

Ecologie, hydrodynamique et dispersion larvaire de la sardine *Sardina pilchardus* le long de la côte atlantique sud marocaine

Omar Ettahiri, Amina Berraho, Soukaina Zizah
Ahmed Makaoui et Abdellatif Orbi

1-Institut National de Recherche Halieutique (INRH) 2, Rue de Tiznit, Casablanca (Maroc)

Résumé.Ce travail consiste en l'analyse de la distribution des larves de la sardine (*Sardina Pilchardus*) par catégorie de taille, à savoir la phase passive et la phase active. Une hypothèse a été émise concernant le déplacement des larves qui est dû, à la fois, aux courants et/ou la quête de la nourriture surtout au cours de la phase active. Ce type de déplacement fait apparaître une composante trophique dans le comportement larvaire qui détermine, par ailleurs, la localisation des nourriceries le long de la côte atlantique marocaine. De plus, cette composante trophique se trouve sous l'influence directe des conditions hydrodynamiques du milieu. En effet, la zone d'étude située entre Cap Boujdor et Cap Blanc (26 - 21 N.O.) est une zone de forte productivité primaire et secondaire due essentiellement à la présence permanente de la résurgence (région de Dakhla) en plus des apports des ECSA et des ECNA (Cap Barbas - Cap Blanc). Ceci favorise le développement larvaire de la sardine et diminue l'effet de la dispersion aussi bien pour les petites que les grandes larves.

Mots-clés: Larves de sardine, déplacement, courants, nourriture, conditions hydrodynamiques.

Ecology, streamlined and Larval Scattering of the Sardine, *Sardina Pilchardus*, along the South Moroccan Atlantic Coast.

Abstract.Ecology, hydrodynamic and Larva dispers of the sardina, *Sardina pilchardus*, along the southern Atlantic coast of Moroccan This work consists in the analysis of the larva distribution of sardina by category of size, during the passive and active phases. An hypothesis have been made related to larvae drift owing both to the current and/or to food up take mainly during the active phase. This type of drift displays a trophic component in larva behaviour which determines the localisation of the nursery along the studied zone. In addition, this trophic component is under the direct influence of the hydrodynamic conditions. Thus, the studied area (located between cape Boujdor and cape Blanc, 26°N - 21 ON) was an area of high primary and secondary productivity due mainly to the permanent presence of the upwelling phenomena (specially at the region of Dakhla) associated with the occurrence of South Central Atlantic Waters and the North Central Atlantic Waters (cape Barbas - cape Blanc). This permit the larva developpement of the sardina and the decrease of the effect of the dispers.

Key words: sardine larvae, displacement, currents, food, streamlined conditions,.

INTRODUCTION

La sardine de la côte atlantique marocaine connaît une répartition nord-sud discontinue en trois stocks: un au nord, un central et un au sud (Belvèze, 1984); ce dernier est d'une importance économique considérable.

Ainsi et selon diverses études, le stock sud est caractérisé par une frayère et nourricerie principale au niveau de Dakhla (Conand, 1975; Ettahiri et al, 1999) et secondaires au niveau de Cap Barbas-Cap Blanc (Ettahiri 1999). L'étude déjà réalisée sur les caractéristiques des nourriceries du stock sardinier sud a traité uniquement la répartition de l'ensemble des larves de sardine. Dans ce travail, trois questions sont posées et auxquelles nous essayons de répondre:

- 1- Comment se répartissent les différentes catégories de taille dans l'espace?
- 2- Existe-il le même schéma de répartition des différentes catégories de classes de taille d'une saison à l'autre et/ou d'une année à l'autre?
- 3- Quels sont les facteurs déterminant cette répartition?

MATERIEL ET METHODES

Les prélèvements planctoniques ont été effectués le long de la zone située entre Cap Boujdor (26°N) et Cap Blanc (21°N) avec un réseau d'échantillonnage qui diffère légèrement d'une année à l'autre et d'une saison à l'autre. Ce

réseau est composé de radiales espacées de 30 miles et chaque radiale comporte 3 à 5 stations en fonction de la largeur du plateau ontinental fig.1).

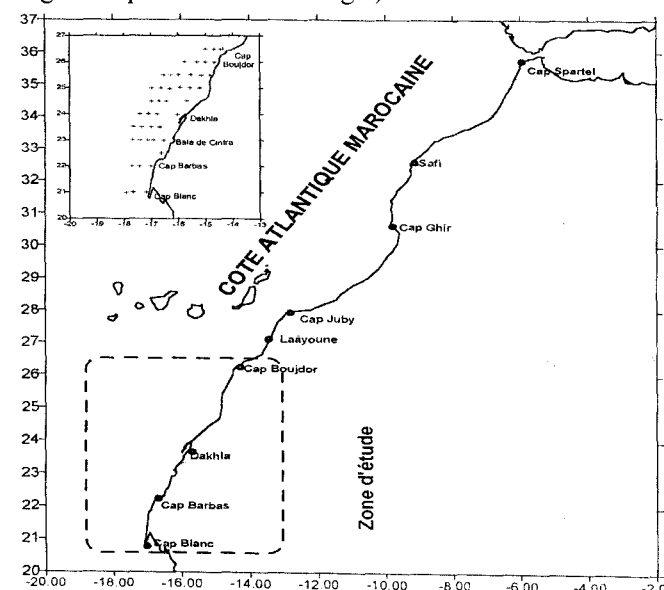


Figure 1-Localisation de la zone d'étude et du réseau d'échantillonnage (hiver et été 1994 et 1995).

L'échantillonnage a été réalisé à l'aide d'un filet Bongo petit modèle de 20 cm de diamètre qui comporte deux filets, équipé chacun d'un débitmètre pour la mesure du volume d'eau filtrée. Ces deux filets sont différenciés par la taille de l'ouverture des mailles. Le filet utilisé pour les

prélèvements du zooplancton est de 168 m, celui de l'Ichtyo plancton est de 417 m. Le système est monté sur une même armature et présente une partie cylindrique à l'avant du cône de filtration. La collecte du plancton a été effectuée selon une méthode connue sous le nom "récolte en palier". Elle consiste, d'abord, à mouiller le filet Bongo à la profondeur maximale qui n'excède pas 100 m pour les stations du large.

Après, il est traîné obliquement pendant 3 mn puis monté verticalement en 1 mn jusqu'à la profondeur suivante (50 m) où il sera encore traîné obliquement avec la même vitesse variant entre 2 et 3 nœuds et pendant la même période et ainsi de suite jusqu'à la surface. A chaque 9 station six niveaux de profondeur sont échantillonnés: 100-50-35-20-10-5 (pour les stations qui dépassent 100 m de profondeur). Cette méthode permet de récolter le maximum de spécimens, surtout les œufs et les larves de poisson. Ce procédé représente la méthode standard d'échantillonnage des œufs et larves utilisée par différents auteurs, notamment par Ferreiro et Labarta (1984) et par Chesney et al. (1989). En fin d'opération, le contenu du collecteur est recueilli puis conservé dans du formol neutralisé à 5 % à des fins de dépouillement au laboratoire.

RESULTATS ET DISCUSSION

Hydrobiologie

La carte des isothermes montre des taches d'eaux froides au niveau de Cap Boujdor de l'ordre de 16°C en hiver et de 18,5°C en été; il est à noter que les températures moyennes sont de 16,8°C et 17,6°C respectivement en hiver 1994 et 1995 alors qu'elles sont de 19,9 et 20,8°C en été 1994 et 1995 (fig. 2).

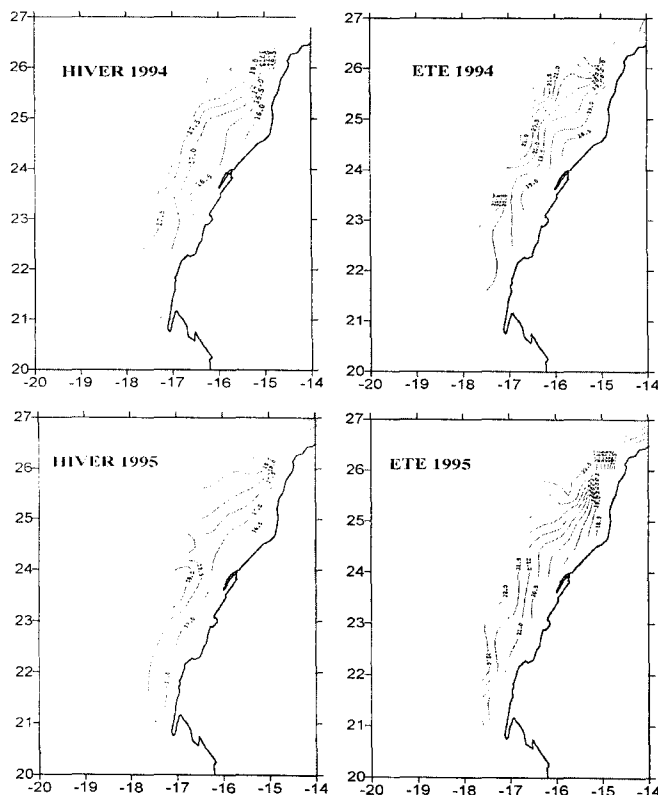


Figure 2. Distribution spatiale des températures de surface.

La distribution de la Chlorophylle "a" de surface renseigne sur l'état de la productivité primaire du milieu. En hiver, les fortes concentrations sont rencontrées surtout au niveau de la côte (entre 1 et 5 mg/m³) à l'exception de la région nord de Dakhla où une richesse chlorophyllienne est relevée aussi bien à la côte qu'au large (3 mg/m³) (Fig. 3). En saison chaude, la biomasse phytoplanctonique est plus importante qu'en hiver, témoignée par des concentrations importantes en pigments chlorophylliens repérés au niveau de Cap Boujdor allant jusqu'à 6 mg/m³.

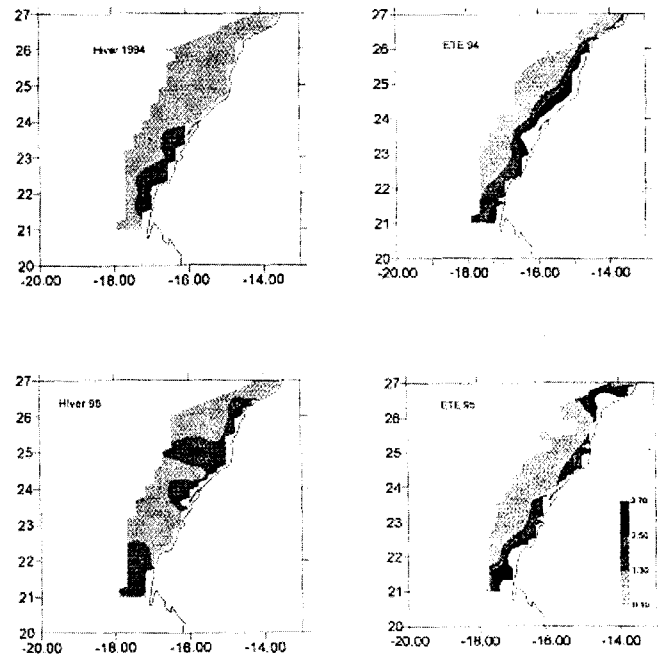


Figure 3-Distribution des densités de biomasse de chlorophylle "a" (mg/m³).

La richesse des sous zone Cap Barbas-Cap Blanc en Chlorophylle "a" a été remarquée pour l'ensemble des saisons.

Concernant la distribution du zooplancton, on remarque la présence de deux zones caractérisées par des densités élevées aussi bien en hiver qu'en été (> à 300 mg/m³); la première sous zone a été identifiée au niveau de la région de Dakhla (exception faite pour l'été 1995) tandis que la seconde a été observée au sud et essentiellement entre Cap Barbas et Cap Blanc (exception en hiver 1994) (fig. 4).

En effet, la côte atlantique située entre Cap Boujdor et Cap Blanc présente deux zones de remontées des eaux profondes:

Cap Boujdor-Dakhla : cette zone s'identifie par l'existence de deux types de remontée d'eau profonde, froide, moins salée et riche en phosphates (Makaou et al, 1998) :

Une remontée côtière localisée au niveau de Cap Boujdor qui se manifeste pendant toute l'année et dont l'origine se situe au niveau d'une profondeur de 250 m;

Une seconde située à la limite du talus continental au niveau de Dakhla, identifiée surtout en hiver.

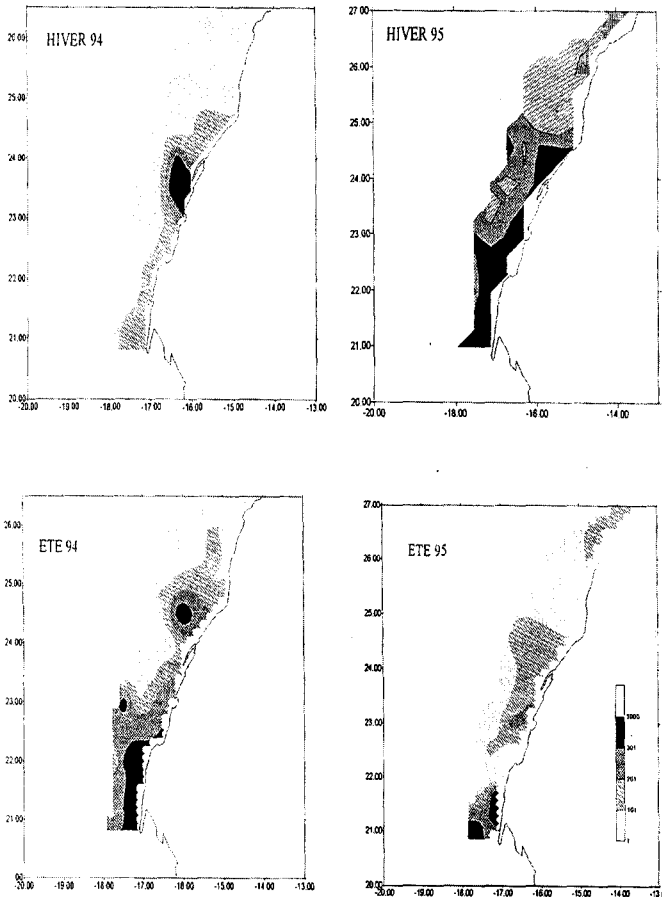


Figure 4-Distribution des densités de biomasse du zooplancton (mg/m^3).

*Cap Barbas-Cap Blanc: c'est la zone la plus perturbée; elle est influencée d'une part par l'apport des Eaux Centrales Sud Atlantiques "ECSA", très marquées en hiver par la richesse en phosphates et d'autre part, par l'existence quasi-permanente de la résurgence. En effet, cette zone est suffisamment située au sud pour bénéficier de l'apport des Eaux Centrales Sud Atlantiques (ECSA), assuré par le sous-courant orienté vers le nord et longeant le talus continental (Makaoui *et al.*, 1998) et des Eaux Centrales Nord Atlantiques (ECNA). C'est une zone de front où les productions primaire et secondaire sont importantes.

Ecologie et répartition des œufs et larves de sardine

Au niveau du cycle de vie des espèces pélagiques et notamment la sardine, entre l'œuf et l'adulte, existent de nombreux stades de développement, chacun ayant des exigences écologiques propres (température, salinité, oxygène, qualité et quantité de nourriture...) et présentant des moments de vulnérabilité plus ou moins accrue en fonction des caractéristiques du milieu environnant.

Le devenir d'une population de poissons se décide dès les premiers jours de vie de l'espèce; c'est effectivement

pendant la phase larvaire et/ou juvénile que se détermine le succès d'une classe d'âge, cette hypothèse n'est pas nouvelle puisqu'elle a été déjà avancée par Hjort en 1914 et elle a été largement reprise par plusieurs auteurs et en particulier par Bakun (1989, 1996).

De point de vue écologique, chez la sardine, cette phase est scindée en deux stades différents:

Stade I, débute depuis la ponte et prend fin quand la larve devient active.

Stade II, c'est le stade actif où les larves sont capables d'orienter leurs mouvements en fonction des agrégats de plancton qui constitue leur nourriture essentielle.

En effet, ce n'est qu'à la taille 7-8 mm que les larves deviennent actives au moment où elles développent la nageoire dorsale et la vessie natatoire leur permettant de bien s'équilibrer dans la colonne d'eau. Ainsi, nous adoptons cette subdivision en deux catégories de taille dans la suite des analyses des données; les petites larves de 7 mm d'une part et les grands supérieurs à 8 mm d'autre part.

L'étude de l'écologie de la répartition des œufs et larves des espèces aquatiques constitue l'élément clé pour l'identification des frayères et nourriceries. Cette étude est d'une importance considérable pour la compréhension de la dynamique des populations des espèces à caractère instable, comme la sardine.

Les aires de ponte (frayères) et de développement larvaire (nourricerie) de la sardine du stock sud sont localisées au nord de Dakhla et entre Cap Barbas et Cap Blanc en 1994 (hiver et été) et entre Cap Barbas et Cap Boujdor en 1995 (hiver et été). Cette dernière zone présente une caractéristique propre à savoir un plateau continental large et peu profond. Cette caractéristique fait diminuer les effets de la dispersion vers le large et constitue donc une zone de rétention propice au développement larvaire (Roy, 1991, Ettahiri, 1996; 1997, Ettahiri *et al.* 1999).

Les mouvements verticaux "mouvements de turbulence" et la dérive vers le large au niveau d'un plateau continental large et peu profond sont plus faibles que dans le cas où le plateau continental serait étroit (Roy, 1991, 1996)

Répartition des larves

Situation hivernale (Fig. 5)

Concernant la répartition des larves par catégorie de taille, on constate, en 1994 qu'au nord de Dakhla, les petites larves sont réparties d'une manière homogène de la côte au large, par contre des densités moyennes des grandes larves sont repérées au large.

Au niveau de Cap Barbas, les petites larves sont de faibles densités, alors qu'une densité forte a été rencontrée à la côte concernant les grandes larves. Entre Dakhla et Cap Barbas, la répartition des densités des petites larves est similaire à celle des grandes larves.

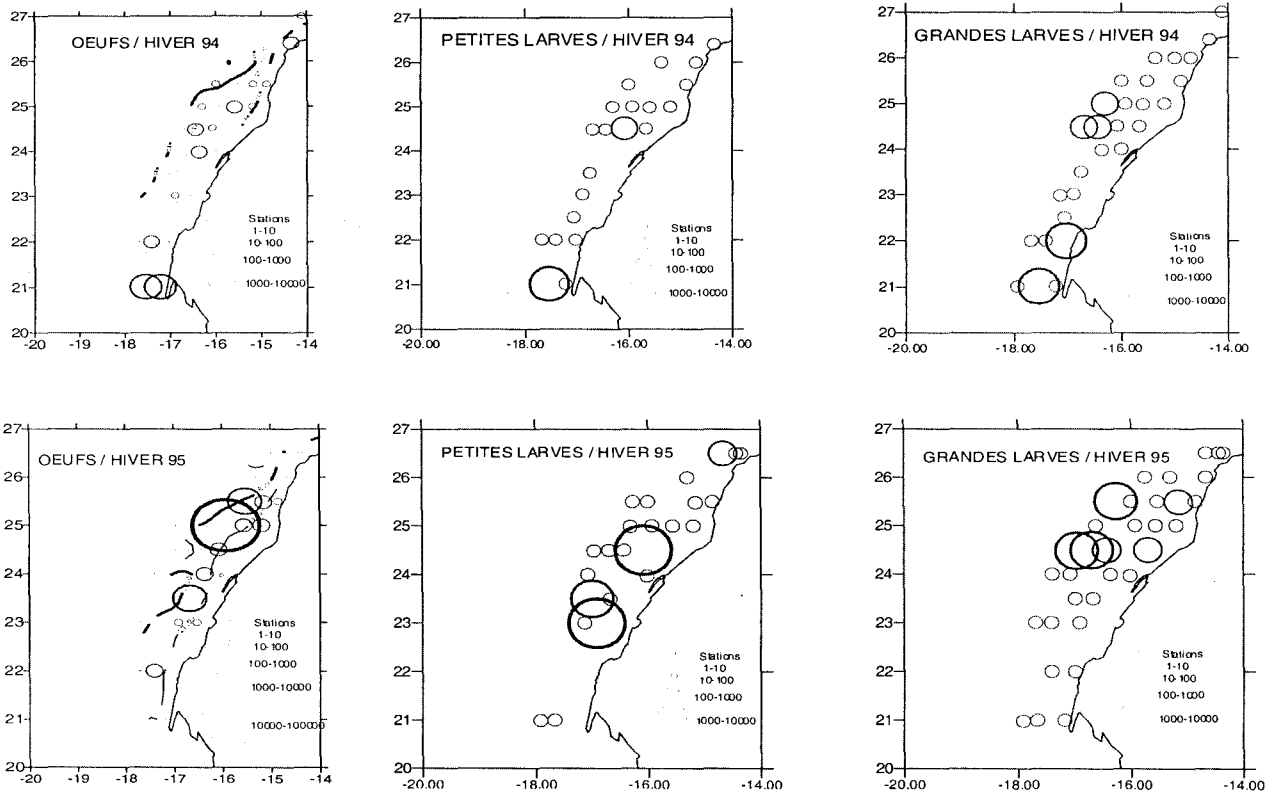


Fig. 5 Distribution des densités (Nb/m²) œufs et larves (par catégorie de taille) pendant la saison hivernal.

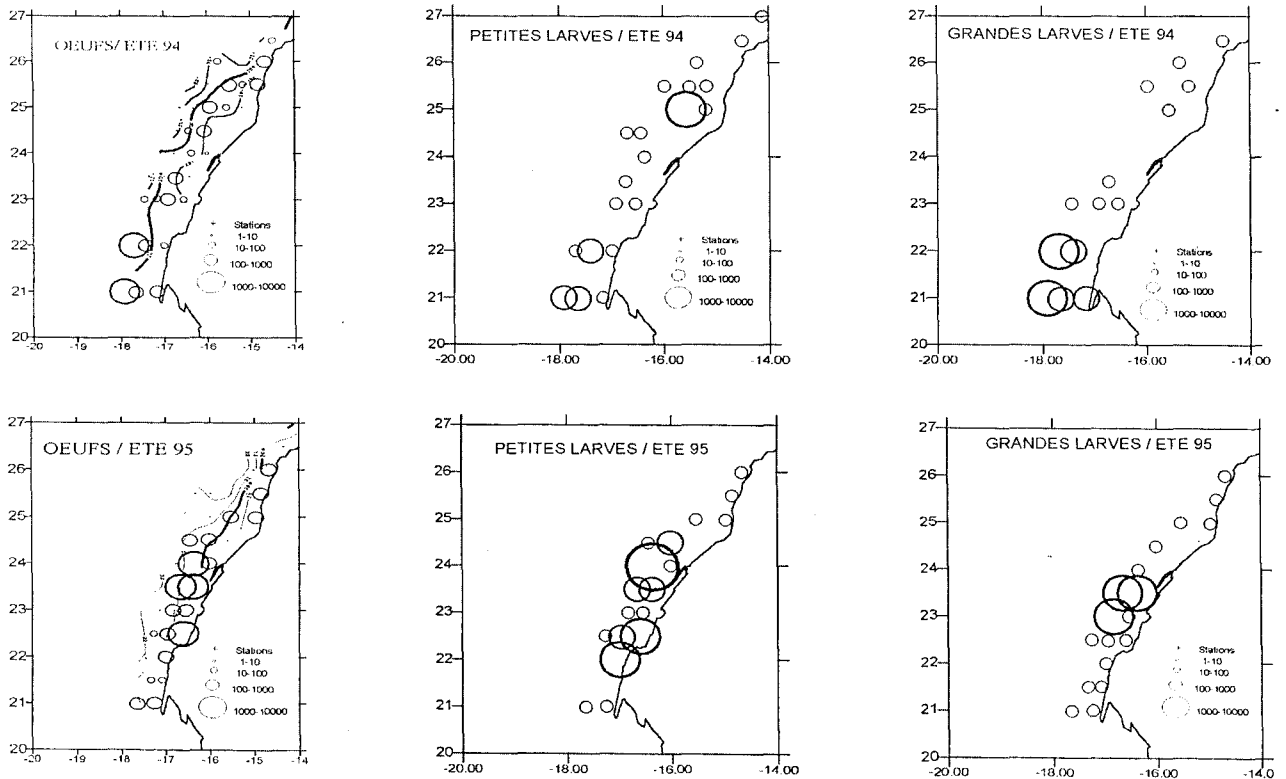


Figure 6. Distribution des densités des œufs (Nb/m²) et larves (par catégorie de taille) pendant la saison estivale.

En 1995, au nord de Dakhla, la répartition des densités de petites larves est généralement homogène, celle des grandes larves est hétérogène montrant un gradient croissant de la côte vers le large. Au sud, entre Dakhla et Cap Blanc, les

densités des grandes larves sont similaires alors qu'une hétérogénéité de répartition des densités a été observée pour les petites larves.

Situation estivale (fig. 6)

En 1994, au nord de Dakhla les densités des petites larves sont supérieures à celles des grandes; alors qu'entre Cap Barbas et Cap Blanc les densités larvaires des grandes tailles sont supérieures à celles des petites, avec un gradient croissant des densités pour les grandes larves. Entre Dakhla et Cap Barbas, on constate une homogénéité de répartition

des densités des deux catégories de larves.

En 1995, nous constatons qu'au sud de la Baie de Cintra les densités des petites larves sont supérieures à celles des grandes larves. Par ailleurs, il n'y a pas eu de grande différence de répartition entre les petites et les grandes larves.

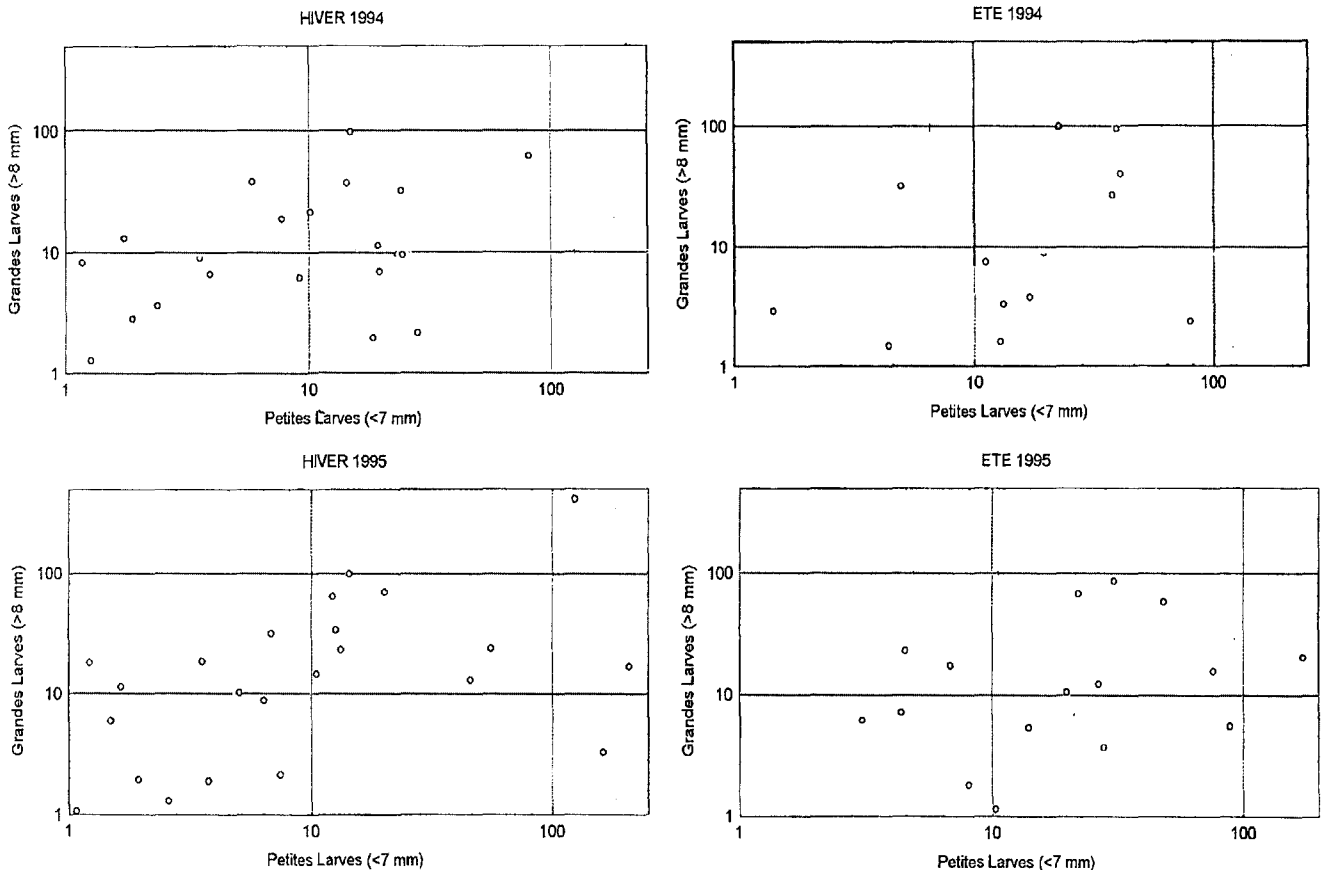


Figure 7. Variation des densités de grandes larves de sardine (>8 mm) en fonction des densités de petites larves (< 7 mm)

L'hétérogénéité observée entre la répartition des larves par catégorie de taille n'explique pas la présence d'une dispersion larvaire assez importante entre les petites larves et les grandes larves, du fait que même au large, les petites larves ont été collectées avec des densités relativement proches de celles des grandes. Cependant, la présence de gradient côte-large identifié pendant la saison hivernale pour les grandes larves laisse supposer l'existence d'une dérive au sein de la catégorie des grandes larves.

Relation grandes larves/petites larves

L'analyse de la variation des densités larvaires de grandes taille (>8 mm) en fonction de celles des larves de petite taille nous a permis de souligner l'existence de deux types de scénarios:

- Le premier concerne les larves de petite taille de densité inférieure à 50 larves/m², où on note généralement que les densités des grandes larves augmentent proportionnellement avec celles des petites larves.

- Le second constitue le cas où les densités de petites larves dépassent les 50 larves/m²: on constate que les larves de grandes tailles sont de faibles densités même pour des densités assez élevées de petites tailles (fig. 7).

Ce dernier cas s'expliquerait par une ponte plus récente par rapport au premier cas, ce qui n'a pas laissé le temps aux petites larves de grandir et atteindre de grandes tailles.

On peut donc souligner l'existence au niveau de la zone Cap Boujdor - Cap Blanc de deux schémas de ponte: une ponte précoce et une tardive, ce qui est du probablement au facteur température, responsable du déclenchement et maintien de la ponte.

En effet la température n'est pas la même au niveau de l'ensemble des stations. La distribution des larves de sardine par catégorie de taille petites et grandes en fonction de l'isobathe des stations (côte - large) montre que le maximum de densités larvaires "les deux catégories" se situe vers la côte. Au large, on constate l'existence aussi bien des petites que des grandes avec une prédominance des petites.

En effet, plus des 2/3 des stations de collecte de larves

présentent des petites larves (fig.8)

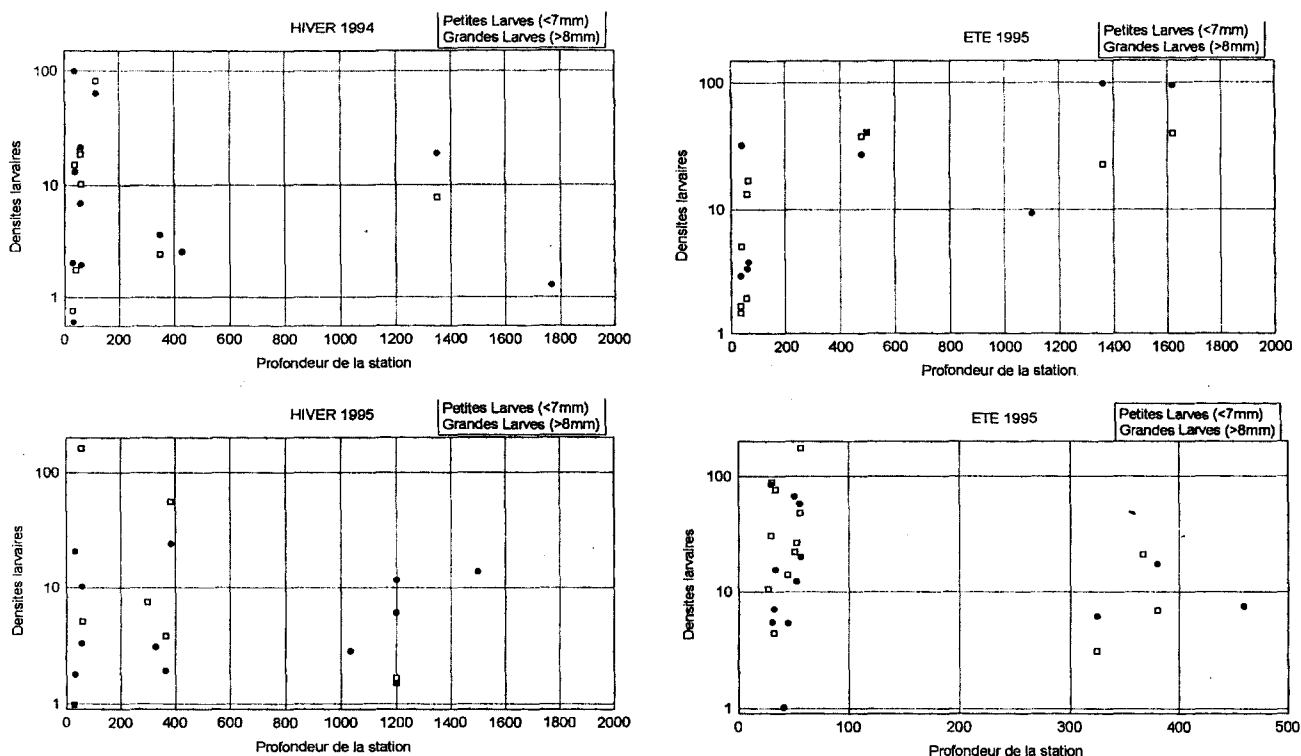


Figure 8. Variations des densités (Nb/10 m²) des larves de sardine par catégorie en fonction de l'isobathe

Ceci exclut donc la présence d'une dérive très forte entre les deux catégories de larves (petites et grandes) puisque même au large, les petites larves sont présentes. Cependant, selon une étude de la répartition côte-large des œufs et larves (ensemble des classes de taille) réalisée au niveau de la même zone (Ettahiri & Berraho, 1999), il a été constaté que la ponte hivernale se faisait à la côte comme au large, alors que celle estivale est essentiellement côtière après que les larves regagnent les stations du large par dérive ou par déplacement actif. De ce fait la dérive ou le déplacement vers le large s'effectuent principalement au début du stade larvaire.

CONCLUSION

Les processus physiques tels que le régime climatique, la turbulence et les structures hydrodynamiques (advection et diffusion) agissent de manière très nette sur les productions primaires (phytoplancton, premier maillon de la chaîne trophique) et secondaire (zooplancton, second maillon de la chaîne trophique). De telles productions interviennent sur la ressource au niveau de la croissance, la fécondité, ainsi que sur le degré de nutrition et de compétitivité. Les sous zone

nord Dakhla - Baie de Cintra est, en effet, très propice au développement larvaire. La dispersion larvaire entre les petites et les grandes larves paraît être négligeable. Cependant, une certaine dispersion entre la répartition des œufs et celle des larves a été soulignée au niveau de la même zone (Ettahiri et. Berraho, 1999). C'est au début du stade larvaire que s'opère la dispersion vers le large.

L'importance de la production primaire et secondaire dans la zone d'étude est une conséquence évidente de la richesse du milieu en substances nutritives issues du phénomène d'upwelling au niveau de Cap Boujdor et Dakhla ainsi qu'au niveau de la zone sud Cap Barbas - Cap Blanc, en effet cette dernière sous zone est le siège de rencontre des ECSA et ECNA.

L'adaptation de la sardine aux conditions environnementales de la côte atlantique marocaine est faite de telle sorte que la frayère et la nourricerie se trouvent très proches et chevauchent par endroit ce qui diminue la mortalité due à la transition entre frayère et nourricerie. De même, l'analyse de la distribution des catégories de larves (petites et grandes) a montré un certain chevauchement des aires d'occurrences des petites et grandes larves.

Références

- Bakun A., 1989. L'océan et la variabilité des populations marines. In J.P. Troadec (ed.). *L'homme et les ressources halieutiques: Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable*. IFREMER, BREST: 155-188.
- Bakun A., 1996. New concepts understanding variability in small pelagic fisheries. ISPM, Workshop on the coastal pelagic resources of upwelling ecosystem of northwest Africa; Casablanca 15-17 Avril 1996.
- Belvèze H., 1984. *Biologie et dynamique des populations de sardine (Sardina pilchardus W) peuplant les côtes Atlantiques Marocaines et propositions pour un aménagement des pêches*. Thèse Doc. D'Etat ès-Sci. Naturelles, Université de Bretagne

- Occidentale. 532p.
- Chesney E. J & Manuel Alonso-Naval, 1989. Costal upwelling and early life history of sardines (*Sardina pilchardus*) along the Galician coast of Spain. Rapp. P.V. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 191 : 63-69
- Conand, F. 1975. Distribution et abondance des larves de clupeïdés au large des côtes du Sénégal et de la Mauritanie en septembre - octobre 1972. Archive. Centre Rech. Oceanogr. Dakar- Thiaoroye, 26, 11 p.
- Ettahiri O., 1996. Etude de la phase planctonique de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.), et de l'anchois, *Engraulis encrasicolus* (L.) des côtes atlantiques marocaines. Thèse de Doc d'université. Université de Bretagne Occidentale, 262p.
- Ettahiri O. 1997. *Caractéristiques des frayères et nourriceries de la sardine, Sardina pilchardus, des côtes atlantiques marocaines* (stock central). COPACE / Rapport du Groupe de Travail ad hoc sur la sardine, Casablanca 25-28 février 1997.
- Ettahiri O. & Berraho, Am. 1999. *Frayères, nourriceries et comportement de ponte de la sardine de la côte atlantique marocaine* (1994-1997) pp. 29-57 dans "Etude ichtyoplanctonologique des principales espèces pélagiques de la côte atlantique marocaine. Trav et Doc. de l'INRH N° 107, 91 pp.
- Ferreiro M. J. & Labarta U. 1984. Spawning areas and seasons of three clupeid species (*Sardina pilchardus*, *Spratus spratus* and *Engraulis encrasicolus*) in the Ria of Vigo (Galician coasts, NW Spain). *Cybium* 1984, 8 (3) : 79- 96.
- Roy, C., 1991. *Réponses des stocks de poissons pélagiques à la dynamique des upwellings en Afrique de l'ouest: Analyse et Modélisation*. Thèse Doctorat d'Université. Université de Bretagne Occidentale.
- Roy, C. 1996. *Upwelling et zones de rétention*, ISPM, Workshop on the costal pelagic resources of upwelling ecosystem of northwest Africa; Casablanca, 15-17 Avril 1996