

Synthèse bibliographique

Impact de l'environnement marin sur la dynamique des populations de sardinelles dans la zone nord-ouest africaine

Modou Thiaw^{1*}, Saliou Faye¹, Fambaye Ngom¹, Bassirou Diaw¹

¹ISRA/Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, BP 2241, Dakar, Sénégal

* *Corresponding author:*

Modou THIAW

ISRA/Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, BP 2241, Dakar, Sénégal

Email: modouth@hotmail.fr

Tel: (+221) 77 445-23-91

Télécopie: (+221) 33-832-82-62

Introduction

Les petits pélagiques sont des ressources halieutiques de première importance, fortement exploitées dans les trois pays de l'Afrique de l'Ouest : Sénégal, Mauritanie et Maroc. Au Sénégal, elles représentent environ 70% du potentiel halieutique (CRODT, 2009). Il s'agit d'espèces à vie courte, dont l'abondance et la production sont très variables d'une année à l'autre, en liaison notamment avec l'influence du climat sur leur recrutement. Cette instabilité semble être accentuée par l'accroissement incessant de la pression de pêche (Sharp et Csirke, 1983). L'intensification de l'effort de pêche est essentiellement due à l'exploitation intensive des petits pélagiques surtout par la pêche artisanale mais également par de grands navires étrangers qui opèrent dans le cadre d'accords bilatéraux.

Les espèces à vie courte sont caractérisées par leur très grande sensibilité à la variabilité spatio-temporelle de l'environnement (Dia et al. 1996 ; Agnew et al. 2000 ; Faure 2000), notamment aux fluctuations interannuelles de l'intensité des upwellings qui ont lieu au cœur des zones de reproduction (Jouffre et al. 2000). La dynamique saisonnière de l'intensité de l'upwelling montre que les aires et saisons de ponte et les zones de nurseries des espèces pélagiques côtières résultent d'une optimisation spatio-temporelle des processus d'enrichissement (Demarcq et Faure, 2000 ; Faure, 2000 ; Faure et al. 2000 ; Caverivière et al. 2002).

En Afrique de l'Ouest, l'influence de l'environnement sur les ressources halieutiques est de plus en plus observée au cours de ces dernières décennies. Les conditions hydroclimatiques ont fortement évolué, correspondant ainsi des changements climatiques très marquées dans la sous région. Les conséquences des changements climatiques sur le milieu marin se font déjà sentir ; le niveau de la mer s'est élevé, les courants marins se sont modifiés, les océans deviennent de plus en plus acides, les aires de répartition des espèces se sont fortement

réduites, etc. Ces modifications seraient à l'origine de la forte vulnérabilité observée des ressources pélagiques côtières, en particulier les sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella madarensis*). La compréhension des mécanismes hydroclimatiques qui déterminent la dynamique spatio-temporelle des sardinelles est d'un grand intérêt pour une gestion durable de ces ressources. L'analyse des effets des changements climatiques sur les ressources vivantes pourrait contribuer à l'amélioration des connaissances pour la mise en place d'un système de gestion rationnelle des stocks de sardinelles.

Au Sénégal, le niveau des débarquements de produits halieutiques qui varie de 400 000 à 430 000 tonnes par an, ne fait pas entrevoir de façon flagrante la situation critique dans laquelle se trouve la pêche au Sénégal. Toutefois ces débarquements, apparemment réguliers, masquent une situation alarmante qui est commune aux pêcheries tropicales multi-spécifiques soumises à un effort de pêche accru : au moins dix importantes espèces démersales sont surexploitées au Sénégal. Cette situation est masquée par le fait qu'au moment où l'effort de pêche s'intensifie sur les espèces menacées, le débarquement des prises accessoires augmente. Ainsi, ces espèces non ciblées au départ deviennent exploitées de façon intensive. Quand toutes les espèces importantes seront surexploitées, les débarquements dans leur totalité pourront chuter d'un coup et cela peut expliquer ce qui se passe au Sénégal quand les débarquements ont chuté de 430.000 tonnes en 2004 à 340.000 tonnes en 2006.

Cette observation est basée sur des données bien connues allant de 1980 à 2006 et qui, bien qu'étant généralement disponibles, ne sont pas bien comprises. Ces données peuvent être interprétées pour montrer que la situation de la pêche au Sénégal est pire que ce qui est généralement suggéré, en plus de la possibilité d'une menace beaucoup plus sérieuse que prévue sur la sécurité alimentaire si la baisse des captures observée depuis 2006 devrait se poursuivre.

Les abondances des petits pélagiques sont à la baisse constante et une hausse supplémentaire de l'effort de pêche pourrait conduire à une surexploitation. La surexploitation des sardinelles adultes, qui va s'ajouter à la surexploitation localisée des juvéniles par la pêche locale qu'il faut prendre, à bras le corps, pour assurer une pêche durable.

La présente activité de recherche a donc pour objectif d'analyser l'impact de l'environnement sur la dynamique des populations de sardinelles dans la zone nord ouest africaine. Pour cela, des données biologiques sur les sardinelles et des données sur l'environnement marin sont utilisées, en vue d'appliquer des méthodes relevant de la modélisation, en particulier les séries chronologiques, les corrélations statistiques, les modèles linéaires et non linéaires. Ces méthodes permettent d'explorer le rôle des fluctuations de l'environnement physico-chimique sur la variabilité saisonnière et interannuelle de l'abondance des populations de sardinelles.

Environnement, biologie, écologie et exploitation des sardinelles

Conditions physiques et hydroclimatiques du milieu

Topographie et bathymétrie du milieu physique

Le plateau sénégalais présente une façade maritime de 240 000 nautiques et est orienté Nord-Sud, entre les latitudes 12°20' et 16°03'N (Rébert, 1983). Il présente une superficie d'environ 28 700 km² répartis comme suit : 4 700 km² de fonds de 0 à 10 m, 14 200 km² de 10 à 50 m et 9 800 km² de fonds de 50 à 200 m (Chavance *et al.*, 2004). Sa géomorphologie est hétérogène. Sa largeur est très variable : au large de Saint-Louis (16°20'N), l'isobathe 200 m limitant le plateau, se situe à 27 miles ; à la hauteur du Cap-Vert (Dakar), le plateau se réduit fortement et l'isobathe 200 m ne se situe plus qu'à 5 miles de la côte et au sud du pays (12°45'N), le plateau est en revanche très large, l'isobathe 100 m atteint 54 miles. La presqu'île du Cap-Vert, située à la latitude 14°40'N, sépare donc le domaine maritime sénégalais en deux régions aux caractéristiques topographiques distinctes (Roy, 1989 ; Dème-Gning *et al.*, 1990).

Conditions climatiques

Au Sénégal, il existe deux principales saisons climatiques : la saison froide, de novembre à mai et la saison chaude et pluvieuse, de juillet à octobre. La saison froide correspond à la période des vents alizés, responsables de l'upwelling côtier avec une forte variabilité spatio-temporelle du signal thermique. La saison chaude est caractérisée par des amplitudes thermiques faibles (Dème-Gning *et al.*, 1990). Toutefois, des différences climatiques sont notées suivant les façades maritimes. La côte sud est caractérisée par des amplitudes thermiques peu marquées ; les températures sont élevées comparées au nord. On distingue bien les deux saisons froide et chaude. La saison des pluies est comprise entre les mois de juin et novembre. La côte sud présente des températures parfois élevées. La saison chaude est un peu plus longue et l'amplitude thermique est beaucoup plus forte avec une importante différenciation saisonnière (saison chaude très marquée). Le climat est pratiquement chaud et humide presque toute l'année.

Ainsi, on peut distinguer suivant la température de l'eau, deux saisons séparées par deux périodes de transition où la température de l'eau change très rapidement. La température et les précipitations n'ont pas une influence directe sur les activités de pêche. Par contre, le régime saisonnier des vents régit dans une certaine mesure, la possibilité de chalutage et de sortie en mer des piroguiers.

Conditions hydrologiques et océanographiques

L'hydrologie du plateau continental sénégalais a été décrite par Rossignol et Abousouan (1965) et Rossignol (1973), par la suite une synthèse a été faite par Lhomme (1981) dont l'essentiel est ainsi résumé:

La circulation générale des courants dans la région ouest africaine est aujourd'hui assez bien connue (Domain, 1980). Les eaux de surface sont sous influence de deux principaux courants océaniques dont les effets sur le plateau continental sont variables. De janvier à avril, les vents alizés donnent naissance à un phénomène d'upwelling qui s'accompagne d'une remontée

d'eaux profondes riches en sels nutritifs, froides (16 à 18°C) et salées. Ensuite en mai-juin, les vents alizés et l'upwelling diminuent. Les mois de juillet et août correspondent à l'extension maximale des eaux tropicales chaudes (28°C) et salées venant du nord. Puis de septembre à novembre, se produit une invasion d'eaux libériennes chaudes et dessalées venant du sud. Et enfin en novembre-décembre, les vents alizés reprennent d'abord dans le nord et les upwellings repoussent vers le large, les eaux libériennes.

La rétention côtière est également un processus local lié à la topographie du plateau continental ouest africain. Elle est directement induite par la topographie au niveau du Banc d'Arguin alors qu'au niveau de la Petite Côte du Sénégal, c'est un processus saisonnier lié à l'upwelling (Demarcq et Faure, 2000). D'après Demarcq et Faure (2000), ces zones de forte rétention côtière correspondraient à des régions potentielles de nurseries et de fort recrutement de poulpes.

Une forte productivité est constatée particulièrement dans les milieux estuariens. On rencontre le long des estuaires, à l'exception du fleuve Saint-Louis, des mangroves à Rhizophora qui présentent une importance halieutique et écologique bien reconnue. La mangrove remplit dans l'écosystème estuarien plusieurs fonctions, de rétention de sédiments, de refuge aux alevins de sardinelles et aux larves de crevettes, d'atténuation des crues, de nurseries et de stabilisation du littoral (Thiaw, 2005).

Bioécologie des sardinelles

Reproduction

L'essentiel des informations sur la reproduction des sardinelles sont tirées de Boele et al. (1982) et de Goudiaby et al. (2010).

- **Sex-ratio**

Chez les sardinelles, le sex-ratio, pour toutes tailles et années confondues, est en faveur des femelles. Il est de 0,98 pour *S. aurita* et 0,78 pour *S. maderensis* (Goudiaby et al. 2010). Des variations saisonnières assez importantes du sex-ratio sont notées chez les deux espèces mais apparaissent plus prononcées chez *S. maderensis* (Goudiaby et al. 2010).

Tableau 1 : Sex-ratios de *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis* tirés de la littérature

Espèces	Sex-ratio	Lieu	Source
<i>Sardinella aurita</i>	0,98	Sénégal	Goudiaby et al. (2010)
	1,20		Camarena-Luhrs (1986)
	1,56	Mauritanie	Lawal et Mylnikov (1988)
<i>Sardinella maderensis</i>	0,78	Sénégal	Goudiaby et al. (2010)
	1.00		Boely et al. (1982)
	1,48	Mauritanie	Lawal et Mylnikov (1988)

- **Taille de première maturité sexuelle**

Les tailles moyennes annuelles de première maturité sexuelle déterminées à partir de l'ensemble des individus échantillonnés sont de 260,73 mm et de 233, 90 mm LT chez *S. aurita* et de 236,83 mm et 250,87 mm chez *S. maderensis* respectivement pour les femelles et les mâles (Diouf et al. 2010).

Tableau 2: Tailles de première maturité annuelles moyennes de *Sardinella aurita* et de *Sardinella maderensis* le long du littoral sénégalais.

Lieux	Sexe	L ₅₀ (cm)		Age	Auteurs
		LF	LT		
Sénégal	F	20	23	1	Conand (1977b)
Sénégal	F	18.5	21.5	1	Boëly (1982)
Sénégal	F	18	21	1	Camarena Luhrs (1986)
Sénégal	F	20	23.6	1	Diouf <i>et al.</i> (2010)
	M	21	25	1	
Sénégal	F	22.5	26	1	Samba (2011)
	M	18	21	1	
Mauritanie	F	21	26	1	Cheibany (1990)
Mauritanie	M	20	23	1	Chavance <i>et al.</i> (1991)
Mauritanie	F	29	34	2	Wague et Mbodji (2002)
	M	29	34	2	
Mauritanie	F	17	20	1	Pascual-Alayón <i>et al.</i> (2008)
	M	19	22	1	

- **Périodes de reproduction**

Dans la région sénégal-mauritanienne, *Sardinella aurita* se reproduit toute l'année avec un maximum de juin à septembre. La ponte n'est pas uniforme dans l'ensemble de la zone et un foyer de reproduction maximale se déplace du sud au nord, de la Gambie en mai au Cap Blanc (21° N) en août. En un même lieu, il peut y avoir des alternances d'activité sexuelle et de repos.

Une reproduction étalée sur toute l'année est mise en évidence chez les deux espèces de sardinelles avec des pics en avril, mai et juin (Goudiaby et al. 2010). On rencontre une proportion variable de femelles et de mâles matures de *S. aurita* et *S. maderensis* pratiquement toute l'année, exception faite du mois de septembre, où la proportion de mâles de *S. maderensis* est faible (Goudiaby et al. 2010). Ceci laisse supposer une reproduction quasi continue des deux espèces avec des variations saisonnières remarquables. Boely (1980) démontre aussi la présence de femelles matures pendant toute l'année ainsi que de larves de *S. aurita* dans le plancton.

Croissance

La longévité de la sardinelle ronde est de 5 ans. La longévité des femelles est identique à celle des mâles (Bouaziz et al.). La croissance linéaire est en faveur des femelles à partir de l'âge de 2 ans.

- **Relation taille-poids**

Chez *S. aurita*, le paramètre a de la relation taille-poids calculé par Goudiaby et al. (2010) est inférieur à ceux obtenus lors des travaux antérieurs, exception faite de celui rapporté par (Boely et Fréon, 1979). Par contre, le paramètre b trouvé est comparable à celui des travaux qui ont été menés au Sénégal et en Mauritanie. Chez *S. maderensis*, les paramètres a et b obtenus par Goudiaby et al. (2010) sont inférieurs à ceux des travaux antérieurs.

Tableau 2 : Paramètres de la relation taille-poids tirés de la littérature

Espèce	Lieu	Type de longueur	Tailles (mm)	a	b	Source
	Sénégal	LT	77-400	0,000038	3,162	Goudiaby et al. (2010)
		LF	40-50	0,006392	3,274	Fréon (1988)
			50-320	0,0061104	3,290	Camarena (1986)
		-	-	0,00000185	3,388	Boely et Fréon (1979)
	Mauritanie	LT	220-370	0,0024471	3,375	Holzlohner et al. (1983)
		LF	150-320	0,00794	3,227	Lawal et Mylnikov (1988)
		LF	50-290	0,0098535	3,167	Camarena (1988)
			40-290	0,01304	3,142	Fréon 1988
			40-290	0,01034	3,142	FAO (1979)
		LT	46-380	0,0000117	2,292	Goudiaby et al. (2010)
	Cap-Vert	LF	70-290	0,0229297	2,778	FAO (1987)
	Gambie	LT	88-167	0,0000697	3,149	Écoutin et al. (2005)
	Mauritanie	LF	80-300	0,0098	3,169	Lawal et Mylnikov (1988)

- **Facteur de condition**

Les deux espèces présentent les valeurs les plus basses du facteur de condition durant la saison chaude (février à avril) et des valeurs maximales durant les saisons froides (Fontana et Pianet, 1973). Les mêmes observations ont été faites sur les côtes ouest africaines par Cury et Fontana (1988). Ces auteurs ont obtenu des valeurs fortes durant la saison froide (janvier à juin) et faibles le reste de l'année. Ces périodes froides correspondent à la présence d'eaux

riches en éléments nutritifs et en plancton, il semble logique d'admettre que l'abondance de nourriture durant ces périodes conditionne la prise de poids des individus.

Les facteurs de condition varient d'une année à une autre, en relation avec les conditions environnementales. Les variations saisonnières du facteur de condition et des teneurs en matières grasses sont similaires pour les deux espèces dont les teneurs en graisse augmentent durant les périodes d'upwelling (Cury et Fontana, 1988). Ces auteurs ont également démontré que l'embonpoint des sardinelles est maximal lorsque l'upwelling de l'année est le plus intense, ce qui corrobore l'hypothèse d'une action du climat, par l'intermédiaire de l'abondance de nourriture, sur le facteur de condition.

Répartition géographique

L'espèce est présente dans l'océan Atlantique et ses affluents, plus particulièrement sur la côte ouest africaine (Figure 1), de la Mauritanie à l'Angola (Lhomme, 1981).

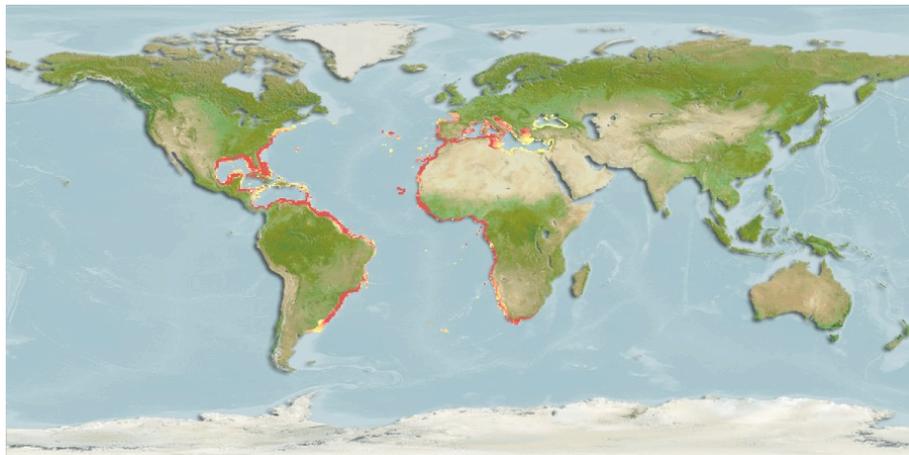


Figure 1. Répartition géographique de la sardinelle ronde à travers le monde (FAO, 2010)

Migrations

Les adultes se déplacent parallèlement aux côtes, recherchant préférentiellement les zones de convergence situées à proximité des remontées d'eaux froides. Dans leur majorité, ils suivent le cycle migratoire suivant : phase de dispersion d'octobre à janvier dans la partie nord de la zone (Mauritanie), descente rapide vers le sud en janvier-février, concentration de pré-ponte en mars-avril dans la partie sud de la région (sud Sénégal) et montée vers le nord de mai à juillet tout en se reproduisant.

Les sardinelles rondes du plateau continental sénégal-mauritanien constituent une population unique. Les adultes accomplissent un cycle migratoire annuel entre 11° et 25° N. Ils se reproduisent principalement pendant leur trajet vers le nord, tout le long de la côte. Les larves issues de leur ponte alimentent le recrutement de deux nourriceries situées l'une du Cap-Vert à la Gambie, l'autre dans la région du Banc d'Arguin et du Cap-Timiris où ils restent jusqu'à une taille comprise entre 20 et 25 cm LF. Les juvéniles se développent dans ces nourriceries, s'y reproduisent une première fois et rejoignent ensuite la fraction adulte de la population.

Conditions climatiques favorables au développement des sardinelles

Des études ont été réalisées par différents auteurs sur la relation entre les fluctuations environnementales et l'abondance des ressources pélagiques en Afrique de l'ouest (e.g. Fonteneau, 1991, 1993; Cury et Roy, 1987, 1988, 1991; Kifani et Gohin, 1991; Belveze, 1991; Roy et Oudot, 1991); on note tant à l'échelle inter qu'intra-régionale une variabilité spatio-temporelle du potentiel de production. Il ressort que pour la plupart de ces travaux, la variabilité de l'abondance locale des ressources constatée est liée à celle de leur environnement, sans tenir compte des variations de l'intégralité du stock (i.e. étude dans un cadre nationale) (Samb et Pauly, 2001). Le refroidissement observé en début d'année est favorable à une abondance des ressources, en effet la remontée des eaux froides (upwelling) est accompagnée de substances nutritives qui favorisent le développement du phytoplancton formant la base de la chaîne alimentaire.

Les ressources en poissons pélagiques semblent augmenter pendant la saison froide, où l'on observe une remontée d'eau froide riche en substances nutritives due à l'upwelling qui induit une turbulence et une baisse de la température en surface (Diatta et al. 2010). L'augmentation des captures survient dans un contexte de refroidissement de la mer le long du littoral au cours de la période d'upwelling (Diatta et al. 2010). Les ressources pélagiques, particulièrement sensibles aux conditions environnementales, sont soumises à l'influence hydrologique de la façade maritime sénégalaise qui est marquée par une variabilité spatio-temporelle (Fréon, 1991; Cury et Roy, 1987). L'abondance des poissons pélagiques résulte notamment de la variabilité spatio-temporelle de l'environnement (Bakun, 1996; Fréon et Mendoza, 2003).

L'analyse structurale de facteurs physiques indique la présence d'un upwelling sur le littoral sénégalais en saison froide (Rebert, 1983). La température pendant cette période est fortement corrélée à une résurgence d'eau froide profonde très riche en sels nutritifs dans les couches superficielles (Bakun, 1996). Ce phénomène actionné par le vent induit une augmentation de l'abondance de la biomasse phyto et zooplanctonique à la base de la chaîne alimentaire. C'est pendant cette période que les quantités de poissons pélagiques côtiers débarqués semblent être les plus importantes. Ces facteurs physiques varient toujours inversement à la température (Dème-Gningue et al. 1990). Le réchauffement des eaux de surface est principalement déterminé par le rayonnement solaire, en retour le refroidissement par l'atmosphère va quant à lui dépendre de la force et la direction des vents (dans notre cas des Alizés) (Touré, 1983). C'est ainsi que la direction des vents parfois de forte intensité de novembre à mai (Alizées), plus irréguliers de juin à octobre (Harmattan) explique l'allure des courbes de températures sur l'ensemble des stations étudiées. Les températures les plus faibles sont observées de novembre à mai (saison froide) et les plus fortes de juin à octobre (saison chaude). L'analyse de ces paramètres et de la biomasse phytoplanctonique montre que notre écosystème marin est caractérisé par des variations spatio-temporelles assez marquées (Dème-Gningue et al. 1990).

L'augmentation saisonnière des captures pourrait être associée au phénomène d'upwelling. Cette synchronie a été constatée le long du littoral sénégalais et plus généralement dans l'atlantique nord tropical oriental (Diouf, 1980). Cela démontre que l'upwelling est un facteur explicatif des fluctuations annuelles des captures, jouant sur l'accessibilité de la ressource par la flottille artisanale (Stretta, 1988). Les captures les plus importantes ont été obtenues à des

températures supérieures ou égales à 22°C. Le caractère migratoire des espèces pélagiques est lié à l'environnement et aux caractéristiques biologiques et écologiques des espèces. Les migrations sont liées soit à l'alimentation soit à la reproduction (Fonteneau, 1991). L'écosystème avec ses interactions multiples est d'une complexité telle qu'il est souvent difficile de maîtriser les causes exactes des variations d'abondances des ressources pélagiques. Pour mieux gérer ces stocks, et comprendre leur dynamique, il est impératif d'approfondir nos connaissances sur l'écologie des espèces pélagiques exploitées.

Exploitation des stocks de sardinelles

Parmi les nombreuses espèces de poissons pêchées au Sénégal, les petits pélagiques occupent une place particulièrement importante. Les petits pélagiques comprennent les sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*), les maquereaux (*Scomber scombrus*), les anchois (*Engaulis encrasicolus*), les bogues, les chinchards (*Trachurus sp.*) et les sardines (*Sardina pilchardus*). La moyenne des captures de *Sardinella spp.*, entre 2002 et 2006 a été estimée à 284 000 tonnes (FAO, 2007). Ces espèces sont exploitées par les pêcheries industrielle et artisanale. Parmi ces poissons pélagiques, les deux espèces de sardinelles, *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis* occupent une place très importante. Ces deux espèces sont très largement répandues le long des côtes ouest-africaines où elles effectuent des migrations de grande amplitude entre le Maroc et le sud du Sénégal (Boely, 1980).

Identité du stock

En l'absence d'étude récente sur l'identité du stock de sardinelles, le Groupe de travail a maintenu l'hypothèse d'un stock unique pour chacune des deux espèces de sardinelles dans la région. Le rapport du Groupe de travail de la FAO (FAO, 2001) fournit des informations plus détaillées sur l'identité du stock.

Pêcheries

Les captures les plus importantes de *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis* dans la région ouest africaine sont réalisées en Mauritanie et au Sénégal. Les deux espèces sont ciblées par la pêche industrielle en Mauritanie (flottille de l'Union européenne et autres flottilles industrielles) et par la pêche artisanale au Sénégal (sennes tournantes et filets maillants encerclant). Le Groupe de travail de la FAO a décidé de séparer les captures de la flottille industrielle étrangère opérant dans les eaux mauritaniennes entre celles des navires battant pavillon de l'UE (Pays-Bas, France, Royaume-Uni et Allemagne) et les autres.

Dans la région, les sardinelles sont capturées par trois types de sennes tournantes : celles de type sénégalais pour pirogues (d'une longueur supérieure à 14 mètres), celles de type norvégien (de 23 à 54 mètres de long) et celles de type portugais (de 21 mètres de long). En Mauritanie, la saison de pêche des sardinelles dure de juin à octobre alors que les pêcheries artisanales du Sénégal et de Gambie pêchent toute l'année.

Captures totales

Malgré les fortes fluctuations que l'on peut observer dans les captures de *S. aurita* dans la région, on remarque une tendance significativement orientée à la hausse au cours des deux

dernières années, avec le niveau le plus haut de capture de la série obtenu en 2008 (près de 563 000 tonnes). La Mauritanie a communiqué une augmentation d'environ 101 % soit 254 000 tonnes de ses captures de sardinelle ronde entre 2006 et 2007. Le niveau de captures très élevé observé en 2007 en Mauritanie a légèrement baissé à environ 250 000 tonnes en 2008. Au Sénégal, on a observé près de 44 % de hausse avec des captures qui sont passées de 188 000 tonnes en 2007 à près de 270 000 tonnes en 2008. La capture totale moyenne des cinq dernières années dans la région s'élève à environ 410 000 tonnes.

L'évolution des débarquements de la pêche artisanale est marquée par des débarquements importants en 2008 qui sont dus à des captures élevées de sardinelle ronde débarquées à Saint-Louis par la pêche artisanale sénégalaise. Les prises sont passées de 54 000 tonnes en 2007 à 111 600 tonnes en 2008. Ce volume des débarquements en sardinelle ronde est sans précédent dans la série.

Contrairement à la sardinelle ronde, la capture totale annuelle de *S. maderensis* a baissé pendant quatre années consécutives, pour passer de 191 000 tonnes en 2003 à 115 000 tonnes en 2006. Avant que ne commence cette tendance orientée à la baisse, les captures de sardinelle plate augmentaient. Au cours des quatre dernières années (2004-2008), les captures ont fluctué autour d'une moyenne annuelle de 127 000 tonnes et restent assez stables.

Au Maroc, environ 45 000 tonnes de sardinelles ont été débarquées en 2008 par la flottille mixte composée en plus des senneurs côtiers traditionnels, de senneurs réfrigérés, de chalutiers pélagiques congélateurs affrétés par des opérateurs marocains et de chalutiers pélagiques russes et de l'UE.

Les statistiques du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye (CRODT) démontrent que *S. aurita* et *S. maderensis* peuvent constituer jusqu'à 78% des prises de la pêche industrielle. Les mêmes statistiques recueillies de 2001 à 2005 révèlent que les espèces pélagiques représentent en moyenne 85% des captures de la pêche artisanale sénégalaise avec une prédominance de *S. aurita* (34%) et de *S. maderensis* (33%).

Effort

Au nord du Cap Blanc, l'effort de la flottille d'Europe de l'Est (Fédération de Russie, Ukraine et autres) a baissé de 25 % entre 2007 et 2008.

En Mauritanie, l'effort de la flottille néerlandaise ciblant les sardinelles montre une certaine stabilité depuis 2006. En revanche, l'effort de la flottille d'Europe de l'Est capturant aussi les sardinelles a chuté de 15 % entre 2007 et 2008.

Au Sénégal, l'effort de la pêcherie artisanale ciblant *Sardinella* spp. a chuté de 16 % pour passer de 82 011 sorties en 2007 à 69 142 sorties en 2008. L'effort de pêche total de la pêche industrielle s'est accru en 2008 pour passer de 59 à 204 jours de mer et 427 sorties ont été effectuées cette année-là même.

Développements récents

La convention en matière de pêche et d'aquaculture signée depuis février 2001 entre la Mauritanie et le Sénégal, qui a autorisé l'octroi des licences de pêche à plus de 270 embarcations, a fait l'objet d'une révision en mars 2008. Il y est stipulé que les pirogues

sénégalaises doivent débarquer 15 % de leurs captures et non plus 25 % comme précédemment. La flottille artisanale sénégalaise opérant dans la partie sud de la Mauritanie débarque ses prises à Saint-Louis depuis 2006.

L'activité de la pêche ciblant la sardinelle ronde est réalisée par les senneurs (pirogues et bateaux) étrangers et nationaux basés à Nouadhibou et à Nouakchott. Ces petits senneurs jouent un rôle primordial dans l'approvisionnement du marché local en poissons frais. En 2008, une augmentation des captures de sardinelle ronde a été observée. L'usine SEPH-SA installée à Nouadhibou est la plus grande société en matière de traitement et d'élaboration de produits pélagiques. D'autres usines installées à Nouadhibou transforment des produits pélagiques en farine et sont orientées vers l'exportation.

Au Sénégal, la pêche artisanale qui était fortement concentrée au sud de Dakar (Petite Côte), notamment à Mbour, Joal et Djiffer, s'étend de plus en plus dans la partie nord du pays. Différentes explications seraient à l'origine de la hausse des débarquements de sardinelle ronde à Saint-Louis :

- la sardinelle ronde est plus prisée sur le marché et sa valeur marchande est plus grande par rapport à celle de la sardinelle plate. La capture serait effectuée dans la ZEE mauritanienne dans le cadre des accords de pêche entre le Sénégal et la Mauritanie.
- Le nombre de pirogues autorisées à pêcher a augmenté de 270 en 2001 à 300 en 2008 et la durée des licences accordées est passée de 6 mois à 12 mois. Durant la saison pluvieuse au Sénégal, alors que les poissons se font rares, la forte demande stimule l'offre et la possibilité de pêcher en Mauritanie se traduit par des débarquements plus importants, notamment de sardinelles, pour approvisionner le marché.
- Dans les sites de débarquements en Mauritanie, les mesures de régulation portant sur la limitation des prises (une à deux tonnes) et du nombre de sorties (de 1/2 à 1/3 jours par pirogue) en fonction du marché font que certains pêcheurs écoulent la production à Saint-Louis où n'existent pas de telles mesures contraignantes.
- En l'absence de navires étrangers, la flottille industrielle est composée de petits senneurs locaux de faible tonnage appelés communément « sardiniens dakarois ». Cette flottille industrielle a quasiment disparu et ne comptait plus que deux petites unités en 2007.

Jusqu'à récemment, les pêcheries de petits pélagiques en Gambie ciblaient principalement *Ethmalosa fimbriata*. Ces deux dernières années, le pays a assisté à un développement significatif du segment de la pêche à la senne tournante qui a eu comme conséquence une forte augmentation des captures et de la commercialisation des deux espèces de sardinelle.

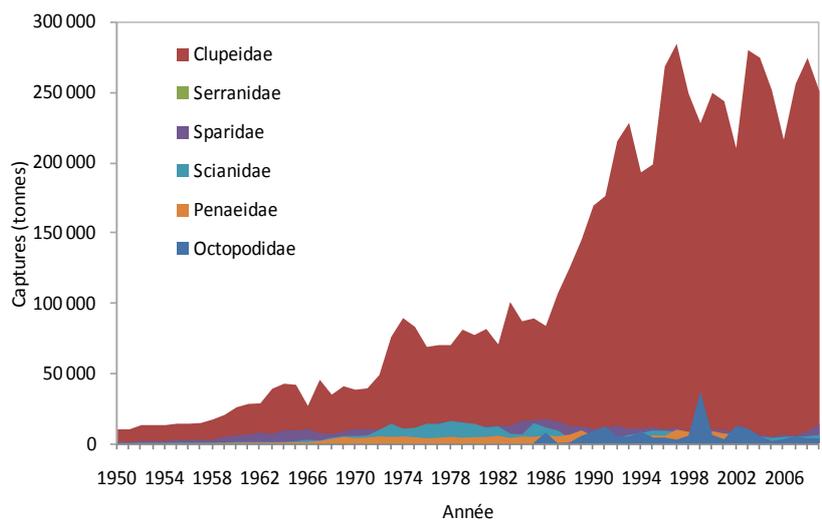


Figure 1. Evolution des captures des principaux groupes d'espèces exploitées au Sénégal (FAO, 2012)

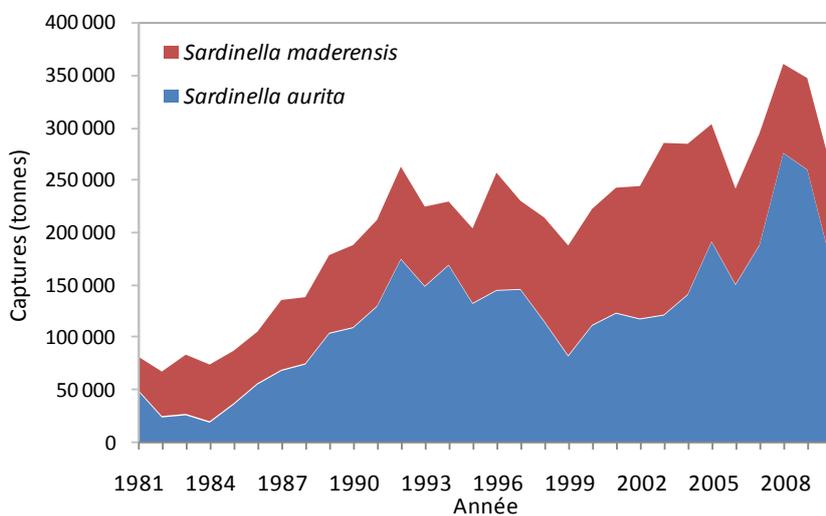


Figure 2. Evolution des captures des deux espèces de sardinelles de 1981 à 2009 (source : CRODT)

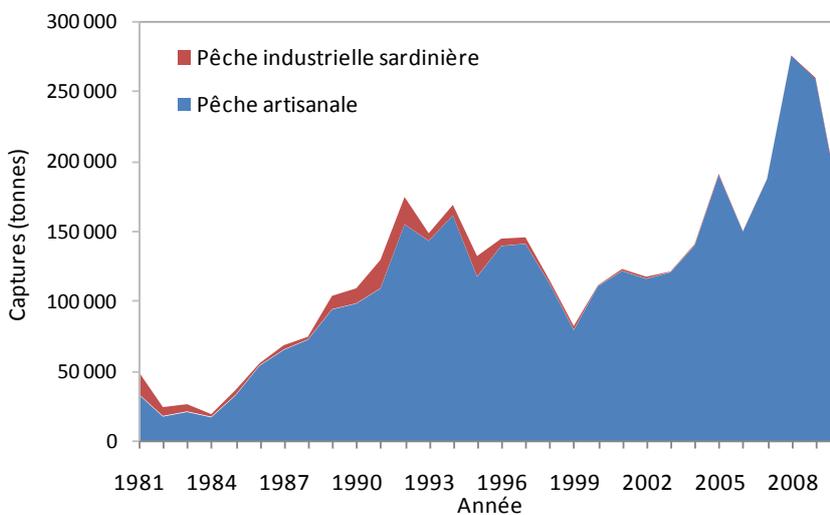


Figure 2. Evolution des captures de *S. aurita* réalisées par la pêche artisanale et la pêche industrielle sardinière de 1981 à 2009 (source : CRODT, 2012)

Evolution de la composition spécifique du peuplement marin

Les changements globaux constituent la résultante d'une démographie et d'une industrialisation croissantes ainsi que d'une activité humaine en expansion économique dont les besoins en ressources renouvelables (pêche) ne cessent de s'accroître.

Les informations fournies ici à titre d'illustration, sont essentiellement tirées des résultats du projet SIAP (Chavance et al. 2004) et de la littérature.

Les résultats de plusieurs approches complémentaires contribuent à améliorer notre appréciation de l'impact de la pêche sur les différents niveaux fonctionnels du milieu marin vivant que sont respectivement les stocks (mono-spécifiques), les peuplements (plurispécifiques) et les écosystèmes.

L'état des principaux stocks mono-spécifiques qui sous-tendent les pêcheries démersales du Sénégal et de la Guinée est analysé en recourant aux meilleures données disponibles (Chavance et al. 2004). Barry et al. (2004) étudient au Sénégal, les cinq principales espèces démersales exploitées (thiof, pageot, pagre, petit capitaine et rouget) et Sidibé et al. (2004), quant à eux, font le point sur les principales espèces de la communauté littorale en Guinée (le bobo, le petit capitaine, le bar nanka, le bar sénégalais). Pour le Sénégal, un indice synthétique d'abondance est fourni pour ces principales espèces depuis les années 1970 par Laurans et al. (2004). Au terme de leurs études, ces auteurs font le constat que ces espèces sont pleinement exploitées, voire surexploitées. Ainsi, ils montrent que, depuis plus d'une décennie, les biomasses des ressources halieutiques ont diminué de façon drastique, de 50 à 90% selon les espèces et certaines d'entre elles, très sollicitées, à l'instar du thiof et du pageot au Sénégal, sont proches du seuil de précaution habituellement considéré comme limite inférieure de la biomasse à ne pas dépasser.

Dans leur étude, Garibaldi et Grainger (2004) concluent que la zone statistique FAO 34 est passée en cinquante années d'une situation où 90% des stocks étaient dans un stade de pêcheries sous-développées à une situation où 68% sont matures ou en déclin. Beaucoup de travaux indiquent que les niveaux actuels des captures sont sensiblement inférieurs aux potentiels de production du fait d'un effort de pêche excessif (Chavance et al., 2004).

En général, ce sont les espèces les plus exploitées qui ont le plus diminué en abondance, en particulier celles dont les niveaux trophiques sont les plus élevés. Ainsi, l'évolution du niveau trophique des captures est utilisée pour mettre en évidence les bouleversements dans la composition spécifique d'un écosystème donné (Pauly et al. 2002, 2005). Actuellement, une baisse globale du niveau trophique moyen des écosystèmes marins d'environ 0.03 à 0.1 par décennie a été mise en évidence au niveau mondial, faisant passer le niveau trophique mondial moyen des prises de 3.6 à 3.3 entre 1970 et 2000 (Pauly et al., 1998, 2000, 2001, 2003). En Afrique de l'Ouest, Gascuel et al. (2004) notent dans leur synthèse une diminution des espèces prédatrices et une augmentation des espèces à bas niveau trophique. Les données tirées du site de la FAO montrent le même phénomène (Figure 1.27). Sidibé et al. (2004) en Guinée et Laurans et al. (2004) au Sénégal, confirment que la baisse des captures semble plus forte pour les classes trophiques les plus élevées. Cette diminution du niveau trophique des captures est un processus majeur pouvant affecter le fonctionnement des écosystèmes marins (Pauly et al., 2002).

Cette baisse du niveau trophique est le reflet d'une transition dans les débarquements ; des espèces à longue durée de vie dont les niveaux trophiques sont élevés vers des espèces à courte durée de vie dont les niveaux trophiques sont faibles (Mollusques, crustacés et petits poissons pélagiques) (Pauly et al., 1998). Ainsi en Afrique de l'Ouest, il existe quelques cas de changements notables survenus au sein des ressources démersales (Caverivière, 2004 ; Koranteng et Pauly, 2004). Ces changements portent soit sur la quasi-disparition des captures de certaines espèces déjà fortement surexploitées (thiof, pageot, etc.) et, bien au contraire, l'augmentation subite de certaines espèces auparavant peu concernées par l'exploitation (baliste, poulpe, crevettes, etc.).

Les causes plausibles de ces changements sont discutées par beaucoup d'auteurs dans la littérature. Les changements survenus s'inscrivent tous dans le même schéma de simplification des chaînes trophiques avec diminution de l'abondance des prédateurs et émergence d'espèces invasives à vie courte qui subissaient auparavant la pression directe ou indirecte de ces prédateurs. Au Sénégal, la production démersale est passée de 30 000 tonnes au début des années 1970 à près de 100 000 tonnes en 2000 (Laurans et al., 2002). Au cours de ces trois dernières décennies, 43 à 88% de la biomasse des principales espèces exploitées aurait « disparu » comparativement à la situation vierge (Laurans et al., 2002). Les effets de l'environnement climatique et de la surpêche, en fragilisant les écosystèmes, rendent les espèces plus sensibles aux changements de l'environnement. Même si des effets environnementaux sont possibles, il ne fait aucun doute que ces diminutions sont essentiellement liées à l'accroissement de la pression de pêche.

Plusieurs réactions en cascades, attribuées au retrait des espèces prédatrices qui induit un relâchement de la prédation sur les espèces herbivores (contrôle top-down), ont déjà été observées au niveau mondial (Cury et al. 2005 ; Franck et al. 2005) donnant lieu à de nouveaux changements dans la composition des espèces et accélérant le processus de baisse des prédateurs par un renforcement positif (feed-back positif) lié à l'augmentation de la prédation des premiers stades de vie des prédateurs par leur proie (cultivation effect, Walters et al. 2001). Ces changements, conséquence directe ou indirecte de la baisse de la prédation, sont caractérisés par une augmentation de l'abondance des espèces à bas niveau trophique mais aussi par une augmentation des espèces à fort turn-over (i.e. à fort taux de renouvellement des individus) mais dont les niveaux trophiques peuvent être élevés. C'est le cas pour les méduses et poulpes en Afrique du Nord et de l'Ouest, ou les calmars géants dans les écosystèmes d'upwelling d'Amérique du sud (Cury, 2003).

Les principaux stocks exploités présentent des niveaux d'exploitation différents en Afrique de l'Ouest, en particulier au Sénégal. Les ressources démersales côtières (dorades, thiof, rouget, crevette blanche, céphalopodes, capitaines) montrent depuis quelques années des signes de surexploitation. En revanche, les disponibilités en crevettes et en céphalopodes, espèces à durée de vie courte, sont très variables d'une année à l'autre selon l'importance du recrutement. Les ressources démersales profondes (crevettes, merlus) nécessitent une approche de précaution dans leur exploitation. Les ressources pélagiques côtières (sardinelles, chinchards, maquereaux) qui sont les plus abondantes, présentent depuis quelques années une surexploitation locale des juvéniles et des jeunes reproducteurs surtout au niveau de la Petite Côte. Les pélagiques hauturiers (thons, espadons, voiliers) sont pleinement exploités, voire

surexploités à l'échelle de l'océan Atlantique. Les petits thonidés côtiers (ravail, bonite, maquereau bonite, etc.), essentiellement ciblés par les pêcheries artisanales sénégalaises sont en état de sous exploitation.

Malgré cette situation de pleine ou de surexploitation de la plupart des stocks exploités, la capacité de pêche continue d'augmenter surtout pour les pélagiques ainsi que les capacités de transformation et de conservation des produits, aggravant de facto le problème structurel du sous-approvisionnement des entreprises (entraînant ainsi la fermeture de beaucoup d'usines). Les subventions et l'appel à l'investissement pour moderniser les unités de pêche et les infrastructures à terre, dans le but de tirer davantage profit des ressources halieutiques (soucis d'augmenter les capacités de pêche), risquent d'induire des effets multiplicateurs pervers dans un contexte de stocks menacés.

Conclusions

Les paramètres biologiques des sardinelles sont indispensables à la connaissance des stratégies reproductives. Elles représentent une des solutions possibles adoptées par l'espèce pour assurer sa survie. Leur compréhension permet de mieux analyser les réactions des stocks aux contraintes extérieures. C'est en cela qu'elles peuvent être utiles à l'aménagement des pêcheries.

L'étude des paramètres biologiques des sardinelles le long de la côte sénégalaise a permis de réactualiser les connaissances acquises depuis les années 1980. Des variations mensuelles et annuelles des paramètres de la reproduction ont été mises en évidence chez *S. aurita* et *S. maderensis*. Un décalage de six mois des cycles de reproduction des deux espèces a été également observé. *S. aurita* et *S. maderensis* semblent exploiteraient donc l'écosystème de manière optimale en évitant la compétition entre leurs descendances. Toutefois, il paraît souhaitable d'effectuer des études sur le long terme sur les paramètres biologiques de ces espèces avec un échantillonnage stratifié selon la taille en tenant compte des paramètres environnementaux tels que la température de l'eau et la disponibilité alimentaire. Ceci permettrait également de mieux appréhender la nature des «pics» de reproduction observés.

Références citées

- Camarena-Luhrs T. 1986. Les principales espèces de poissons pélagiques côtiers au Sénégal: biologie et évaluation des ressources. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale: 187 p.
- Caverivière A., Thiam M., Jouffre D. (éds.). 2002. Le poulpe commun *Octopus vulgaris*. Sénégal et côtes nord-ouest africaines. Editions IRD, Paris, Colloques et séminaires: 385 p.
- Chevassus-Agnes, S., Ndiaye. A.M. 1980. Enquête de consommation alimentaire de l'ORANA de 1977 à 1979. Compte-rendu du séminaire sur l'état nutritionnel de la population rurale du Sahel. CRDI, 28-29 avril.
- Conand, F. 1977. Oeufs et larves de la sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) au Sénégal: distribution, croissance, mortalité, variations d'abondance de 1971 à 1976. Cahiers ORSTOM, Série océanographique, XV (3): 201-214.
- Cury, P., Fontana, A. 1988. Compétition et stratégies démographiques comparées de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes ouest-africaines. Aquatic Living Resources 1:165-180.
- Demarcq H., Faure V. 2000. Coastal upwelling and associated retention indices derived from satellite SST. Application to *Octopus vulgaris* recruitment. Oceanologica Acta 23 (2000) 391-408.
- Dia A.D., Diop M., Jouffre D. 1996. « Pêcheries au coeur d'un enjeu de développement, les pêcheries démersales mauritaniennes du poulpe et des crevettes côtières. Confrontation entre stratégies des acteurs et mesures institutionnelles : Eléments d'analyse ». In IIFET 96 symposium acts, Marrakech, 1-4 juillet 1996, International Institute for Fisheries Economics and Trade : 22 p.
- Diatta Y., Diop M., Ka A. 2010. Effet de la variabilité de l'environnement physique, température et vent, sur l'abondance des ressources pélagiques au Sénégal (1989-2001). J. Sci. Hal. Aquat., 1:38-47.
- Barry-Gérard, M. 1994. Migration des poissons le long du littoral sénégalais. In: Barry-Gérard, M., Diouf, T., et Fontenau, A. (Eds) L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise, ORSTOM, Paris, France: 215-234.
- Boely, T. 1980. Biologie de deux espèces de Sardinelles *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) et *Sardinella maderensis* (Lowe 1841) des côtes sénégalaises. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Paris VI: 286 pages.
- Boely, T., Chabanne, J. & Fréon, P. 1978. Schémas migratoires, aires de concentrations et périodes de reproduction des principales espèces de poissons pélagiques côtiers dans la zone sénégal-mauritanienne. In: Rapport du groupe de travail ad-hoc sur les poissons pélagiques côtiers ouest africains de la Mauritanie au Libéria (26°N à 5°N). Dakar-Sénégal COPACE/PACE. Série 78/10: 63-70.
- Boely, T., Chabanne, J., Fréon, P., Stequert, B. 1982. Cycle sexuel et migrations de *Sardinella aurita* sur le plateau continental ouest africain des îles Bissagos à la Mauritanie. Rapport. P.V. Réunion du Conseil International pour l'Exploration de la Mer. 180: 350-355.

- Boely, T., Fréon, P. 1979. Les ressources pélagiques côtières, in: Les ressources halieutiques de l'Atlantique centre-est. Les ressources du Golfe de Guinée de l'Angola à la Mauritanie. Document technique de la FAO.186, 1, 13-78.
- FAO. 2007. Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Rapport sur les pêches, 849. Agadir, Maroc, 17–26 avril 2007.
- Faure V. 2000. Dynamiques spatiale et temporelle des populations de poulpes (*Octopus vulgaris*) en Afrique de l'Ouest : Influence des fluctuations environnementales et des relations interspécifiques. Thèse doc., univ. Montpellier-II : 403 p.
- Faure V., Inejih C.A., Demarcq H., Cury P. 2000. The importance of retention processes in upwelling areas for recruitment of *Octopus vulgaris*: the example of the Arguin Bank (Mauritania). *Fish. Oceanogr.* 9 :4, 343-355.
- Fontana A., Pianet R. 1973. Biologie des sardinelles, *S. eba* et *S. aurita*, des côtes du Congo et du Gabon. Document du centre ORSTOM de Pointe Noire, 31: 39 p.
- Fréon P. 1991. L'introduction d'une variable climatique dans les modèles globaux de production. In : Cury P., Roy C., (éds.): Pêcheries ouest-africaines, Variabilité, Instabilité et Changement. Paris, Orstom éditions : 395-424.
- 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. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille: 287 p.
- Fréon P. 1984. Des modèles de productions appliquées à des fractions de stock dépendantes des vents d'upwelling. *Océanographie Tropicale*, 19 (1): 67-94.
- Fréon P., Kwiecinski B., Lopez D. 1992. Utilité du système expert Climprod pour la connaissance du déterminisme du recrutement. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 1992, 68 (1-2), 193-210.
- Goudiaby, K.D., Samb, B., Sylla, M. 2010. Contribution à la connaissance de la biologie des sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) du littoral sénégalais. In/Dans S. Garcia, M. Tandstad and A.M. Caramelo (eds.). Science and Management of Small Pelagics. Symposium on Science and the Challenge of Managing Small Pelagic Fisheries on Shared Stocks in Northwest Africa, 11–14 March 2008, Casablanca, Morocco/Science et aménagement des petits pélagiques. Symposium sur la science et le défi de l'aménagement des pêcheries de petits pélagiques sur les stocks partagés en Afrique nord-occidentale, 11-14 mars 2008, Casablanca, Maroc. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings/FAO Comptes rendus des pêches et de l'aquaculture. No. 18. Rome, FAO. pp. 39–56.
- JICA. 2006. Etude de l'évaluation et de la gestion des ressources halieutiques en République du Sénégal. Rapport N°8: R-1. .
- Kébé, M. 1982. L'approvisionnement en poisson de la région du Cap-Vert. Communication à la consultation FAO des experts sur la technologie du poisson. Casablanca (Maroc), 7-12 juin 1982. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 84: 55-90.
- Lévénéz J.J. 1993 Synthèse bibliographique des connaissances sur la biologie de quelques espèces de poissons concernant le symposium. In: Barry-Gérard, M., Diouf, T. et Fontenau, A. (Eds) L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise, p. 121-141.

- Panfili J., Durand J.D., Diop K., Diouf K., Thior D., Ndiaye P., Laë R. 2004. Influence of salinity on the life-history traits of the West African black-chinned tilapia (*Sarotherodon melanotheron*): comparison between the Gambia and the Saloum estuaries. *Aquatic Living Resources* 17: 65-74.
- Rébert J.P. 1983. Hydrologie et dynamique des eaux du plateau continental sénégalais. Document scientifique du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, 50: 86 p..
- Roy C. 1991. Les upwellings: le cadre physique des pêcheries côtières ouest-africaines. In: Cury, P., Roy, C. (Eds) Variabilité, instabilité et changement dans les pêcheries ouest-africaines, ORSTOM. Paris.
- Roy C., Cury P., Fontana A., Belvèze H. 1989. Stratégies spatio-temporelles de la reproduction des clupéidés des zones d'upwelling d'Afrique de l'Ouest. *Aquatic Living Resources* 2: 21-29.
- Sharp, G.D., Csirke, J. 1983. Report of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources. San José, Costa Rica, 18–29 April 1983. *FAO Fishery report*, 291 (1): 102 p.
- T. Boelyl, J. Chabanne, P. Fréon et B. Stéquert. 1982. Cycle sexuel et migrations de *Sardinella aurita* sur le plateau continental ouest-africain, des Iles Bissagos à la Mauritanie. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 180: 350-355. 1982.