

Observations sur l'abondance, la composition taxonomique et les affinités écologiques des copépodes pélagiques récoltés dans la région du front Almería-Oran

Observations on the abundance, taxonomic composition and ecological affinities of pelagic copepods collected from the Almeria-Oran frontal region

Gérard Seguin *, Raymond Gaudy**, Ahmed Errhif*, Delphine Thibault**

* Université de Nice et Station zoologique de Villefranche-sur-mer, URA CNRS 716, Université de Paris VI, France

** Centre d'océanologie de Marseille, Station marine d'Endoume, URA CNRS 41, OSU, France

Mots clés : fronts géostrophiques, Méditerranée occidentale, copépodes pélagiques, faunistique

Key-words : fronts, Western Mediterranean, pelagic Copepods, abundance

RÉSUMÉ

Seguin Gérard, R. Gaudy, A. Errhif, D. Thibault, 1993 - Observations sur l'abondance, la composition taxonomique et les affinités écologiques des copépodes pélagiques récoltés dans la région du front Almería-Oran. *Mar. Life*, 3 (1-2) : 19 - 29.

Les fronts sont des zones de discontinuité qui sont marquées par de forts gradients physiques, chimiques et biologiques. Ce sont à la fois des barrières et des lieux d'échanges où une importante quantité d'énergie est dissipée ou transformée ce qui en font des zones de production biologique accélérée et de forte biomasse.

La rencontre ou la juxtaposition des masses d'eau atlantique et méditerranéenne est à l'origine du front situé entre Almería (Espagne) et Oran (Algérie). C'est un front de densité quasi-permanent et en équilibre géostrophique. Au cours de la campagne Almofront I, 82 pêches planctoniques verticales avec des filets triples de 80, 200, et 500 μm de vide de maille ont été effectuées entre 0 et 200 m dans 34 stations réparties sur des aires marquées par un caractère hydrologique ou hydrodynamique différent (eaux atlantiques, jet frontal, tourbillon anticyclonique d'eau atlantique oligotrophe, zone de divergence, eau méditerranéenne type).

L'abondance des copépodes, éléments prépondérants du zooplancton, varie selon les zones d'étude, les densités d'organismes les plus élevées étant surtout rencontrées dans les eaux atlantiques, en particulier dans le jet frontal, et les plus faibles, dans les eaux méditerranéennes. Les copépodes comprennent 87 espèces identifiées. Plusieurs d'entr'elles, déjà connues pour leur large répartition, constituent l'essentiel de la communauté et se retrouvent dans presque toutes les stations. Ainsi, la structure frontale a une incidence marquée sur l'abondance générale des espèces mais affecte peu leur abondance relative et la composition spécifique de l'assemblage de copépodes. Seules quelques espèces peu abondantes mais rencontrées essentiellement dans les eaux atlantiques, peuvent être considérées comme des marqueurs de l'influence atlantique en Méditerranée.

ABSTRACT

Seguin Gérard, R. Gaudy, A. Errhif, D. Thibault, 1993 - [Observations on the abundance, taxonomic composition and ecological affinities of pelagic copepods collected from the Almeria-Oran frontal region]. *Mar. Life*, 3 (1-2) : 19 - 29.

Hydrological fronts are discontinuity zones which display marked physical, chemical and biological gradients. They constitute both barriers and places of exchange where large amounts of energy are dissipated or transformed, resulting in biological production enhancement and high biomass levels.

The meeting or juxtaposition of Atlantic and Mediterranean water masses is at the origin of the front located between Almeria (Spain) and Oran (Algeria). It is a front of quasi-constant density in geostrophic equilibrium. During the Almofront cruise, 83 vertical zooplankton hauls were completed between 0 and 200 m, using a triple WP2 standard net with 80, 200 and 500 μm meshsize silk, at 34 sampling stations located in hydrodynamically or hydrologically different areas (Atlantic water, frontal jet, anticyclonic gyre of oligotrophic Atlantic water, divergence zone and typical Mediterranean water). The abundance of copepods, the main zooplankton component, varied in the studied areas, the highest densities being found in the Atlantic water, especially in the frontal jet, and the lowest, in the Mediterranean water.

A total of 87 copepod species were identified. Certain species which are known to be widespread in temperate water, constituted the bulk of the community and were present in almost all stations. Therefore, the frontal structure had a marked effect on zooplankton density, but did not significantly alter the relative abundance of the main species or the composition of the copepod assemblage. Only a few poorly abundant species, mainly found in the Atlantic water, could thus be considered as indicators of Atlantic influence in the Mediterranean.

INTRODUCTION

Le concept de "front " apparu en météorologie au début du XX^e siècle n'a été que récemment étendu à l'océanographie (The Chapman Conference on Oceanic Fronts in New Orleans, USA 1977, in Fedorov, 1986). Depuis quelques années, l'étude des fronts océaniques s'est développée à l'échelle mondiale, notamment grâce à l'apport de nouvelles méthodes d'observations et de mesures (sondes multiparamétriques, télédétection, etc.).

Les copépodes constituent la fraction dominante du mésozooplancton marin. Dans les zones influencées par la présence de fronts, la répartition des peuplements planctoniques et leur abondance s'avèrent étroitement liées à l'organisation de la structure hydrologique (Sournia *et al.*, 1990). En Méditerranée, dans la région du front liguro-provençal, Durand (1985) et Boucher (1987) avaient déjà étudié, dans cette approche, les peuplements zoo-

planctoniques et plus particulièrement, les copépodes. Plus récemment, Dallot et Seguin (1992) ont mis en évidence dans cette même région la subduction des peuplements superficiels de copépodes pélagiques dans la convergence frontale de la mer Ligur.

En mer d'Alboran, les structures hydrodynamiques en relation avec le courant atlantique sont particulièrement variées : la rencontre, ou la juxtaposition, des masses d'eau océaniques et méditerranéenne est à l'origine du front Almería-Oran (Frontal, 1991), structure quasi-permanente où l'écoulement principal est un "jet" frontal, en "équilibre géostrophique et accompagné d'une intense convergence dans le plan transversal" (Prieur *et al.*, 1992).

Dans cette région, les études consacrées aux copépodes pélagiques privilégient la faunistique. Dès 1950, Massuti et Navarro avaient établi une liste d'espèces avec des indications sur leur abondance. Un important travail, qui a longtemps

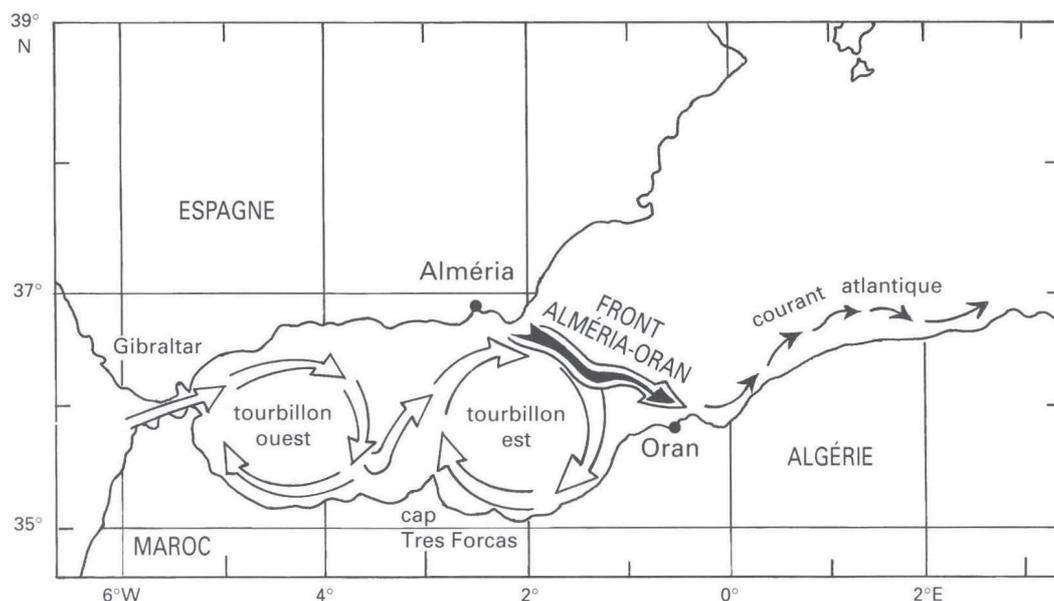


Figure 1 - Schéma général de l'hydrodynamisme en mer d'Alboran (d'après Arnone *et al.*, 1990). /General hydrodynamic scheme of the Alboran Sea (after Arnone *et al.*, 1990).

servi de référence, est celui de Giron (1963), qui inventoriait 72 espèces et 41 genres et calculait leur abondance relative. Par la suite, Duran (1970), Vives *et al.* (1975) et Greze *et al.* (1985) ont complété l'inventaire faunistique des copépodes.

La campagne Almofront I (avril-mai 1991) avait pour but de décrire la distribution des organismes planctoniques et d'analyser les différents processus régulant leur biomasse et leur production biologique, en relation avec l'hydrologie. La physiologie nutritionnelle et métabolique du zooplankton recueilli au cours de la deuxième partie de la campagne a été étudiée par Thibault *et al.* (1994). Le présent travail concerne plus particulièrement l'abondance, la composition faunistique et la répartition des copépodes pélagiques récoltés pendant les deux parties de la campagne.

CARACTÈRES HYDROLOGIQUES DE LA ZONE ÉTUDIÉE

La mer d'Alboran est constituée de deux bassins qui forment une aire de transition et de mélange entre les eaux atlantiques moins salées (salinité moyenne : 36.5psu) et les eaux à salinité plus élevée de Méditerranée (salinité moyenne : 37.15psu).

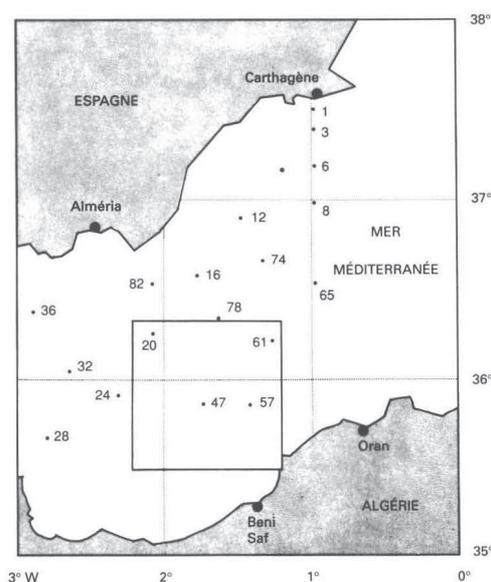


Figure 2 - Position des stations au cours de la première partie de la campagne Almofront. Le carré indique le secteur décrit dans la Figure 3 (modifié d'après Prieur, 1993). / Station locations during leg A of the Almofront study (after Prieur, 1993).

La circulation y est tourbillonnaire mais s'ordonne progressivement vers l'est, en mer d'Alboran, le long d'un front géostrophique puissant (Figure 1).

Tableau 1 - Température, salinité et teneur en chlorophylle a aux différentes stations (première partie) où des pêches planctoniques ont été faites et aux différents sites (deuxième partie : moyennes de plusieurs stations d'après Videau et Birrien, 1992) de la campagne Almofront. / Temperature, salinity, and chlorophyll a concentrations for individual stations (leg A) or net haul locations (leg B : averages of several stations based on Videau and Birrien, 1992).

Leg A (24 avril au 12 mai 1991)

Station	Température 50 m (°C)	Salinité 50 m	Chl. a 0-150 m (µg l ⁻¹)	Station	Température 50 m (°C)	Salinité 50 m	Chl. a 0-150 m (µg l ⁻¹)
1	14.06	37.67		32	14.42	37.27	0.47
3	14.28	37.47	0.51	36	14.18	37.58	0.84
6	14.88	37.25	0.93	47	15.32	36.58	
8	14.72	37.13	0.38	57	15.39	36.66	0.60
12	15.29	36.78	0.45	61	14.74	37.06	1.08
16	14.71	37.17	0.52	65	14.50	37.25	0.62
20	14.53	37.25	0.46	74	15.04	36.79	
24	14.49	36.98	2.20	78	14.65	36.99	0.53
28	14.87	36.67	0.89	82	14.55	37.39	0.53

Leg B (13 au 26 mai 1991)

Site	Température 50 m (°C)	Salinité 50 m	Chl. a 0-150 m (µg l ⁻¹)	Site	Température 50 m (°C)	Salinité 50 m	Chl. a 0-150 m (µg l ⁻¹)
1	16.9	36.67	0.520	4	17.3	36.85	0.280
2	17.8	36.73	0.313	5	17.1	36.68	0.640
3	18.2	37.40	0.166	6	17.1	36.72	0.253

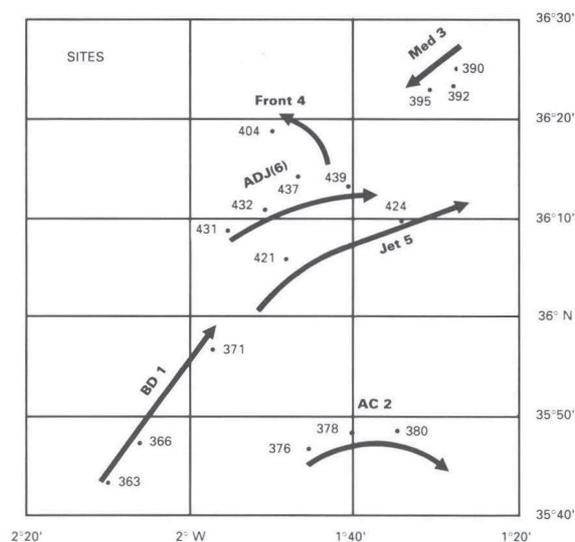


Figure 3 - Position des sites et des stations au cours de la deuxième partie de la campagne Almofront, en fonction des courants (modifié d'après Prieur, 1993). / Study site and station locations during leg B of Almofront relative to currents (after Prieur, 1993).

Les images satellitaires du front obtenues antérieurement indiquent que la masse des eaux atlantiques pénétrant en Méditerranée s'arrête au sud de la côte espagnole (Almería) où se produit la convergence avec les eaux méditerranéennes, puis les eaux atlantiques sont déviées vers Oran. Une partie d'entre elles est retenue dans un tourbillon anticyclonique, au sud, tandis que le restant, qui continue le long de la côte algérienne, est à l'origine du courant atlantique circulant dans le bassin occidental méditerranéen (Arnone *et al.*, 1990).

En raison de la qualité des eaux en présence, le front Almería-Oran apparaît donc essentiellement un front de densité (Tintore *et al.*, 1988 ; Arnone *et al.*, 1990) où l'on observe de forts gradients de salinité (Prieur *et al.*, 1992). Les conditions thermiques rencontrées pendant cette étude sont par contre assez indépendantes de la nature des masses d'eau en présence.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les pêches planctoniques ont été réalisées grâce à un ensemble de trois filets de type WP2, munis respectivement de soies de 80, 200 et 500 μm de vide de maille et montés sur une même armature. L'intérêt de ce dispositif est d'obtenir un meilleur échantillonnage des zooplanctons de différentes classes de taille, les gros éléments étant plus efficacement capturés par le filet à maille de 500 μm , et les plus petits, par les filets à mailles fines (Bourdillon, 1964). Notre étude porte sur les échantillons récoltés simultanément par ces trois types de filets, dans la couche d'eau comprise entre 0 et 200 m de profondeur, cette fraction de la colonne d'eau étant celle où se rencontre en général la plus forte densité zooplanctonique (Razouls et Thiriot, 1973).

Au total 52 pêches verticales triples ont été effectuées dans 18 stations au cours de la première partie de la campagne (24 avril au 12 mai 1991 : Figure 2) et dans 16 stations pour la seconde partie (13 mai au 26 mai : Figure 3).

Les pêches de la première partie quadrillent largement toute la partie orientale de la mer d'Alboran (étude synoptique). Celles de la deuxième partie, plus spécialement destinées à une étude des processus, ont été faites selon le même protocole au cours de stations de longue durée dont une ou plusieurs d'entre elles étaient relatives à un site caractéristique d'une condition hydrologique particulière (Prieur *et al.*, 1992). En raison de la juxtaposition de masses d'eau d'origine différente, les conditions du milieu sont peu homogènes, mais leur variabilité intra-site est inférieure à la variabilité inter-site, ce qui justifie le choix des zones étudiées (Prieur *et al.*, 1992). Le Tableau 1 donne une information succincte sur les conditions physiques, chimiques et biologiques relevées dans les différentes stations ou sites explorés au cours de l'ensemble de la mission. La localisation des stations en fonction du caractère des eaux peut être appréciée d'après leurs caractéristiques halines et leur situation vis-à-vis des conditions hydrodynamiques. Les stations 1, 3, 6, correspondent à des eaux méditerranéennes type ; les stations 8, 12, 74 et 78 se situent dans le tourbillon anticyclonique d'eau méditerranéenne du sud de Carthage. Les stations 16 à 61 et la station 82 sont influencées par des eaux atlantiques, et plusieurs d'entre elles se trouvent sur le trajet du jet frontal (stations 28, 37, 47, 61).

Le site 3 (Med : stations 390, 392, 395) est le domaine où l'influence de l'eau méditerranéenne, (qui forme un tourbillon anticyclonique au nord de la zone parcourue), est la plus nette. L'isohaline 37,5 psu, se situe à 72 m, les eaux susjacentes étant légèrement dessalées. La biomasse chlorophyllienne et la production primaire y sont assez faibles.

Les cinq autres sites sont directement ou indirectement influencés par les eaux atlantiques

Le site 1 représente le bord droit du jet frontal (BD : stations 363, 366, 371). Les eaux de surface y sont les moins salées. La biomasse chlorophyllienne et la production primaire présentent des valeurs fortes. Le site 5 (J., stations 421, 424) est situé dans la zone de courant maximum. La veine atlantique y est un peu moins épaisse, tandis que la chlorophylle atteint son maximum bien que la production primaire n'y présente qu'une valeur moyenne. Le site 6 représente le bord gauche du jet atlantique (BG, stations 431, 432, 439). La moyenne de la chlorophylle entre 0 et 150 m est faible mais elle est par contre élevée si elle est calculée dans la limite de la zone euphotique (Videau *et al.*, 1993) ; la production primaire est également forte, particulièrement par rapport au site adjacent, le site 4. Ce dernier (D station 404) est situé au voisinage du gradient de densité de l'enveloppe frontale mais semble lié aux eaux méditerranéennes dont il repré-

sente probablement une zone de divergence avec un faible courant portant à l'ouest (alors qu'il porte à l'est au site 6). Enfin, au sud du courant atlantique, le site 2 (AC, stations 376, 378, 380) est un tourbillon anticyclonique d'eau atlantique s'accumulant sur une grande épaisseur et présentant des conditions d'oligotrophie qui l'opposent à la plus grande richesse des eaux entraînées par le jet atlantique.

Les résultats quantitatifs (nombre d'individus par mètre cube d'eau) intègrent les données obtenues avec les filets de différents types de maille. Les nauplii (filet 80 µm) n'ont pas été considérés dans cette analyse.

RÉSULTATS

Inventaire des espèces

Au total, 87 espèces de Copépodes ont été déterminées et sont réparties en 27 familles et 34 genres. D'autres, le plus souvent à l'état de stades immatures, n'ont pu être identifiées avec certitude.

Famille des CALANIDAE

- Calanus helgolandicus* Claus, 1863
- Calanus gracilis* Dana, 1849
- Calanus tenuicornis* Dana, 1849
- Calanus robustior* Giesbrecht, 1888
- Calanus minor* Claus, 1863
- Calanus brevicornis* Dana, 1849

Famille des EUCALANIDAE

- Eucalanus attenuatus* Dana, 1948
- Eucalanus elongatus* Dana, 1849
- Eucalanus crassus* Giesbrecht, 1888
- Eucalanus monachus* Giesbrecht, 1888
- Rhincalanus cornutus* Dana, 1849
- Rhincalanus nasutus* Giesbrecht, 1888
- Mecynocera clausi* J.C. Thompson, 1888

Famille des PARACALANIDAE

- Paracalanus parvus* Claus, 1863

Famille des CALOCALANIDAE

- Calocalanus styliremis* Giesbrecht, 1888

Famille des CLAUSOCALANIDAE

- Clausocalanus arcuicornis* Dana, 1849
- Clausocalanus furcatus* Brady, 1883
- Clausocalanus pergens* Farran, 1885
- Clausocalanus lividus* Frost et Fleminger, 1968

Famille des AETIDEIDAE

- Chiridius poppei* Giesbrecht, 1892
- Euchirella messinensis* Claus 1863
- Euchirella rostrata* Claus, 1866
- Euchirella truncata* Esterly, 1911

Famille des EUCHAETIDAE

- Euchaeta marina* Prestandrea, 1833
- Euchaeta hebes* Giesbrecht, 1888
- Euchaeta acuta* Giesbrecht, 1892
- Euchaeta spinosa* Giesbrecht, 1892

Famille des PHAENIDAE

- Phaenna spinifera* Claus, 1863

Famille des SCOLECITRICHIDAE

- Scolecithrix bradyi* Giesbrecht, 1888

Famille des TEMORIDAE

- Temora stylifera* Dana, 1849

Famille des METRIDIIDAE

- Pleuromamma abdominalis* Lubbock, 1856
- Pleuromamma gracilis* Claus, 1863
- Pleuromamma borealis* F. Dahl, 1896

Famille des CENTROPAGIDAE

- Centropages chierchiae* Giesbrecht, 1889
- Centropages hamatus* Lilljeborg, 1853
- Centropages typicus* Kroyer, 1849

Famille des LUCICUTIIDAE

- Lucicutia flavicornis* Claus, 1863

Famille des HETERORHABDIDAE

- Heterorhabdus* sp.

Famille des AUGAPTILIDAE

- Haloptilus longicornis* Claus, 1863
- Haloptilus acutifrons* Giesbrecht, 1882

Famille des ARIETELLIDAE

- Arietellus setosus* Giesbrecht, 1892

Famille des CANDACIIDAE

- Candacia longimana* Claus, 1863
- Candacia armata* Boeck, 1872
- Candacia elongata* Boeck, 1872
- Candacia bipinnata* Giesbrecht, 1889
- Candacia varicans* Giesbrecht, 1892

Famille des PONTELLIDAE

- Anomalocera patersoni* Templeton, 1837
- Pontellina plumata* Dana, 1849
- Labidocera acutifrons* Dana, 1849

Famille des ACARTIIDAE

- Acartia clausi* Giesbrecht, 1889
- Acartia longiremis* Lillejeborg, 1853
- Acartia discaudata* Giesbrecht, 1881
- Acartia danae* Giesbrecht, 1889

Famille des OITHONIDAE

- Oithona hebes* Giesbrecht, 1891
- Oithona helgolandica* Claus, 1866
- Oithona linearis* Giesbrecht, 1891
- Oithona nana* Giesbrecht, 1892
- Oithona plumifera* Baird, 1843
- Oithona setigera* Dana, 1849

Famille des RATANIDAE

- Ratania flava* Giesbrecht, 1892

Famille des ECTINOSOMIDAE

- Microsetella rosea* Dana, 1847
- Microsetella norvegica* Boeck, 1864

Famille des TACHIDIIDAE

- Euterpina acutifrons* Dana 1847

Famille des CLYTEMNESTRIDAE (PSEUDOPELTIDIIDAE)

- Clytemnestra scutellata* Dana, 1847

Famille des ONCAEIDAE

- Oncaea venusta* Philippi, 1843
- Oncaea media* Giesbrecht, 1891
- Oncaea dentipes* Giesbrecht, 1891
- Oncaea conifera* Giesbrecht, 1891

Famille des SAPPHIRINIDAE

- Sapphirina angusta* Dana, 1849
- Sapphirina iris* Dana, 1849
- Sapphirina lactens* Giesbrecht, 1892
- Sapphirina sali* Farran, 1929
- Sapphirina opalina* Dana, 1849
- Sapphirina ovatlanceolata* Dana, 1849
- Sapphirina nigromaculata* Claus, 1863
- Sapphirina bicuspidata* Giesbrecht, 1891
- Sapphirina intestinata* Giesbrecht, 1891
- Sapphirina maculosa* Giesbrecht, 1892
- Sapphirina scarlata* Giesbrecht, 1891
- Copilia mirabilis* Dana, 1849
- Copilia mediterranea* Claus, 1863

Tableau 2 - Abondance totale, nombre d'espèces identifiées et pourcentages des espèces principales rencontrées au cours des deux parties de la campagne. / Total abundance, number of species, and relative abundance of the major species based on samples from legs A and B.

Station	1	3	6	8	12	16	20	24	28
Abondance totale m ⁻³	668	2300	5083	3803	4673	3174	2649	2853	4883
Nombre d'espèces	23	28	22	24	25	27	23	28	28
	Abondance relative (%)								
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0.05	26.41	34.02	34.10	39.93	41.67	37.64	17.71	39.47
<i>C. arcuicornis</i>	30.42	59.79	60.11	60.25	44.42	42.23	48.96	46.59	43.35
<i>Oithona helgolandica</i>	8.31	3.16	1.77	1.77	0.15	2.12	3.72	9.57	0.85
<i>Oncaea dentipes</i>	8.30	0.23	0.54	0.54	1.03	1.96	0.59	1.37	2.76
<i>Acartia clausi</i>	30.42	1.35	0.68	0.68	0.74	1.63	0.98	2.74	1.38
<i>Calanus helgolandicus</i>	0.10	0.01	0.01	0.01	0.13	0.22	0.01	1.37	0.74
<i>C. brevicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. tenuicornis</i>	0.01	0.90	0.01	0	0	0	0	0	0
<i>Eucalanus elongatus</i>	0.02	0.23	0.14	0.14	0.29	0.98	0.78	2.74	0.74
<i>E. crassus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1.37	1.70
<i>Pleuromamma borealis</i>	0	0	0.10	0.04	0.02	0.49	0.01	0.01	0.53
<i>Centropages chierchiae</i>	0.05	0	0	0	0	0.1	0	0	0
Station	32	36	47	57	61	65	74	78	82
Abondance totale m ⁻³	3768	2669	4513	2818	2229	1805	338	453	498
Nombre d'espèces	37	28	30	36	34	30	27	22	27
	Abondance relative (%)								
<i>Clausocalanus furcatus</i>	34.42	49.57	32.57	37.56	29.37	40.72	7.68	7.99	9.37
<i>C. arcuicornis</i>	48.17	46.59	43.35	46.06	43.76	45.64	38.39	27.42	32.95
<i>Oithona helgolandica</i>	2.48	6.61	1.96	1.84	4.89	3.74	6.14	19.43	7.29
<i>Oncaea dentipes</i>	1.65	6.41	0.84	0.03	0.01	0	0.012	0.01	0.02
<i>Acartia clausi</i>	3.42	2.53	0.92	0.74	0.23	0.57	3.07	3.43	2.08
<i>Calanus helgolandicus</i>	0.41	0.01	1.26	0.37	1.63	0.01	3.05	0.13	0.01
<i>C. brevicornis</i>	0.14	0.01	0	0	0.23	0	0	1.15	0
<i>C. tenuicornis</i>	0.14	0.58	0	0	0	0	1.53	0	0
<i>Eucalanus elongatus</i>	0.27	0.02	0.57	0.18	0.23	0.86	1.53	1.14	1.04
<i>E. crassus</i>	0.01	0.19	0.57	0.01	1.86	0.04	7.68	1.14	0
<i>Pleuromamma borealis</i>	0	0.19	0.62	0.10	1.40	0.01	0.05	2.29	2.59
<i>Centropages chierchiae</i>	0	0	0	0	5.19	0	0	0	0
Station	363	366	371	376	378	380	390	392	395
Abondance totale m ⁻³	1327	1088	298	219	511	382	353	427	392
Nombre d'espèces	31	30	32	24	21	22	13	26	17
	Abondance relative (%)								
<i>Clausocalanus furcatus</i>	37.49	28.28	8.21	0.02	21.94	15.32	15.19	21.59	10.58
<i>C. arcuicornis</i>	45.94	42.14	40.91	35.63	40.73	52.90	58.03	49.95	69.74
<i>Oithona helgolandica</i>	1.84	4.71	6.55	7.79	4.94	10.12	4.15	1.10	0
<i>Oncaea dentipes</i>	2.39	5.60	3.27	6.68	2.97	7.66	1.41	1.14	9.76
<i>Acartia clausi</i>	0.73	0.22	3.27	2.23	0	0	0	1.14	1.24
<i>Calanus helgolandicus</i>	0.41	1.57	3.27	2.74	0	1.28	0	0.04	0
<i>C. brevicornis</i>	0	0.22	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. tenuicornis</i>	0	0.05	1.64	0	0	0	0	0	0
<i>Eucalanus elongatus</i>	0.23	1.13	1.64	1.11	0.40	1.28	2.76	2.24	0
<i>E. crassus</i>	0.06	2.25	0.32	0.11	0	0	0	0	0
<i>Pleuromamma borealis</i>	0.49	1.35	1.10	3.18	1.58	0.23	0	0.57	0
<i>Centropages chierchiae</i>	0.01	0.22	0.70	0.33	0.30	0	0	0	0
Station	404	421	424	431	432	437	439		
Abondance totale m ⁻³	595	880	705	1833	1955	1452	1389		
Nombre d'espèces	17	24	29	29	28	25	28		
<i>Clausocalanus furcatus</i>	18.85	21.41	20.06	20.69	25.13	31.35	24.60		
<i>C. arcuicornis</i>	54.32	42.22	40.31	58.74	54.18	51.51	46.06		
<i>Oithona helgolandica</i>	5.53	4.44	4.15	1.29	1.49	1.69	3.86		
<i>Oncaea dentipes</i>	2.46	1.66	6.23	3.19	5.49	2.68	8.22		
<i>Acartia clausi</i>	1.64	1.11	2.42	3.45	1.24	1.67	1.40		
<i>Calanus helgolandicus</i>	0.242	2.22	0.69	1.06	0.19	0.34	0.72		
<i>C. brevicornis</i>	0	0.56	0.05	0.07	0.07	0.02	0.15		
<i>C. tenuicornis</i>	0	1.11	0	0	0.25	0.34	0		
<i>Eucalanus elongatus</i>	2.12	1.11	2.42	2.14	1.74	1.34	1.05		
<i>E. crassus</i>	2.46	4.99	5.53	1.86	1.25	1.34	1.06		
<i>Pleuromamma borealis</i>	0	0	0.10	0	0.72	0	0.58		
<i>Centropages chierchiae</i>	0.019	0.11	0.16	0.05	0.07	0.03	0		

Copilia vitrea Haeckel, 1864

Famille des CORYCAEIDAE

Corycaeus (Agetus) limbatus Brady, 1883

Corycaeus (A.) typicus Kroyer, 1849

Corycaeus (A.) flaccus Giesbrecht, 1891

Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti
F. Dahl, 1894

Corycaeus (Urocorycaeus) furcifer Claus, 1863

Farranula rostrata Claus, 1863

Abondance et distribution des copépodes

Des informations détaillées sur la localisation par station de ces différentes espèces sont données par Errhif (1992). Nous nous bornerons ici à rapporter les traits essentiels de cette analyse.

L'abondance totale des copépodes varie beaucoup selon la nature des eaux. Elle est généralement plus élevée dans les eaux atlantiques, plus particulièrement dans la zone de courant maximum (jet frontal) et plus basse dans les eaux méditerranéennes.

– Eau méditerranéenne (stations 1, 3, 6, 8, 12, 65, 74, 78 ; site 3).

Au cours de l'étude synoptique, l'abondance des copépodes est relativement limitée (moins de 2000 ind.m⁻³), dans la plupart des stations d'influence méditerranéenne, à l'exception de certaines (6, 8, 12) où les valeurs sont comprises entre 3800 et 5000 ind.m⁻³. Les stations 8 et 12 correspondent à des eaux plus riches en chlorophylle que les eaux méditerranéennes adjacentes, ce qui pourrait expliquer un développement local du zooplancton.

C'est également dans les eaux méditerranéennes du site 3 (stations 390, 392 et 395), explorées une quinzaine de jours plus tard, que la densité de copépodes est comparativement la plus faible (352 à 427 ind m⁻³).

– Zone de divergence du front (site 4 : station 404).

Cette zone n'a été prise en considération pour l'étude faunistique qu'au cours de la deuxième partie de la campagne. L'abondance des copépodes (504 ind. m⁻³) y présente une valeur moyenne par rapport aux autres sites étudiés au cours de cette période.

– Zone du jet frontal (stations 24, 28, 32, 47, 57 ; sites 1, 5 et 6).

Au cours de l'étude synoptique, le zooplancton est plus abondant (2800 à 4900 ind. m⁻³) dans les stations situées sur le trajet du jet, qui sont aussi les zones les plus riches en phytoplancton (Fiala *et al.*, 1993).

Pendant la deuxième partie de la campagne, trois sites du jet ont été étudiés plus en détail.

Dans le site 1 (bord droit du jet), on observe dans deux de ses trois stations une forte abondance des copépodes, particulièrement pour les stations

les plus en amont dans le courant (1327, 1088 et 297 ind. m⁻³ pour les stations 363, 366 et 371, respectivement).

Dans la zone centrale du jet (site 5), les copépodes sont relativement moins abondants (705 et 380 ind. m⁻³ aux stations 421 et 424) alors que, dans la partie gauche du jet (site 6), leur densité est la plus forte (de 1389 à 1955 ind m⁻³).

– Zone du tourbillon anticyclonique

Aucun prélèvement de zooplancton n'a concerné cette région au cours de la première partie de la campagne ; par contre, ce site (site 2) étudié lors de la deuxième partie, a été identifié comme un tourbillon d'eau atlantique vieillie, en voie d'isolement de la veine principale et s'orientant vers l'oligotrophie. Le zooplancton s'y montre particulièrement clairsemé avec des valeurs d'abondance se situant parmi les plus faibles de cette étude (220 à 510 ind. m⁻³).

Caractère général de la composition taxonomique

L'essentiel du peuplement est constitué par deux espèces du genre *Clausocalanus* (*C. arcuicornis* et *C. furcatus*) dont l'abondance relative varie de 60 à 89 % environ des effectifs de copépodes de la plupart des stations, quelque soit la période de prélèvement. Des valeurs plus basses sont relevées au cours de la première partie de la campagne, dans la station la plus proche de la côte (station 1 : 30% environ) et dans les stations 78 et 82 (35 et 42%), et, au cours du deuxième leg, aux stations 371 et 376 (45 et 49%). Parmi les espèces les mieux représentées ensuite, pour l'ensemble de la campagne, *Oithona helgolandica* et *Oncaea dentipes* n'atteignent jamais 10% et restent le plus souvent proches de 1 à 2% des effectifs. Les autres espèces de copépodes ne montrent qu'occasionnellement une abondance relative supérieure à 2%. et ne sont pas présents dans toutes les stations. Parmi ces espèces, *Calanus helgolandicus*, *Eucalanus elongatus*, *E. crassus*, *Pleuromamma borealis* et *P. abdominalis*, formes de grande taille, sont à signaler. Notons enfin à nouveau le cas particulier de la station 1 où une communauté de type néritique prédomine, avec une abondance relative particulière des copépodes *Acartia clausi* (30%), *Oncaea media* (11%), *Oithona helgolandica* (8,3%), *Calanus minor* (2,8%), et *Centropages* sp. (probablement des juvéniles de *Centropages typicus* : 2,8%).

Relations entre les espèces de copépodes et les eaux atlantiques

Selon Furnestin *et al.* (1966) et Furnestin (1979), 31 espèces de Copépodes sont l'objet d'un transport quasi-continu en Méditerranée par le détroit de Gibraltar. Ces espèces s'y adapteraient avec plus ou moins de difficultés, pénétrant plus ou moins loin dans le bassin occidental le long du trajet du courant atlantique.

Giron (1963), lors de son étude en mer d'Alboran, répertorie pour sa part 21 espèces d'origine atlantique. Cette liste est confirmée ou complétée par Mazza, 1967 ; Duran, 1970 ; Seguin, 1972 et Greze *et al.*, 1985. Le Tableau 3 résume les informations disponibles sur cette faune susceptible d'indiquer une influence atlantique en Méditerranée.

Tableau 3 - Liste des espèces de copépodes considérées comme indicatrices de l'influence atlantique en Méditerranée d'après Giron, 1963 et Greze *et al.*, 1985. / *List of copepod species considered as indicators of the Atlantic influence on the Mediterranean based on Giron, 1963 and Greze et al., 1985.*

Calanus robustior
Pleuromamma borealis
Calanus brevicornis = *Calanoides carinatus*
Pleuromamma piseki
Eucalanus crassus
Pleuromamma abdominalis
Eucalanus hyalinus
Centropages chierchiae
Mecynocera clausi
Centropages violaceus
Acrocalanus gibber
Lucicutia flavicornis
Calocalanus styliremis
Heterostylites longicornis
Calocalanus pavo
Pontellopsis regalis
Calocalanus plumulosus
Pontellina plumata
Calocalanus nabimiensis
Candacia bipinnata
Calocalanus omaniensis
Candacia aethiopica
Calocalanus gracilis
Acartia danae
Calocalanus indicus
Macrosetella oculata
Ctenocalanus vanus
Oncaea atlantica
Euchirella intermedia
Lubbockia aculeata
Metridia lucens
Corycaeus africanus
Pleuromamma xiphias
Corycella curtus

Au cours de la première partie de la campagne, plusieurs de ces espèces ont été récoltées dans les stations indépendamment de l'origine atlantique ou méditerranéenne de leurs eaux. *Calanus brevicornis*, *C. robustior* et *C. tenuicornis* sont peu abondants, *Centropages chierchiae*, *Lucicutia flavicornis* et *Pontellina plumata* ont également une abondance très limitée à laquelle s'ajoute une fréquence faible. *Pleuromamma abdominalis* est plus abondant mais sa distribution ne marque pas de préférence particulière pour un type d'eau particulier. En revanche, la distribution de *Pleuromamma borealis* apparaît plus étroitement liée à la qualité des masses d'eau. Cette espèce est en effet absente ou très rare dans les eaux méditerranéennes, alors qu'elle peut atteindre des pourcentages d'abondan-

ce beaucoup plus élevés dans les eaux atlantiques, notamment au voisinage supposé de la limite frontale, dans l'alignement Almería-Oran (stations 16, 61, 78, 82).

Au cours de la deuxième partie de la campagne, *Calanus helgolandicus*, *Eucalanus crassus* et *Centropages chierchiae*, absents ou très rares dans les eaux méditerranéennes sont relativement abondants dans les autres sites (notamment *E. crassus*, au centre du jet frontal). *Calanus brevicornis* a une distribution analogue, mais sa présence en eau atlantique est limitée aux stations du jet. *Pleuromamma borealis* est essentiellement cantonné dans les eaux du jet, surtout à son bord droit (site 1), et également dans le tourbillon anticyclonique adjacent (site 2). Il n'est présent qu'à une seule station du site méditerranéen mais avec une abondance relative très limitée.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans son ensemble, la région orientale de la mer d'Alboran étudiée au cours de la campagne Almofront est caractérisée par une plus grande abondance des copépodes dans les eaux sous influence atlantique, particulièrement celles correspondant au jet frontal, où leur densité peut être occasionnellement deux fois (leg A) à quatre fois (leg B) supérieure aux valeurs rencontrées dans les stations méditerranéennes. De tels enrichissements de biomasse ont déjà été signalés dans des structures frontales, notamment en Manche où les biomasses sont multipliées par 30 par rapport aux eaux adjacentes (Pingree *et al.*, 1974) ou dans le Kuroshio où les biomasses sont multipliées par 6 (Yamamoto et Nishizawa, 1986). Dans la zone étudiée en mer d'Alboran, au voisinage du front, l'abondance zooplanctonique peut résulter de l'apport permanent de la faune atlantique superficielle par Gibraltar, celle-ci restant ensuite localisée dans les eaux superficielles où elle y apparaît plus concentrée que dans les eaux atlantiques de même niveau (Greze *et al.*, 1985). D'après ces auteurs, ce phénomène pourrait expliquer un doublement de l'abondance zooplanctonique en mer d'Alboran par rapport aux eaux atlantiques de l'ouest de Gibraltar. Cependant, la rareté des espèces indicatrices ne permet pas de confirmer ce phénomène. L'excédent de densité zooplanctonique au niveau des structures frontales semble plutôt indiquer une augmentation de la production secondaire en relation avec les conditions particulières de richesse phytoplanctonique liées au phénomène de front. C'est en effet sur le parcours du jet frontal que les valeurs les plus élevées de chlorophylle et d'abondance phytoplanctonique (diatomées) ont été relevées (Videau *et al.*, sous-pressé ; Fiala *et al.*, sous-pressé) A l'appui de cette hypothèse, Thibault *et al.* (sous-pressé) ont montré que dans les six sites considérés au cours de la deuxième partie de la campagne, la physiologie nutritionnelle et métabolique des copépodes était

plus active dans les zones à plus forte biomasse phytoplanctonique. Ceci devrait conduire à une élévation de la production secondaire et en particulier, de la ponte. Gaudy *et al.* (1992) trouvent effectivement une fréquence plus grande des nauplii dans le peuplement zooplanctonique des sites les plus productifs (jet) de la région frontale.

Entre la première et la deuxième parties de la campagne, la densité moyenne des copépodes s'appauvrit considérablement. Dans les eaux méditerranéennes, en début de campagne, les densités de copépodes dans les stations méditerranéennes les moins soumises à l'influence enrichissante de la côte (par exemple les stations 74 et 78) sont analogues à celles du site 3 analysé plus tard. Par contre, l'abondance dans les eaux du jet est beaucoup plus élevée au cours de la première partie de la campagne que par la suite. Ceci pourrait être lié à des variations temporelles des caractéristiques trophiques du milieu (chlorophylle ; abondance algale) plus accusées dans les sites eutrophes que dans les sites oligotrophes. La deuxième partie de la campagne apparaîtrait ainsi comme une période de déclin de la forte poussée phytoplanctonique qui avait été observée au cours du premier leg. Ceci est corroboré en particulier par l'accroissement de la proportion des dinoflagellés, stades de maturation ultérieurs du peuplement phytoplanctonique, par rapport aux diatomées (Videau *et al.*, 1994).

Le peuplement de copépodes est largement dominé par le groupe des *Clausocalanus* dans toutes les stations. Ceci est en accord avec les observations antérieures en Mer d'Alboran (Giron, 1963, Vives *et al.*, 1975, Greze *et al.*, 1985) et confirme le caractère tolérant de ces copépodes, qui abondent dans les eaux côtières indépendamment de la variabilité des conditions trophiques ou halines, mais qui constituent également une fraction importante de la communauté du large, dans la plupart des régions de Méditerranée (Gaudy, 1985).

La dépendance des autres copépodes vis-à-vis des conditions hydrologiques est plus ou moins marquée selon les espèces, en fonction probablement de leur degré de tolérance à la salinité. La plupart des grandes espèces se rencontrent partout, indépendamment de la nature des eaux, mais *Calanus helgolandicus* semble plus abondant dans les eaux liées au jet frontal, et plus particulièrement au bord droit du jet et dans la première station analysée dans le tourbillon anticyclonique atlantique adjacent. La dépendance de cette espèce essentiellement phytophage vis-à-vis des conditions trophiques régnant dans un environnement frontal avait déjà été notée par Boucher (1987) dans le front ligure. L'abondance de *Calanus helgolandicus* dans la région du front Alméria-Oran est cependant considérablement plus réduite que dans la zone ligure étudiée par Boucher, mais ceci pourrait résulter d'un phénomène saisonnier chez cette espèce dont les fluctuations d'abondance liées au cycle biologique sont bien connues (Vives, 1978), la

période d'étude n'étant pas la même dans les deux cas considérés.

La diversité spécifique montre dans la plupart des cas la présence d'un nombre plus élevé d'espèces dans les stations dépendant des eaux atlantiques (jusqu'à 37 espèces identifiées), alors que dans les eaux méditerranéennes ce nombre est plus faible (maximum de 20 espèces). Au total, dans l'ensemble de la zone étudiée, nous avons récolté 87 espèces de copépodes, soit environ 19% de l'inventaire global des copépodes de Méditerranée (476 espèces recensées dans MEDIFAUNE : Seguin *et al.*, 1992). Ces chiffres sont comparables à l'inventaire de 81 espèces récoltées à proximité des côtes algériennes, qui sont également sous l'influence du courant atlantique (Seguin, 1973). Il est par contre plus élevé que ceux rapportés pour la région sud tyrrhénienne (67 espèces) et le secteur siculorsarde (74 espèces) par Ehrhardt (1963) ou pour le secteur est-Corse (69 espèces) par Furnestin (1960). Ce gradient décroissant de richesse spécifique tout au long du trajet du courant atlantique en Méditerranée correspond vraisemblablement à une dégradation des conditions trophiques (appauvrissement graduel) provoquant une disparition de certaines espèces océaniques qui ne retrouvent pas en aval du courant les conditions de nourriture dans lesquelles elles avaient commencé leur développement plus en amont.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme national Frontal.

BIBLIOGRAPHIE

- Arnore R. A., D.A. Wissenburg, K.D. Saunders, 1990 - The origin and characteristics of the Algeria current. *J. geophys. Res.*, **95**, C2 : 1587-1598.
- Bourdillon A., 1964 - L'échantillonnage du zooplancton marin, pp.109-184. In : *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques*. M. Lamotte, P. Bourlière (eds), Masson et Cie, Paris, 294 pp.
- Boucher J., 1987 - Déterminisme et dynamique de la répartition spatiale des populations de Copépodes des zones de résurgences côtières nord-est atlantiques et du front liguro-provençal. *Thèse Doct. Sci., Univ. Paris VI*, Vol. I, 185 pp., Vol. II, Annexes, 274 pp.
- Dalot S., G. Seguin, 1992 - Subduction des peuplements superficiels de copépodes pélagiques dans la convergence frontale de la Mer Ligure. *Rapp. P.-v. Réunion. Comm. int. Explor. scient. Mer Médit.*, 33 pp.
- Duran M., 1970 - Sur la présence dans les eaux de Castellon, de copépodes considérés comme d'origine atlantique. *Journées Etud. Planctonol.*, pp. 39-43, *Comm. int. Expl. scient. mer Médit.*
- Durand J., 1985 - Contribution à l'étude de la dynamique de la production zooplanctonique sur le front liguro-provençal (Méditerranée nord-occidentale). *Mémoire de DEA Océanologie*. Université d'Aix-Marseille II, 41 pp.
- Errhif A., 1992 - Diversité et structure des peuplements de copépodes pélagiques de grande taille durant la campagne ALMOFRONT I. *Mémoire DEA*, Université Aix-Marseille III, 49 pp.

- Ehrhardt J.P., 1967 - Contribution à l'étude du plancton superficiel et sub-superficiel du canal de Sardaigne et de la mer sud-Tyrrhénienne. *Cah. océanogr.*, **19(8,9,10)** : 657-921.
- Fedorov K.N., 1986 - The Physical Nature and Structure of Oceanic Fronts. *Lecture Notes coast. estuar Stud.*, **19 (8)** : 333 pp.
- Fiala M., A. Sournia, H. Claustre, J-C. Marty, L. Prieur, G. Vétion, *in press* - Gradients of phytoplankton abundance, composition and photosynthetic pigments across the Almeria-Oran front (SW Mediterranean Sea). *J. mar. Syst.*
- Fredj G., M. Meinardi, R. Manas, 1988 - MEDIFAUNE. Une banque de données sur la faune méditerranéenne. In : *Premières journées d'étude des Producteurs français de banques de données biologiques factuelles*, Editions d'Olmo, Saint-Laurent-du-Var, pp. 115-145.
- Frontal, 1991 - Rapport d'activité (janvier 1990 à septembre 1991) et prospective, 17 pp.
- Furnestin M.L., C. Maurin, J.Y. Lee, R. Raimbault, 1966 - Eléments de planctologie appliquée. *Publs Inst. Sci. Techn. Pêches mar.*, pp : 1-30.
- Furnestin M.L., 1979 - Aspects of the Zoogeography of the Mediterranean Plankton. In : *Zoogeography and Diversity in Plankton*. Van der Spoel Pierrots (eds), Bults. Bunge Sci. Publ. Utrecht, **11**, pp : 291-353.
- Gaudy R., 1972 - Contribution à la connaissance du cycle biologique des copépodes du golfe de Marseille. 1 - L'environnement physique et la communauté de copépodes. *Téthys*, **3 (4)** : 921-942.
- Gaudy R., 1985 - Features and peculiarities of zooplankton communities from the western Mediterranean. In : *Mediterranean marine ecosystems*, M. Moraitou-Apostolopoulou, V. Kiortsis (eds), Plenum publ. Corp., London, pp : 279-301.
- Gaudy R., D. Thibault, J. Le Fèvre, 1992 - Nutrition, métabolisme et production du mesozooplankton (Almofront-1, 2ème leg). In : *Processus et bilans dans les fronts géostrophiques*, Atelier FRONTAL, France JGOFS, rapp. 13, Frontal, Marseille-Luminy, pp : 46-53.
- Giron F., 1963 - Copépodes de la mer d'Alboran. *Revue Trav. Inst. Pêches marit.*, **27 (4)** : 355-402.
- Greze V.N., A.V. Kovalev, E.P. Baldina, O.K. Bileva, A.A. Shmeleva, 1985 - Zooplankton transfer through the Gibraltar strait and peculiarities of its taxonomic composition and distribution in adjacent areas. *Invest. pesq.*, **49** : 3-12.
- Lakkis S., 1983 - Contribution à la connaissance de l'écosystème néritique des eaux libanaises (Méditerranée orientale). Ecologie descriptive du peuplement planctonique avec référence particulière aux copépodes. *Thèse Doct. Etat, Univ. Paris VI*, 296 pp.
- Massuti M., F. Navarro, 1950 - Tintinidos y copepodos planctonicos del Mar de Alboran. (Campana del "Xauen" en agosto y septiembre de 1948). *Boln Inst. esp. Oceanogr.*, **37** : 1-28.
- Mazza J., 1962 - Pêches planctoniques, superficielles et profondes, en Méditerranée occidentale (Campagne de la Thalassa, janvier 1961) II. Copépodes. *Revue Trav. Inst. Pêches marit.*, **26** : 329-356.
- Mazza J., 1967 - Les copépodes pélagiques en Méditerranée occidentale (développement post-larvaire, biologie, écologie). *Thèse Doct. Sci. Univ. Aix-Marseille*, 495 pp.
- Motoda, S., 1963 - *Corycaeus* and *Farranula* (Copepoda, Cyclopoida) in Hawaiian water. *Publs Seto mar. biol. Lab.*, **11 (2)** : 39-92.
- Neunes K.W., 1965 - A simple key for common pelagic Mediterranean copepods. A tool for the identification of species in production and radio accumulation studies. *Laboratorio per lo studio della contaminazione radioattive del mare*, Fiascherino, Italia.
- Pingree R. D., G. R. Forster, G.K. Morrison, 1974 - Turbulent convergent tidal fronts. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **54** : 469-479.
- Prieur L., A. Sournia, A.A. Arnone, D.A. Wiesenburg, 1989 - ALMOFRONT. *Provisional Report of the Initial Planning Meeting at Paris, France - June 89. Report n° 1*, 43 pp.
- Prieur L., A. Sournia, 1990 - Campagne Almofront 1 (Avril-Mai 1991) : état du projet. *Programme "Flux océaniques" (France-JGOFS), Rapport n° 8, Frontal*.
- Prieur L., C. Copin-Montegut, H. Claustre, 1993 - Biophysical aspects of "Almofront-1", an intensive study of a geostrophic frontal jet. *Annls Inst. océanogr., Paris*, **69 (2)** : 71-86.
- Razouls C., 1972 - Estimation de la production secondaire (Copépodes pélagiques) dans une province néritique méditerranéenne (golfe du Lion). *Thèse Doct. Etat, Univ. Paris VI* ; Tome annexe : 156 pp.
- Razouls, C., J. Durand, 1991 - Inventaire des copépodes planctoniques méditerranéens. *Vie Milieu*, **41 (1)** : 73-77.
- Razouls C., A. Thiriot, 1973 - Données quantitatives du mesoplancton en Méditerranée Occidentale (saisons hivernales 1966-1970). *Vie Milieu*, **2-B** : 209-241.
- Rose M., 1933 - *Copépodes pélagiques*. Faune de France, n° 26, Edit. Lechevalier, Paris, 374 pp.
- Scotto di Carlo B., A. Ianora, E. Fresi E, J. Hure, 1984 - Vertical zonation patterns for Mediterranean copepods from surface to 3000 m at fixed station in the Thyrrenian Sea. *J. Plankt. Res.*, **6** : 1031-1056.
- Seguin G., 1972 - Sur la présence dans les eaux d'Alger (Algérie) de Copépodes considérés comme d'origine atlantique. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N.*, **63 (3,4)** : 25-32.
- Seguin G., 1973 - Cycles comparés du zooplancton dans l'Ouest africain et la Méditerranée sud-occidentale. Etude systématique, quantitative et écologique. *Thèse Doc. Sci., Univ. des Sciences et Techniques de Lille*.
- Seguin G., 1981 - Dynamique des Copépodes pélagiques en rade de Villefranche-sur-Mer à partir de prélèvements quotidiens (année 1972). Bilan quantitatif et écologique. *Oceanologica Acta*, **4** : 405-412.
- Seguin G., A. Errhif, S. Dallot, 1992 - Diversité et structure des peuplements de copépodes pélagiques durant la campagne ALMOFRONT 1. In : *Processus et bilans dans les fronts géostrophiques*, Atelier FRONTAL, France JGOFS, rapp. 13, Frontal, Marseille-Luminy, pp. 101-109.
- Seguin G., G. Fredj, J.C. Braconnot, C. Carre, J.P. Casanova, R. Fenaux, M. Meinardi, R. Vaissière, 1992 - Extension de la banque de données MEDIFAUNE au zooplancton méditerranéen. *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Médit*, **33** : 267.
- Soenen M., 1969 - Contribution à l'étude du zooplancton superficiel et profond du bassin sud-occidental méditerranéen. *Thèse 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille*, 234 pp.
- Soenen M., 1970 - Contribution à l'étude du zooplancton superficiel et profond du détroit siculo-tunisien. *Bureau d'Etudes Océanographiques, Toulon Naval*, 130 pp.

- Sournia A., J.M. Brylinski, S. Dallot, P. Le Corre, M. Leveau, L. Prieur, C. Froget, 1990 - Fronts hydrologiques au large des côtes françaises : les sites-ateliers du programme Frontal. *Oceanologica Acta*, **13** : 413-437.
- Thibault D., R. Gaudy, J. Le Fevre, *in press* - Zooplankton biomass, feeding and metabolism in a geostrophic frontal area (Almeria-Oran Front, western Mediterranean). Significance to pelagic food webs. *J. mar. Syst.*
- Tintore J., P. La Violette, I. Blade and A. Cruzado, 1988 - A study of Intense Density Front in the Eastern Alboran Sea : The Almeria-Oran Front. *J. phys. Oceanogr.* **18 (10)** : 1384-1397.
- Vaissière R., G. Seguin, 1980 - Etude préliminaire de peuplements de Copépodes (juillet 1977) en relation avec l'hydrologie des mers Tyrrhénienne et Ionienne. *Oceanologica Acta*, **3** : 17-29.
- Videau Ch., J.L. Birrien, 1992 - Production primaire *In* : *Processus et bilans dans les fronts géostrophiques*, Atelier Frontal, France-JGOFS, rapp. 13, Frontal, Marseille-Luminy, pp. 114-117.
- Videau C., A. Sournia, L. Prieur, M. Fiala, *in press* - Phytoplankton and primary production characteristics at selected sites in the geostrophic Almeria-Oran front system (SW Mediterranean Sea). *J. mar. Syst.*, *in press*.
- Vives F., 1978 - Sobre la distribucion de Calanus helgolandicus, Claus (Copepoda, Calanoida) en el Mediterraneo occidental. *Result. Exped. cient. B/O Cornide de Saavedra*, **7** : 83-92.
- Vives F., G. Santamaria, I. Trepas, 1975 - El zooplancton de los alrededores del estrecho de Gibraltar en junio-julio de 1972. *Result. Exped. cient. B/O Cornide de Saavedra*, **4** : 1-100.
- Yamamoto T., S. Nishizawa., 1986 - Small-scale zooplankton aggregation at the front of a Kuroshio warm-core ring. *Deep-Sea Res.*, **33** : 1729-1740.

Reçu en février 1993 ; accepté en mars 1994 / Received February 1993 ; accepted March 1994.