

Part II/Deuxième partie  
**Posters papers (not scientifically reviewed)/**  
**Documents posters (non révisés**  
**scientifiquement)**



**THEME 1: Resources and exploitation: Biology  
and ecology of main resources and status of  
fisheries/Ressources et exploitation: Biologie et  
écologie des principales ressources et état des  
pêcheries**



# Activité alimentaire et reproduction chez *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) des côtes atlantiques marocaines sud

## Feeding intensity and reproduction of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) from the Atlantic South Moroccan coasts

(French only/En français seulement)

K. Ouakka<sup>1</sup>, A. Yahyaoui<sup>2</sup>, P. Fahd<sup>3</sup> et A. Mesfioui<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut national de recherche halieutique (INRH),  
Centre régional de l'INRH à Laâyoune, BP 75, Maroc  
ok.kenza@yahoo.fr

<sup>2</sup>Université Mohammed V, Agdal, Faculté des sciences, Département de biologie, BP 1014  
Rabat, Maroc

<sup>3</sup>Université Hassan II, Faculté des sciences, Casablanca, Maroc

**Ouakka, K., Yahyaoui, A., Fahd, P. et Mesfioui, A.** 2012. Activité alimentaire et reproduction chez *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) des côtes atlantiques marocaines sud. 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. 409–418.

### RÉSUMÉ

Le présent travail fournit des informations sur la variation de l'activité alimentaire et son influence sur la reproduction chez *Sardina pilchardus* débarquée au port de Laâyoune. L'analyse des valeurs moyennes de l'indice de réplétion (IR), facteur de condition Fulton (Q), rapport gonadosomatique (RGS) et hépatosomatique (RHS) indiquent que la sardine se nourrit intensément en été, période de bloom phytoplanktonique dû au phénomène d'upwelling.

En hiver, l'activité trophique est réduite et le coefficient de Fulton est faible, la sardine est en période de ponte qui coïncide avec le minimum d'upwelling pour éviter tout risque de dispersion.

En juillet-août, la sardine est au repos sexuel. Les conditions trophiques sont favorables, l'état du poisson est meilleur et la teneur en graisse est maximale. La sardine se prépare alors pour la ponte d'hiver durant laquelle le rapport hépatosomatique et le taux de graisse sur les viscères sont faibles.

**Mots clés:** intensité alimentaire, coefficient de condition, indice de réplétion, reproduction, *Sardina pilchardus*

### ABSTRACT

This study provides information on the variation of feeding intensity and its influence on reproduction in *Sardina pilchardus* landed at the port of Laâyoune. Analysis of the mean values of fullness index (IR), Fulton's condition coefficient (Q), gonadosomatic index (GSI) and hepatosomatic index (HSI) indicate that sardine feeding rates increased during the summer, period of phytoplanktonic bloom due to the upwelling activity.

In winter, feeding rates and condition factor were low; the sardine is in the time of spawning which matches the season of minimum upwelling.

In July–August, sardine is in sexual quiescent phase. The food availability was abundant which ensures an enhancement of feeding activity, fish condition was improved and the stored visceral fat is high. The sardine is preparing for winter spawning during which the hepatosomatic ratio and stored visceral fat are low.

**Keywords:** Feeding intensity, condition factor, fullness index, spawning season, *Sardina pilchardus*

## 1. INTRODUCTION

L'étude de l'intensité alimentaire est largement utilisée en écologie des poissons, c'est une étape importante qui complète utilement les connaissances de leur biologie et écologie. En effet l'alimentation peut expliquer certains aspects biologiques comme la reproduction et la croissance.

La sardine dont le niveau trophique est assez bas est soumise à des fluctuations de disponibilité et d'abondance suite à l'instabilité de leur environnement. Si les conditions environnementales sont favorables, les sardines en profitent pour accroître leur nombre et élargir leur population. Leurs concentrations se font au niveau où la nourriture est abondante.

L'objectif du présent travail est d'étudier les variations de l'activité alimentaire de la sardine, d'avoir une idée générale sur les conditions trophiques du milieu et leur variabilité dans le temps et d'étudier l'effet de ces conditions sur la reproduction.

L'activité alimentaire a été déterminée en analysant l'indice de réplétion et le pourcentage des estomacs vides. La période de ponte a été déterminée en suivant l'évolution du rapport gonadosomatique. L'embonpoint du poisson a été analysé en suivant les variations du coefficient de condition de Fulton.

## 2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

La sardine a été collectée mensuellement lors des débarquements au port de Laâyoune. Des individus de taille différente sont échantillonnés pour la détermination des paramètres biologiques: la taille (cm), le poids (g), le sexe, le stade de maturité sexuelle, le poids des gonades (g), le poids du foie (g) et le taux des aliments et de graisse. L'estomac entier inclut l'estomac cardiaque, l'estomac pylorique et le fundus est isolé du système alimentaire en éliminant la partie postérieure de l'œsophage et l'intestin.

Ensuite l'ensemble sera nettoyé avec précaution puis séché pour éliminer les gouttes d'eau. Enfin le poids de l'estomac et de son contenu sont prélevés à l'aide d'une balance de précision.

Après cela, les estomacs sont disséqués et leurs contenus sont versés dans des boîtes de pétrie et une grande précaution est prise pour séparer les aliments des membranes épithéliales de l'estomac auxquelles ils se trouvent accolés. Le poids de l'estomac vide est alors enregistré, la différence des deux poids donne le poids des aliments (Kagwade, 1964).

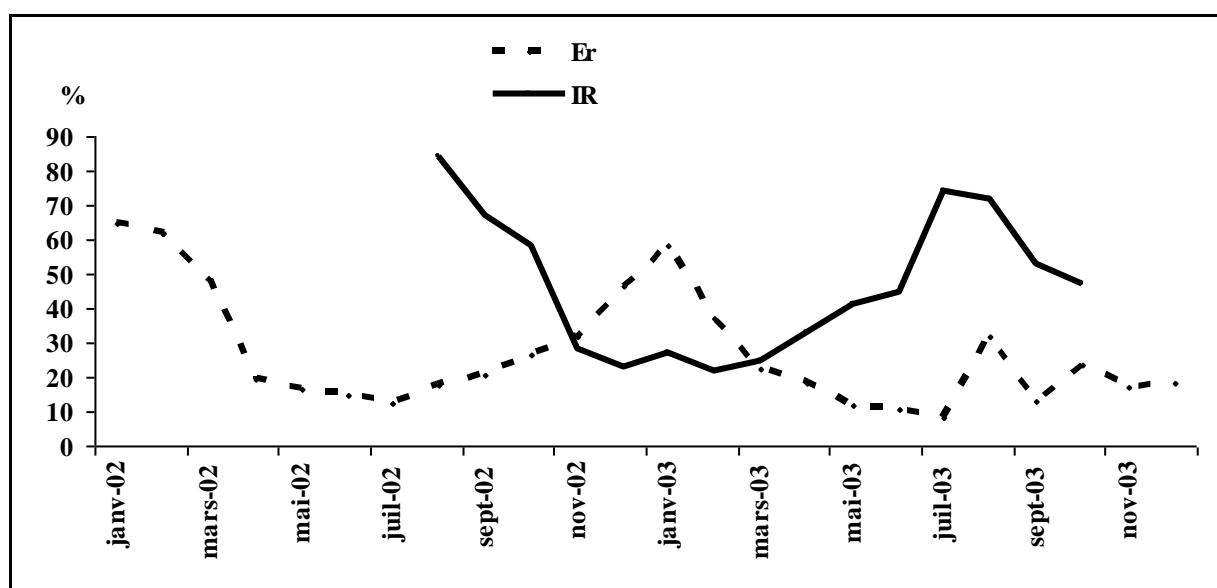
La mesure ou l'évaluation du poids des aliments ingérés est exprimée comme pourcentage du poids total du poisson selon la formule définie par Hureau (1969); IR est l'indice de réplétion (fullness index) poids des aliments/poids du corps \*100. Nous avons également évalué le pourcentage des estomacs vides par rapport à l'ensemble des estomacs analysés.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1 Activité alimentaire en fonction des saisons

Le degré de réplétion de l'estomac peut être une indication des conditions à l'intérieur de la niche, il est influencé par la compétition pour la même nourriture et l'état de santé du poisson (Berg, 1979).

L'évolution de l'indice de réplétion stomacal (IR) et du pourcentage des estomacs vides (Ev) chez *Sardina pilchardus* débarquée à Laâyoune montrent que l'intensité alimentaire apparaît forte en juillet et août de chaque année d'étude ce qui correspond à la période trophique favorable. Durant les mois de décembre, janvier et février, le degré de plénitude de l'estomac est très bas ce qui concorde avec le pic des estomacs vides (figure 1) et coïncide avec les conditions défavorables du milieu. En août 2003, la proportion des estomacs vides est élevée, ce qui s'expliquerait par le fait que le poisson régurgite durant la capture. Selon Pillay (1952), le niveau de réplétion stomacal peut être biaisé par la méthode d'échantillonnage parce que le poisson peut régurgiter ou ingérer la nourriture durant la capture.



**Figure 1:** Variation mensuelle de l'indice de réplétion IR et du pourcentage des estomacs vides (Ev) chez *Sardina pilchardus* débarquée à Laayoune

L'activité alimentaire saisonnière se caractérise par un maximum qui se localise en été, et un minimum qui se situe en hiver. Entre les deux stades l'activité alimentaire commence à reprendre (printemps) ou à s'affaiblir (automne) (tableau 1).

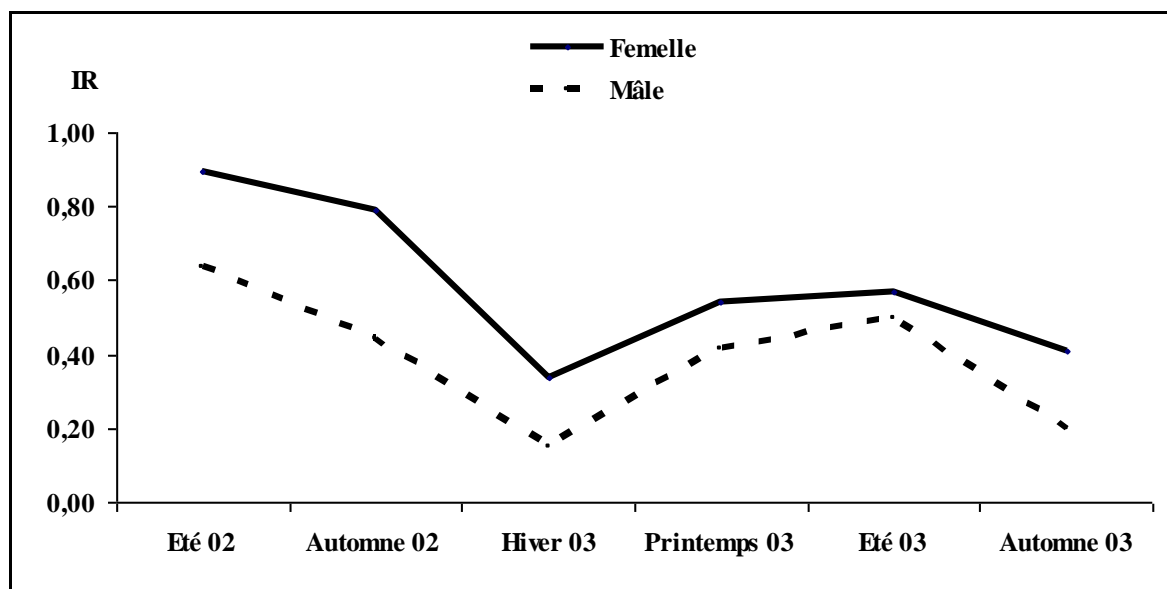
**Tableau 1:** État du taux d'alimentation saisonnière de *Sardina pilchardus*

Saison	IR moyen	Nombre d'individus	État
Hiver	0,32	100	Taux d'alimentation faible
Printemps	0,49	118	Taux d'alimentation moyen
Été	0,70	199	Taux d'alimentation maximale
Automne	0,43	89	Taux d'alimentation moyen

#### 3.2 En fonction du sexe

L'activité alimentaire chez *Sardina pilchardus* est similaire pour les deux sexes mais avec un degré élevé chez la femelle par rapport au mâle durant tout le cycle biologique (figure 2).

Pour les deux sexes, l'indice de réplétion change considérablement suivant les saisons, il est faible en hiver et fort en été indiquant que la sardine s'alimente activement en été grâce à l'enrichissement du milieu en plancton. En hiver, le degré de plénitude de l'estomac s'atténue et l'intensité alimentaire devient faible. Il a été également noté que les femelles matures s'alimentent plus activement par rapport aux mâles matures.



**Figure 2:** Variation saisonnière de l'indice de réplétion (IR) chez *Sardina pilchardus*

### 3.3 Variation du poids moyen des aliments filtrés et réplétion stomacale par classe de taille et par sexe

Pour les individus jeunes dont la taille est inférieure à 15 cm, l'intensité alimentaire est élevée (IR = 0.61) par rapport à celle des adultes (IR = 0.47). En effet, la sardine jeune a besoin de plus d'énergie pour assurer une croissance adéquate et cette énergie provient des aliments qui se trouvent dans leur milieu ambiant.

La variation du poids moyen des aliments ingérés par la sardine est quasiment identique chez les mâles et les femelles pour les différentes classes de taille sauf pour les classes de taille 18-20 et 24-26, où le poids des aliments filtrés par la sardine femelle est supérieur à celui des mâles (figure 3).

Au fur et à mesure que la sardine croît en taille, l'activité alimentaire diminue (figure 4). La chute de l'indice (IR) est variable selon les classes de taille.

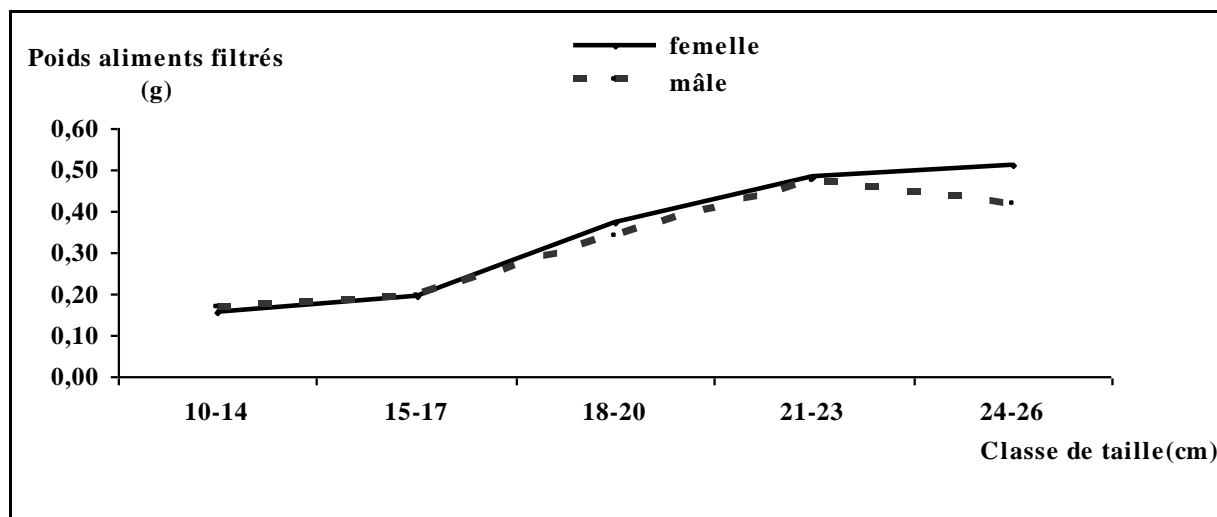


Figure 3: Variation du poids moyen des aliments filtrés par la sardine mâle et femelle par classe de taille

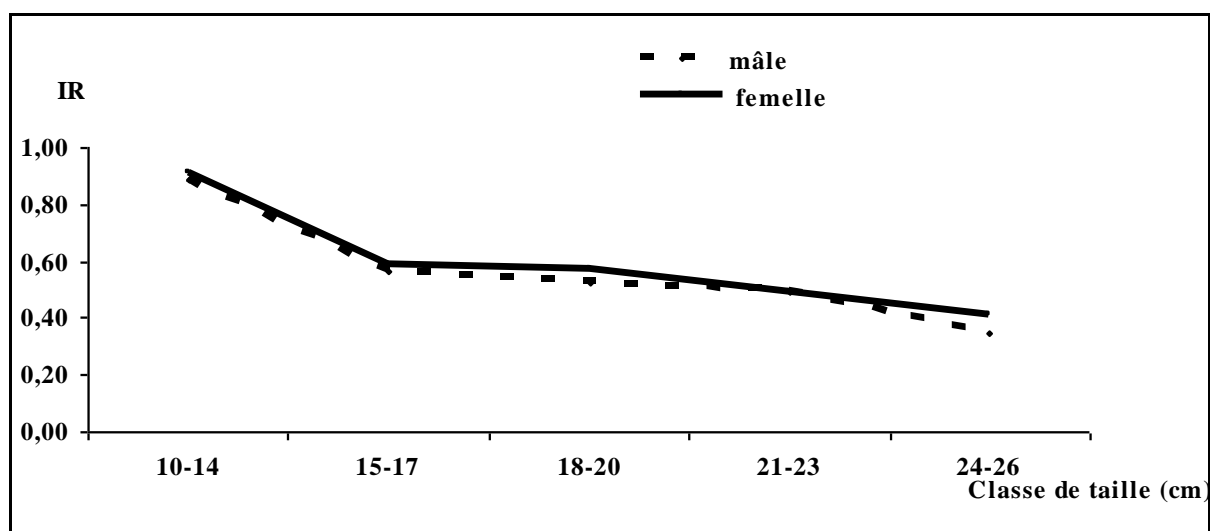
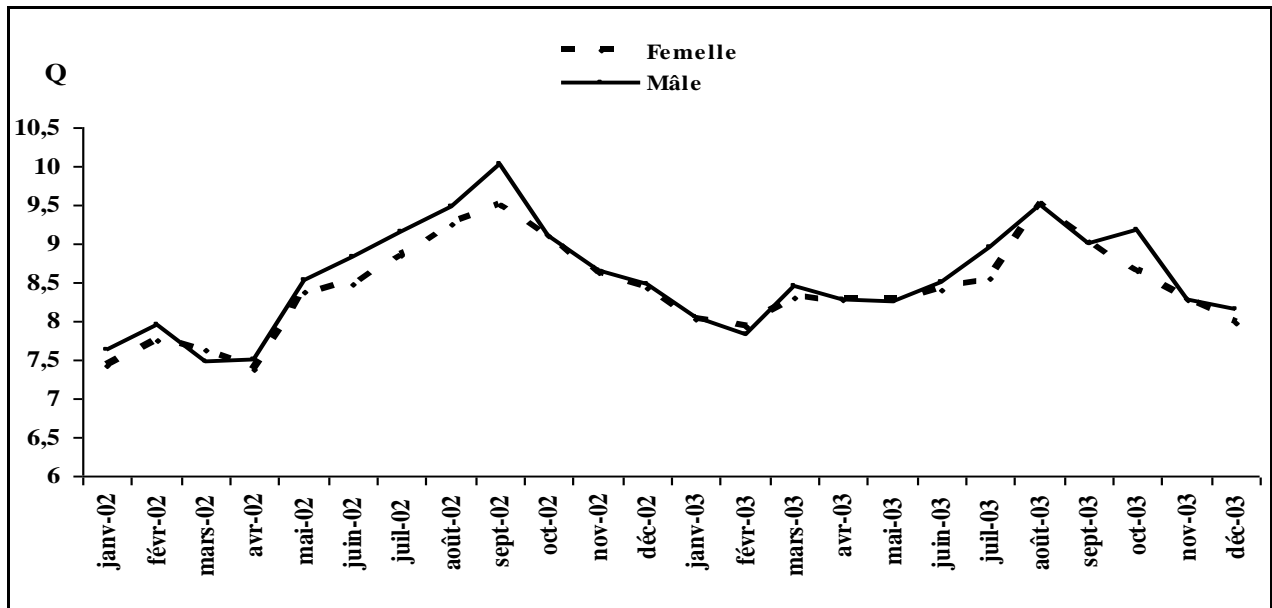


Figure 4: Variation de l'indice de réplétion chez la sardine mâle et femelle par classe de taille

### 3.4 Indice de réplétion (IR) et coefficient de Fulton (Q)

La méthode usuelle pour exprimer la valeur de condition du poisson est l'équation proposée par Fulton (1902):  $Q = (W*100)/L^3$  avec W: poids de la sardine (g), L: longueur de la sardine (cm). Selon Vazzoler (1981), le facteur de condition exprime les variations de l'état d'un poisson, il démontre les conditions alimentaires récentes et il change selon le cycle de maturation sexuelle d'un poisson. Pour Angelescu, Gueri et Nani (1958), Rao (1963), Nikolsky (1969) et Esper (1990), la valeur du coefficient de condition (Q) est utilisée pour mesurer la condition ou le bien-être général d'une espèce. Dans notre étude, la variation mensuelle de IR (figure 1) est similaire à celle de Q (figure 5) pour les deux sexes, les maximums se situent en été et les minimums en hiver.



**Figure 5:** Variation du facteur de condition chez la sardine mâle et femelle

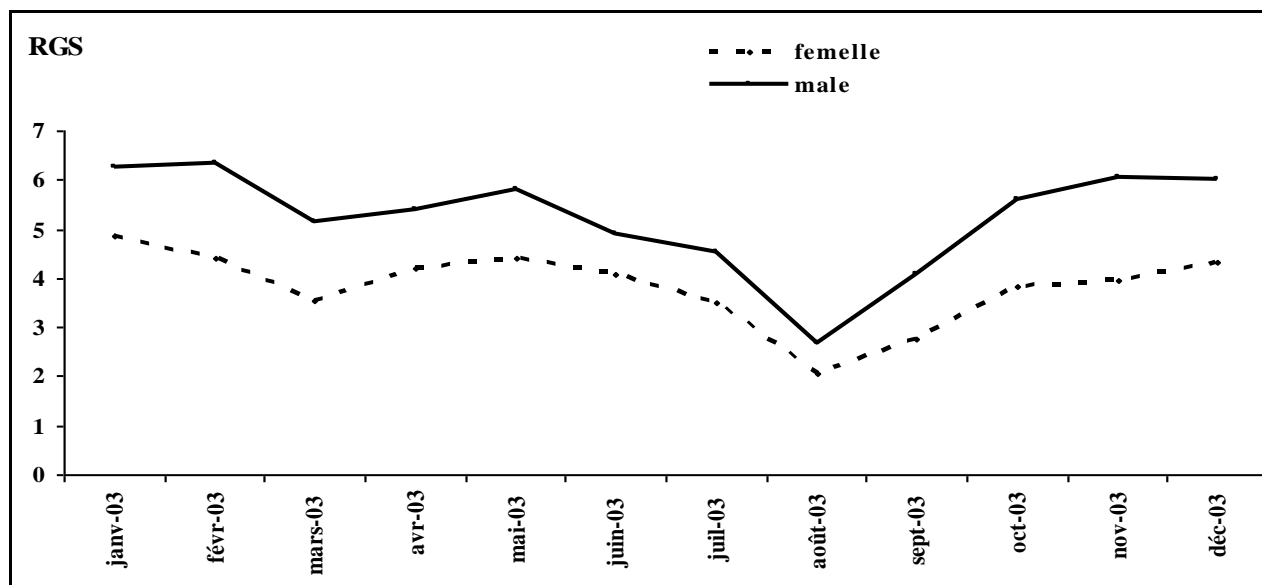
### 3.5 Teneur en graisse (TG)

Pour l'évaluation de la teneur en graisse, une méthode basée sur l'observation macroscopique de la cavité abdominale a été adoptée. Le taux de graisse est quantifié à partir d'une échelle de 0 à 3. L'échelle 0 indique une absence totale de la graisse sur les viscères, l'échelle 3 implique un taux d'engraissement maximal. Les résultats montrent que la teneur en graisse maximale (TG 3) se situe en été (au mois d'août), l'engraissement continu en automne (TG 2) jusqu'au mois de novembre. L'arrêt de la formation de la graisse sur les viscères ou le faible taux de graisse se localise en hiver (aux mois de décembre, janvier et février).

### 3.6 Reproduction

#### Rapport gonado-somatique (RGS)

L'évolution mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS) permet de déterminer les périodes de ponte pendant un cycle annuel complet. La sardine se reproduit durant toute l'année et notamment entre octobre et juin avec un pic principal en hiver, novembre–février (figure 6). La reproduction principale d'hiver coïncide avec un minimum d'upwelling et de production secondaire pour éviter tout risque de dispersion.

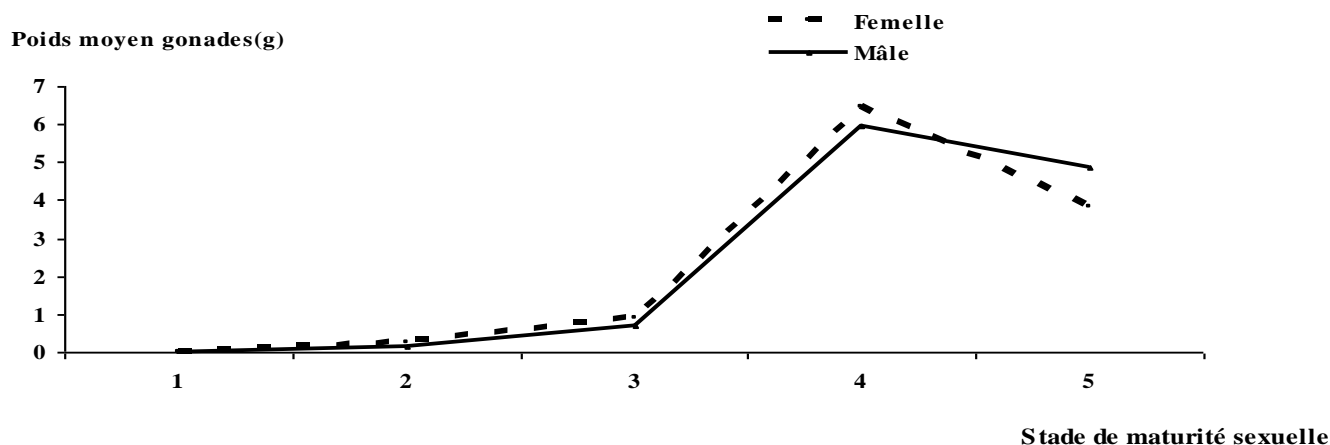


**Figure 6:** Variation mensuelle du rapport gonadosomatique chez la sardine mâle et femelle mature

### Maturation des gonades

L'échelle de maturité sexuelle chez les deux sexes est de cinq stades: stades I et II, immatures; stade III, maturation ou pré-ponte; stade IV, ponte; et stade V, post-ponte. Le changement du poids moyen des ovaires et des testicules durant le cycle de la maturation montre que le poids des gonades se développe au stade III, culmine au stade IV puis régresse au stade V (figure 7).

La régression du poids des gonades est due à la décharge active des produits génitaux qui se réalise au stade V. Le poids des testicules est supérieur à celui des ovaires au cours de cette dernière phase, ceci serait attribué à l'expulsion intense des produits sexuels femelles.



**Figure 7:** Changement du poids moyen des testicules et des ovaires en fonction des stades de maturité sexuelle

### 3.7 Rapport hépato-somatique (RHS)

L'étude du cycle hépatique permet d'obtenir des informations sur le métabolisme des poissons, les variations du poids renseignent sur le mode de stockage et d'utilisation des réserves chez les poissons. Le rapport hépato-somatique représente le poids du foie exprimé en pourcentage par rapport au poids du corps (figure 8). La variation mensuelle du RHS est similaire pour les deux sexes. Il atteint son maximum en août et coïncide avec le repos sexuel de la sardine, puis il chute durant la période de

poncte principale de septembre à février. Le RHS des femelles dépasse largement celui des mâles durant toute l'année.

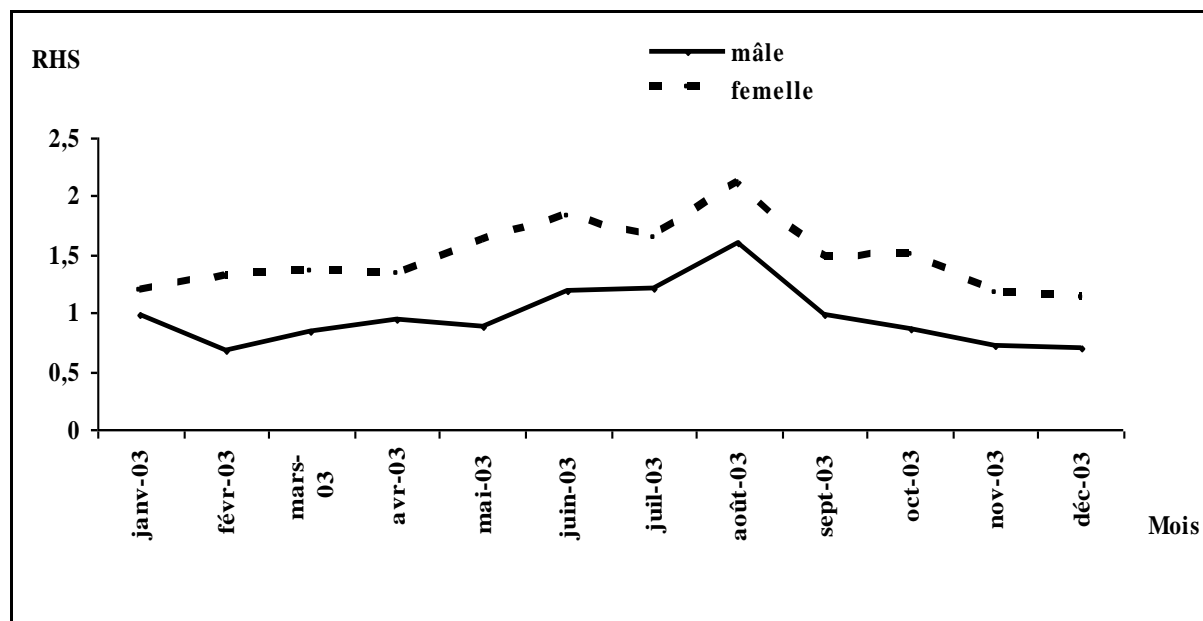


Figure 8: Variation mensuelle du rapport hépatosomatique chez la sardine mâle et femelle mature

#### 4. DISCUSSIONS

L'intensité alimentaire varie en fonction des saisons. En effet la sardine s'alimente activement en été indiquant de bonnes conditions trophiques durant cette saison. Ces conditions trophiques peuvent influencer le degré de plénitude de l'estomac de la sardine. Le pourcentage des estomacs contenant la nourriture est une indication de la disponibilité d'aliment (Ikusemiju et Olaniyan, 1977; Sarker, Al Daham et Bhatti, 1980). Selon Nikolsky (1963) l'approvisionnement en aliments change durant l'année et le rythme saisonnier de l'alimentation est étroitement lié à ces changements à un degré très significatif.

L'engraissement de la sardine montre également une dépendance importante avec la saison. En effet, le maximum de la teneur en graisse sur les viscères se localise en été et le minimum en hiver. Les mêmes résultats ont été reportés par Shirai, Terayama et Takeda (2002) qui ont travaillé sur la sardine japonaise (*Sardinops melanosticta*). Zlatanov et Kostas (2007) ont remarqué que la quantité de la graisse de la sardine méditerranéenne (*Sardina pilchardus*) est minimale à la fin de l'hiver et maximale à la fin du printemps et au début de l'été. Une importante variation annuelle est aussi reportée dans la teneur en graisse et la composition en acide gras dans plusieurs organismes marins (Gockse *et al.*, 2004).

Le taux de consommation des aliments est intimement lié à la période de développement de la sardine. En effet les jeunes individus se caractérisent par une réplétion stomacale intense ( $IR = 0.61$ ) comparativement aux adultes ( $IR = 0.47$ ) qui serait attribuée aux besoins physiologiques accrus pour leur croissance. Avec l'augmentation de la taille de la sardine, on note une réduction graduelle de la consommation des aliments. Odum et Odum (1959) a attribué ceci à la diminution du taux du métabolisme pour les poissons âgés. C'est-à-dire qu'il existe une relation inverse entre la taille et le métabolisme. Selon Zeuthen (1953 et 1970) quand l'activité métabolique diminue avec la taille elle devient plus bénéfique aux poissons de grande taille pour obtenir plus de masse avec une dépense minimale d'énergie.

L'intensité alimentaire varie aussi en fonction du sexe. En effet la sardine femelle et notamment mature ingère plus d'aliment durant tout le cycle biologique comparativement au mâle; ceci serait attribué aux besoins énergétiques élevés de la femelle mature (la ponte).

En été, les pics de coefficient de condition (Q) et de l'indice de réplétion (IR) coïncident avec la phase du repos sexuel. Les situations trophiques sont meilleures, l'activité alimentaire est accentuée et la formation de la graisse sur les viscères est maximale. L'engraissement de la sardine continue en automne et s'affaiblit ou s'arrête en hiver au cours de la saison de ponte principale. La disponibilité en aliment gouverne alors le cycle d'engraissement et de reproduction (Nikolsky, 1969) et les conditions trophiques défavorables peuvent causer une régression dans le développement des gonades (Scott, 1962; Clemens et Reed, 1967; Vlaming, 1971) ou retarde le commencement de l'activité sexuelle (Alm, 1954; Wilkins, 1967). Gorenka, Vanja et Barbara (2008) ont montré que la fécondité dépend de la durée de la saison de ponte, des réserves accumulées et aussi de la disponibilité en aliments dans le but d'assurer un développement continu des gamètes.

## 5. CONCLUSION

La sardine de l'Atlantique sud-marocain est caractérisée par une activité alimentaire intense et un engraissement maximal en été synchronisés avec la saison du repos sexuel. La quantité importante de nourriture ingérée pendant cette saison estivale favorise l'accumulation d'assez d'énergie pour assurer le processus le plus important du cycle de reproduction qui est la ponte.

En hiver l'intensité alimentaire est faible, c'est la période principale de frai et celle-ci coïncide avec le minimum d'upwelling afin d'éviter tout risque de dispersion des œufs et des larves.

En conclusion, la stratégie de ponte adoptée par *Sardina pilchardus* est une adaptation écologique aux conditions hydrologiques et trophiques de son environnement. En effet la richesse du milieu en nourriture représente un facteur important pour le succès de la reproduction.

## 6. RÉFÉRENCES

- Alm, G.** 1954. Maturity, mortality and growth of perch, *Perca fluviatilis* L., grown in ponds. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm.35: 11–20.
- Angelescu, V., Gneri F.S. & Nani, A.** 1958. La merluza del mar argentino (Biologia et taxonomia). Argentina Secr.Mar., Serv. Hidrogr.Nao. H 1004.P.1-224.
- Berg, J.** 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the food of *Gobiusculus flavescens*. *Mar. Biol.*, 50: 263–273.
- Clemens, H.P. & Reed, C.A.** 1967. Testicular characteristics of gold fish, *Carassius auratus*, in nature and under diet limitations. *J. Morphol.*, 122: –131–138.
- Esper, M. de L.P.** 1990. Fator de condição, desenvolvimento sexual e alimentação de *Anchoa januaria* na região da Ponta da Cruz (Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil). *Acta Biol.Par.Curitiba*, 19(1–4): 135–158.
- Fulton, T.** 1902. Rate of growth of sea-fishes. *Sci.Invest.,Fish.Div.Scot.Rept.* 20.
- Gockse, M.A., Tasboran, O., Celik, M. & Tabakoglu, S.** 2004. Seasonal variation in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). *Food Chemistry*, 88: 419–423.
- Gorenka, S., Vanja, C.K. & Barbara, Z.** 2008. Population structure, size at maturity and condition of sardine, *Sardina pilchardus* (Walb., 1792), in the nursery ground of the eastern Adriatic Sea (Krka River Estuary, Croatia) *Estuarine, Coastal and Shelf Science.*, 76: 739–744.
- Hureau, J.C.** 1969. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nothotheniidae). *Bull.Inst.Océanogr.Monaco.*, 68: 1–44.

- Ikusemiju, K. & Olaniyan, C.I.O.** 1977. The food and feeding habits of the cat fishes, *Chrysichthys walkeri* (Gunther), *Crusichthys filamentosus* (Boulenger) and *Crusichthys nigrodigitatus* (Lacepede) in Lekki Lagoon, Nigeria. *J.Fish.Biol.*, 10: 105–112.
- Kagwade, P.V.** 1964. The food and feeding habits of the Indian oil sardine *Sardinella longiceps* valenciennes. *Indian. Jour. Fish*, 11: 345–370.
- Nikolsky, G.V.** 1963. The ecology of Fishes, Academic Press, London, 1963.
- Nikolsky, G.V.** 1969. Theory of fish population dynamics, Edinburgh. 323 pp.
- Odum, E.P. & Odum, H.T.** 1959. Fundamentals of ecology. W.B. Saunders, Philadelphia. 400p.
- Pillay, T.V.R.** 1952. A critic of the methods of study of food of fishes. *J.Zool.Soc.India*, 4: 185–200.
- Rao, K.V.S.** 1963. Some aspects of the biology of Ghol *Pseudosciaena diacanthus* (Lacepede). *Indian. J. Fish. Cochin*, 10(2): 413–458.
- Sarker, A.L., Al Daham, N.K. & Bhatti, M.N.** 1980. Food habits of the mudskipper *Pseudapocryptes dentatus* (Val). *J.Fish.Biol.*, 17: 635–639.
- Scott, D.P.** 1962. Effect of food availability on fecundity of rainbow trout *Salmo gairdneri*. *J.Fish. Re.Board.Can.*, 19: 715–731.
- Shirai, N. Terayama, M. & Takeda, H.** 2002. Effect of season on the fatty acid composition and free amino acid content of the sardine *Sardinops melanostictus*. *Comparative Biochemistry and physiology Part B*, 131: 387–397.
- Zlatanov, S. & Kostov, L.** 2007. Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish, sardine (*Sardina pilchardus*), Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and Picarel (*Spicara smaris*). 103: 725–728.
- Vazzoler, A.E.A. de M.** 1981. Manual de metodos para estudos biologicós de populações de peixes: reprodução e crescimento. Brasilia: CNPQ, 1981. 106 p.
- Vlaming, V.L.** 1971. The effect of food deprivation and salinity changes on reproductive function in the estuarine Gobiid fish, *Gillichthys mirabilis*. *Biol.Bull. (Woods hole)*. 141: 458–471.
- Wilkins, N.P.** 1967. Starvation of the herring, *Clupea harengus* L: Survival and some gross biochemical changes. *Comp.Biochem.Physiol.*, 23: 503–518.
- Zeuthen, E.** 1953. Oxygen uptake as related to body size in organisms. *Q. Rev. Biol.*, 28: 1–12.
- Zeuthen, E.** 1970. Rate of living as related to body size in organisms, *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 17: 21–30.