographiques des eaux tunisiennes, la recherche des frayères peut également jouer un rôle dans cette variabilité. Les différentes espèces étudiées sont connues par leurs déplacements à la recherche des zones de reproduction (Fréon, 1988 ; Pauly, 1997). De ce fait, l'époque de recrutement de l'une des espèces se chevauche avec le départ de ses adultes et l'arrivée des adultes d'une autre espèce et pour une espèce donnée uniquement une fraction du stock migre.

Ce qui est sûr c'est la richesse des zones dont les profondeurs sont supérieures à 50 m, car pour les deux campagnes les densités les plus importantes sont enregistrées dans ces zones.

Avec un taux d'exploitation de l'ordre de 45% du potentiel disponible (Ben Abdallah *et al.*, 2000), les petits pélagiques constitueront sans aucun doute, les solutions de rechange et les créneaux de développement du secteur de la pêche en Tunisie. Cependant, un suivi régulier de ces ressources s'impose dans le but d'une exploitation rationnelle. A cet effet, une campagne annuelle de prospection acoustique est organisée régulièrement.

La méthode directe reste indispensable. Cependant, l'utilisation d'algorithmes plus performants (Marrakchi, 1999; Scalabrin, 1996) améliorera le pouvoir de discrimination entre les différentes espèces afin de mieux estimer leurs biomasses et délimiter leurs aires de répartition et de migration. Aussi, la prise en compte des facteurs du milieu permettra d'élucider les variations observées et faire des projections pour le futur.

5. Remerciements

Nous adressons nos vifs remerciements à :

M. Amor El Abed en tant qu'ex-directeur général et coordinateur de ce projet,
M. Othman Jarbouï en tant que directeur de Laboratoire,
Tous les membres du groupe de travail sur les petits pélagiques de l'INSTM,
L'équipage du N.O. « Hannibal »,

Pour la coordination et l'aide si précieuse pour la réalisation de ce travail.

6. Références

- Belvèze, H. (1984) Biologie et dynamique des populations de sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum) peuplant les côtes atlantiques marocaines et propositions pour un aménagement des pêcheries. Thèse de Doctorat d'État de l'Université de Bretagne Occidentale, Brest, France.
- Ben Abdallah, L., Ben Salem, S., Gaamour, A., El Abed, A. (2000) Estimation de la biomasse et distribution des petits pélagiques dans les eaux tunisiennes. Atelier national organisé par le gouvernement tunisien et JICA sur le développement durable de pêche en Tunisie. Mahdia, 23–25 octobre 2000.
- Cury, P. (1995) Comparison of the Ivoir-Ghanaian fishery with other exploited upwelling systems in the world. In: Dynamique et usage des ressources en sardinelles de l'upwelling côtier du Ghana et de la Côte d'Ivoire. Bard, F.X. et Koranteg, K.A. (eds.) *Colloques et Séminaires*, ORSTOM, Paris. 169–193 pp.
- Diner, N., Marchalot, C., Berger, L. (2001) L'échointégration par banc dans le logiciel Movies+. Document technique DITI/DSI/DTI/98-242, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, Paris.
- Fréon, P. (1988) Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation : analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *Collection Etudes et Thèses*. ORSTOM, Paris.
- Gascuel, D. (1995) Efforts et puissances de pêche : redéfinition des concepts et exemples d'application. Dans: Les recherches françaises en évaluation quantitative et modélisation des ressources et des systèmes halieutiques. Gascuel, D., Durand, J.L., Fonteneau, A. (eds.) *Colloques et Séminaires*, ORSTOM, Paris. 159–181 pp.
- MacLennan, D.N., and Simmonds, E.J. (1992) Fisheries acoustics. Fish and Fisheries Series 5, Chapman & Hall, London.
- Marchal, E. (1991) Nanisme et sédentarité chez certaines espèces de poissons pélagiques : deux aspects d'une même réponse à des conditions défavorables. Dans: Pêcheries ouest africaines. Variabilité, instabilité et changement. Cury, P., et Roy, C. (eds.) *Colloques et Séminaires*, ORSTOM, Paris, 201–207 pp.
- Marrakchi, O. (1999) Identification et caractérisation de textures d'images radar à synthèse d'ouverture par les classifieurs neuronaux. Thèse de Doctorat de l'École Nationale des Ingénieurs de Tunis, Tunis, Tunisie.
- Massé, J. (1996) L'échointégration en halieutique. *Oceanis*, 22(1):23-38 pp.
- Nédélec, C. (1958) Biologie et pêche du maquereau. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 22(2):121–133 pp.
- Pauly, D.P. (1997) Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Adaptation française, Moreau J. Cepadues, Toulouse : 288 pp.
- Scalabrin, C. (1997) Identification acoustique des espèces pélagiques à partir d'attributs caractéristiques des bancs de poissons mono-spécifiques. Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale, Brest, France.