

REPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT
SÉCRÉTARIAT D'ÉTAT AUX TRANSPORTS
SÉCRÉTARIAT GÉNÉRAL DE LA MARINE MARCHANDE

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES

59, avenue Raymond-Poincaré
PARIS-XVI^e

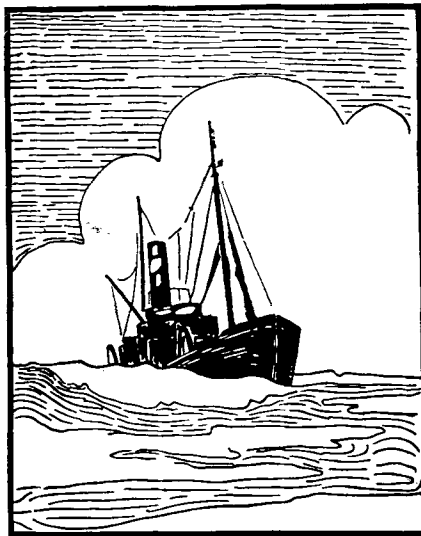
REVUE DES TRAVAUX DE L'INSTITUT DES PÊCHES MARITIMES

publiée sous la direction de

Jean FURNESTIN

assisté de A. VINCENT

Tome XXX



Fasc. 2 et 3

Juin - Septembre 1966

Revue trimestrielle

ÉLÉMENTS DE PLANCTONOLOGIE APPLIQUÉE

par

Marie-Louise FURNESTIN
(Faculté des Sciences. Marseille)

Claude MAURIN, Jean Y. LEE, René RAIMBAULT
(Institut des Pêches maritimes. Sète)

<i>Préface</i>	par J. Furnestin	117
1 ^{re} Partie	Plancton et Hydrologie	119 ✓
2 ^e Partie	Plancton et Poissons	143 ✓
3 ^e Partie	Plancton et Coquillages	224 ✓

PRÉFACE

L'océanographie des pêches, dans son utilisation des diverses disciplines nécessaires à l'étude des océans, est conduite à saisir les rapports existant entre d'une part les phénomènes océaniques et d'autre part les animaux marins et leur exploitation.

Une telle finalité est généralement étrangère à la recherche dite fondamentale. Il en résulte que l'océanographie des pêches ne trouve que trop rarement parmi les données que celle-ci lui fournit ce qui lui permettrait de progresser dans ses approches des problèmes halieutiques. Cela lui impose dans presque tous les cas de construire sa propre recherche de base, suivant des programmes et des méthodes appropriés.

Un autre inconvénient découle de cet état de choses. L'enseignement donné aux jeunes océanographes ne les prépare guère à aborder l'océanographie pratique et c'est une nouvelle formation que les débutants doivent acquérir lorsqu'ils sont affectés à un laboratoire des pêches.

A défaut d'un enseignement spécialisé comme il en existe ailleurs, au Japon par exemple, il est donc souhaitable qu'une coopération se noue entre l'Enseignement supérieur et les Instituts de recherche appliquée. Il en est souvent question sans que, pour autant, un lien durable soit créé entre ces deux secteurs de recherche et de formation.

Une telle collaboration, pourtant, peut s'établir et donner d'excellents fruits. Le présent volume publié sous le titre de « ÉLÉMENTS DE PLANCTONOLOGIE APPLIQUÉE » en apporte la preuve.

Dû à l'initiative de Marie-Louise FURNESTIN, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, cet ouvrage rassemble quelques-uns de ses cours de planctonologie destinés aux étudiants du Diplôme d'Etudes approfondies de sa discipline et les conférences et exposés que MM. Claude MAURIN, Jean Y. LEE et René RAIMBAULT, de l'Institut des Pêches à Sète, font à ces mêmes étudiants durant un stage annuel qui s'équilibre entre des travaux de laboratoire et des exercices à la mer à bord des bateaux expérimentaux « Ichthys » et « Ostrea ».

Faut-il insister sur l'importance de la planctonologie dans l'étude des océans ? Toutes les formes de l'océanographie s'intéressent à la matière organique vivante des eaux marines. Or, cette matière vivante est constituée, pour une très grande part, par le plancton qui, directement ou indirectement, influe aussi bien sur les caractères physico-chimiques de ces eaux que sur l'existence et la répartition des animaux marins, pélagiques et autres.

Mais, s'il est un secteur de recherche dans lequel le plancton joue un rôle prépondérant, c'est bien celui de l'océanographie des pêches. Les principaux maillons de la chaîne alimentaire sont planctonologiques. Nombreux sont les poissons qui se nourrissent de plancton et dont la distribution est commandée par la qualité ou l'abondance de ce monde d'organismes végétaux et animaux. Les œufs et les larves des poissons, des crustacés, des mollusques... sont eux-mêmes des constituants du plancton.

Les planctontes, plus étroitement encore que les autres organismes marins, dépendent du milieu dans lequel ils vivent. L'existence des uns ressortit à la température, celle des autres à la salinité ou à la profondeur et, plus généralement, aux composantes des divers facteurs

hydrologiques et biologiques. Il en résulte des peuplements planctoniques caractérisés, particuliers à certaines eaux, à certains courants, à certains niveaux. En sorte que des espèces ou des associations d'espèces se définissent comme d'excellents indicateurs des masses ou couches d'eau marine.

De leur côté, les poissons et autres prédateurs planctonophages ont des lois biologiques et écologiques analogues. Leurs biotopes respectifs sont avant tout hydrologiques. Si bien que le plancton, indicateur hydrologique, devient aussi indicateur halieutique.

Ce sont de tels sujets, dans leur généralité et dans nombre de leurs particularités, que traite le présent ouvrage.

Ainsi, dans sa première partie, sont définis et développés les rapports du zooplancton et du phytoplancton avec l'hydrologie et sont examinés, pour l'Atlantique et la Méditerranée, le rôle et la valeur des espèces et des communautés en tant qu'indicateurs.

Dans la deuxième partie, les auteurs décrivent et analysent successivement les relations quantitatives et qualitatives entre le plancton et les poissons, le plancton sous ses aspects d'indicateur halieutique, les œufs et les larves planctoniques des poissons, leur morphologie et leur développement en fonction du milieu, ainsi que les moyens de les identifier, les poissons planctonophages et leur nourriture.

La troisième partie, enfin, envisage l'alimentation des mollusques qui se nourrissent de plancton, la reproduction et les stades planctoniques des lamellibranches, les effets nocifs de certains planctons sur les mollusques.

Chacun des chapitres est accompagné d'une bibliographie fort utile pour les étudiants et également intéressante pour les spécialistes.

Voici donc présentée, dans ces cent soixante-six pages, la formule nouvelle d'un enseignement où se rejoignent et se complètent des cours magistraux et l'initiation pratique aux notions et méthodes de planctonologie appliquée.

Un tel enseignement laisse aux étudiants et débutants le choix entre la science fondamentale et la recherche appliquée. Il les oriente, pour la première, vers des secteurs neufs ou du moins encore mal explorés, prometteurs d'études fécondes, et, pour la seconde, ainsi nourris des connaissances de base nécessaires, vers une recherche directement utilisable dans le domaine halieutique.

Nous sommes entrés dans une période où les industries de la mer éprouvent le besoin d'être assistées par une recherche scientifique réaliste et utile. Dans le même sens, semble-t-il, les pouvoirs publics se préoccupent du développement de l'océanographie et de la formation d'océanographes. Il ne nous reste donc qu'à souhaiter qu'un exemple comme celui dont témoignent ces « *Éléments de Planctonologie appliquée* », fruits d'une coopération étroite et amicale entre deux laboratoires de vocation différente, soit retenu et multiplié.

Jean FURNESTIN



PREMIERE PARTIE

PLANCTON ET HYDROLOGIE

LE PLANCTON INDICATEUR HYDROLOGIQUE

par Marie-Louise FURNESTIN

Définition des indicateurs hydrologiques. - Groupes planctoniques fournissant des indicateurs. - Exemples d'utilisation des indicateurs hydrologiques. *Zooplankton indicateur*. I. Océan Atlantique. 1° Atlantique nord-est; 2° Atlantique nord-ouest; 3° Atlantique africain. II. Mer Méditerranée. 1° Utilisation des Chaetognathes, a) Bassin occidental (golfe du Lion et côtes orientales de Corse), b) Adriatique; 2° Indicateurs du courant atlantique : Chaetognathes, Copépodes, Mollusques pélagiques, Euphausiacés, Pteroméduses; 3° Indicateurs relictés; 4° Indicateurs écologiques. *Phytoplankton indicateur*. - Communautés indicatrices : 1° dans la baie ibéro-marocaine; 2° dans les parages des Iles Britanniques. - Valeur des indicateurs planctoniques. — Bibliographie.

Les relations entre le plancton et l'hydrologie se manifestent essentiellement par l'existence d'organismes planctoniques liés à certaines masses d'eau, se déplaçant avec elles et permettant donc d'en détecter la présence et les mouvements : ce sont les organismes planctoniques indicateurs ou *indicateurs hydrologiques*.

Définition des indicateurs hydrologiques.

Cette qualité d'indicateurs découle des deux caractères principaux des êtres planctoniques : leur flottabilité et leur passivité relative. En effet, selon sa définition même, le plancton est l'ensemble des êtres vivants, animaux ou végétaux, adultes ou larvaires, qui flottent passivement dans les eaux douces ou marines ou qui, s'ils nagent, ne peuvent résister à des courants, même faibles.

Leur *flottabilité* est assurée par divers caractères ou dispositifs, tels la légèreté du corps due en particulier à leur très forte teneur en eau (jusqu'à 98 %), à la présence de cloches dites natatoires, de flotteurs, de globules d'huile diminuant le poids spécifique, tels aussi la forme du corps, aplatie ou rubanée, et la présence de larges appendices ciliés augmentant la surface portante, d'épines, piquants, spicules rayonnant en tous sens et dont le rôle est de ralentir la plongée, maintenant les organismes en suspension.

Leur *passivité* est également remarquable. En effet, bien qu'un grand nombre d'entre eux soient mobiles par eux-mêmes, et capables d'effectuer, par exemple, des déplacements verticaux de quelque amplitude, la plupart des constituants du plancton n'ont qu'un potentiel natatoire minime et se laissent porter par l'eau dans laquelle ils flottent. Leurs déplacements sont liés à ceux de cette eau et c'est cette dépendance qui fait de certains de véritables détecteurs des mouvements des masses océaniques.

La notion d'indicateur est née de l'étude conjointe des formes planctoniques et des conditions hydrologiques dans des secteurs déterminés. Celle-ci a montré en effet qu'il y avait souvent un lien étroit entre la distribution du plancton et les conditions de milieu.

Mais toutes les formes n'ont pas la même sensibilité vis-à-vis des conditions ambiantes :

certaines sont relativement tolérantes, ou même plus ou moins indifférentes aux variations du milieu, telles les formes eurythermes et euryhalines; elles ont, en conséquence, une large distribution et ne possèdent aucune valeur indicatrice;

d'autres sont au contraire peu tolérantes aux mêmes variations : elles sont adaptées à des conditions de température fixes, à une salinité donnée ; elles vivent dans les eaux côtières à l'exclusion de celles du large ou inversement; elles ont donc un comportement bien tranché et une répartition limitée aux secteurs favorables; ce sont ces formes qui seront retenues comme indicateurs.

Les facteurs limitants pour ces espèces « sensibles » sont divers : température, salinité, profondeur, nourriture, agents chimiques, etc. Et c'est dans la mesure où leur distribution est conditionnée par l'un de ces facteurs qu'elles sont indicatrices.

Groupes planctoniques fournissant des indicateurs.

La plupart des groupes planctoniques sont susceptibles de fournir des indicateurs mais une place prépondérante revient aux Copépodes, aux Coelentérés (Méduses, Siphonophores), aux Tuniciers (Salpes, Doliolles), aux Chaetognathes, aux Mollusques Ptéropodes.

Ces organismes sont choisis essentiellement d'après leurs qualités biologiques ou écologiques : Méduses et Siphonophores, Salpes et Doliolles, parce que ce sont des êtres planctoniques par excellence, se laissant naturellement porter par les eaux qu'ils peuplent et donc se déplaçant avec elles, les Copépodes, Chaetognathes, Ptéropodes, parce qu'ils ont souvent des exigences biologiques nettes qui déterminent leur répartition.

Mais encore toutes les espèces de Copépodes ou de Chaetognathes n'ont-elles pas la même valeur indicatrice. Tel Chaetognathe foncièrement côtier, comme *Sagitta friderici*, fera un bon indicateur des formations à caractère néritique ; tel autre foncièrement pélagique, comme *Sagitta bipunctata*, signalera les eaux du large, alors qu'un troisième semi-néritique ou semi-pélagique, comme *Sagitta inflata*, c'est-à-dire vivant indifféremment en deçà ou au-delà du plateau continental, sera pratiquement inutilisable. Il est donc nécessaire d'opérer un choix. Celui-ci sera basé à la fois sur la connaissance de la biologie des espèces et sur celle des caractéristiques du milieu.

Exemples d'utilisation des indicateurs hydrologiques.

De nombreux exemples, choisis parmi le zooplancton et le phytoplancton, vont montrer comment on utilise les indicateurs.

Zooplancton indicateur.

Pour simplifier, on choisira d'abord un groupe détecteur-type, qui sera seul mis en jeu ; puis on s'adressera à un ensemble plus complexe de formes appartenant à divers groupes planctoniques.

I. - Océan Atlantique.

1. *Atlantique nord-est.*

Dans l'Atlantique nord-est, l'hydrologie est commandée par l'avancée et le retrait annuel des eaux atlantiques qui passent à la fois entre la France et l'Angleterre, l'Angleterre et l'Irlande et à l'ouest de cette dernière pour atteindre et dépasser les Féroé au nord (fig. 1). On a donc trois sortes d'eaux en présence : eaux en place, à moins de 35 ‰ ;

eaux en progression, à 35,30 ‰ et plus ;

eaux de mélange, de 35 à 35,30 ‰.

Or, trois espèces de Chaetognathes caractérisent ces formations (J. FURNESTIN, 1938) :

Sagitta setosa, espèce des eaux continentales de salinité inférieure à 35 ‰;

Sagitta tasmanica (= *S. serratodentata tasmanica*), espèce du large qui se cantonne dans les eaux les plus salées, excédant 35,30 ‰;

Sagitta elegans, moins pélagique et qui fréquente souvent les zones de mélange entre les eaux

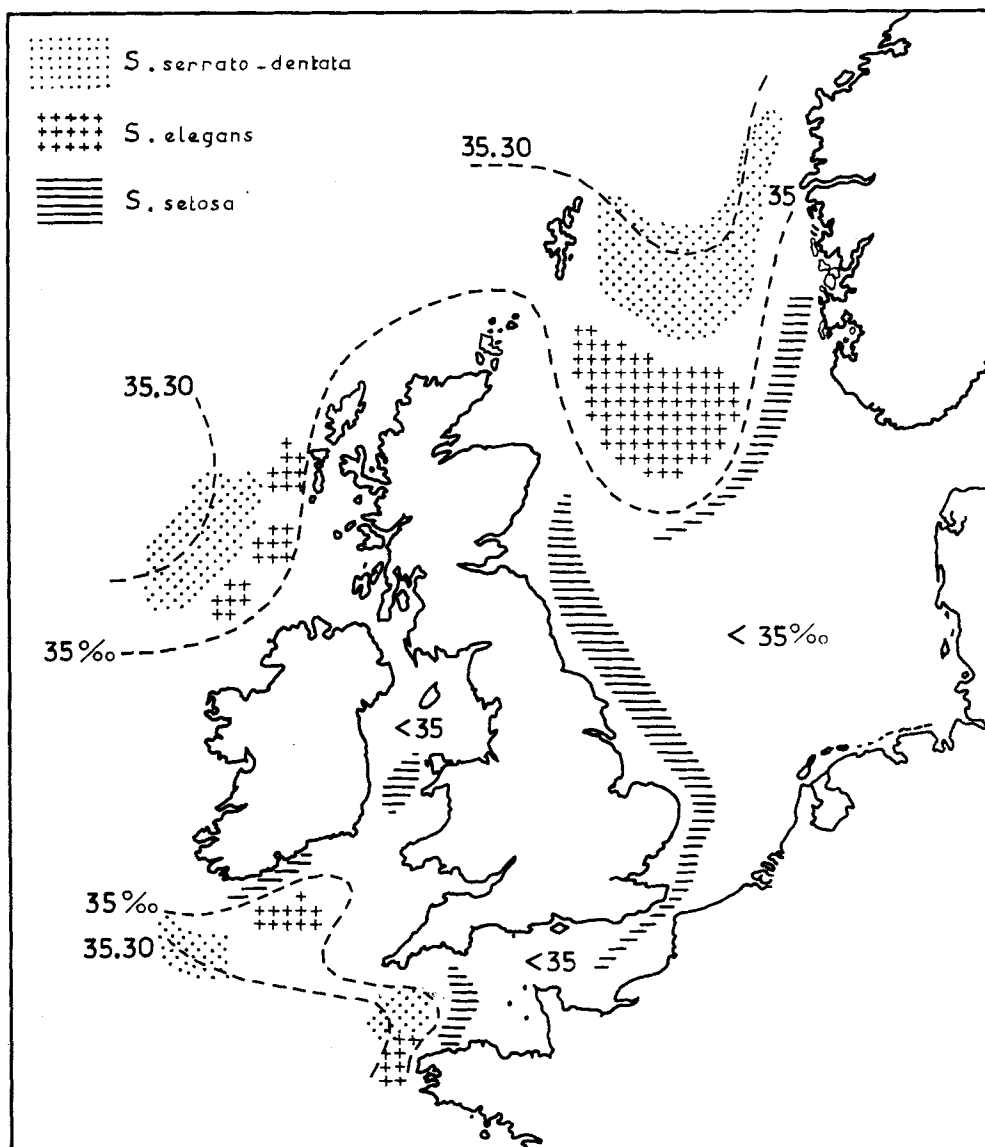


FIG. 1. — Relations entre les masses d'eaux et les Chaetognathes dans l'Atlantique nord-est.

du large et celles de la bordure continentale, se rencontre ici dans le domaine intermédiaire de salinité 35 à 35,30 ‰.

Bien que les faits ainsi présentés soient très schématisés, ils montrent que les Chaetognathes peuvent renseigner sur la salinité d'un secteur à un moment donné. Dans le cas qui nous occupe, ils sont utilisables pour évaluer les variations annuelles de l'extension des eaux atlantiques vers

le nord (extension connue sous le nom de dérive atlantique), d'après les positions relatives et la plus ou moins grande abondance de *S. tasmanica*, la plus halophile.

Ainsi, avec les seules *Sagitta*, l'examen rapide d'un échantillon de plancton peut permettre

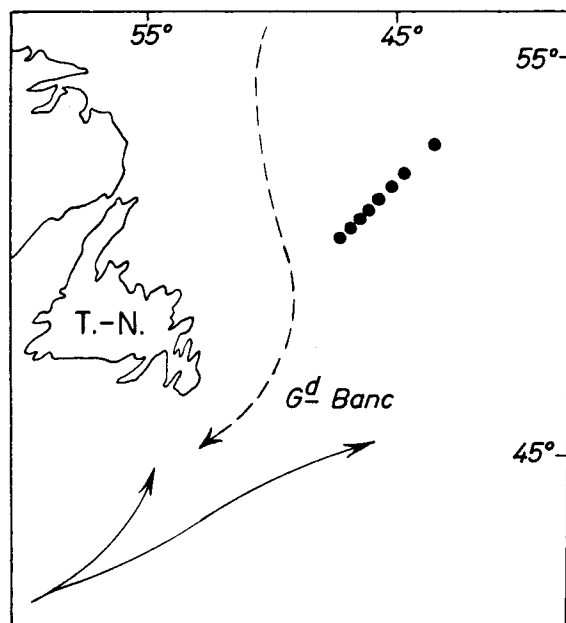


FIG. 2. — Stations (cercles noirs) à l'est de Terre-Neuve où ont été observées en hiver 1960 des formes chaudes marquant les incursions périodiques des eaux du Gulf-Stream (flèches en trait continu) sur le Grand-Banc. Flèche en trait discontinu : courant du Labrador (adaptation d'après BAINBRIDGE, 1961).

de préciser la nature des eaux sur les lieux de prélèvements. Or, ces données sont fort intéressantes dans des régions comme l'entrée de la Manche ou de la Mer du Nord, où des masses d'eau de nature différente s'affrontent et à la limite desquelles s'installent souvent les bancs de poissons :

maquereaux dans les eaux atlantiques (eaux à *S. tasmanica*) ;

harengs dans les eaux de mélange (eaux à *S. elegans*).

Dès lors, nous voyons se dessiner un autre aspect du rôle des indicateurs planctoniques. En effet, leur présence pouvant être rattachée à celle de tel ou tel poisson, ils serviront également d'indicateurs à la pêche. Nous y reviendrons.

2. Atlantique nord-ouest (fig. 2).

D'après les observations de BAINBRIDGE (1961), des incursions de formes chaudes, en hiver, dans les eaux à l'est de Terre-Neuve au cours des années 1960 et 1961, indiquent qu'à intervalles irréguliers les eaux du Gulf-Stream s'engagent sur le Grand-Banc y amenant quelques éléments de faune chaude tels

les Copépodes :	<i>Nannocalanus minor</i> ,	<i>Pleuromamma gracilis</i> ,
	<i>Clausocalanus arcuicornis</i> ,	<i>Pleuromamma borealis</i> ,
	<i>Lucicutia flavicornis</i> ,	<i>Heterorhabdus spinifrons</i> ,
les Euphausiacés :	<i>Thysanoessa gregaria</i> ,	<i>Euphausia krohni</i> ,

alors qu'on y rencontre normalement une faune froide entretenue par le courant du Labrador avec

les Copépodes :	<i>Calanus finmarchicus</i> ,	<i>Calanus glacialis</i> ,
	<i>Calanus hyperboreus</i> ,	<i>Metridia longa</i> ,
l'Euphausiacé :	<i>Thysanoessa longicaudata</i> .	

3. Atlantique africain.

BAINBRIDGE (1960) a montré qu'il existe une relation entre la présence d'un Copépode, *Calanoides carinatus*, et les eaux « froides » dans le golfe de Guinée. Il a pu établir que, lorsque la température descend au-dessous de 25°, les quantités de zooplancton augmentent, précisément à cause de la présence massive de ce Copépode (fig. 3).

La baisse de température est liée à l'upwelling; or celui-ci enrichit la surface en phosphates, ce qui détermine une floraison de Diatomées engendrant à son tour le développement des populations du zooplancton.

Etudiant le plancton de Dakar en 1962-1963, SEGUIN y observe aussi, parmi les espèces hivernales, *C. carinatus* en grande abondance (accompagné de *Pterosagitta draco*, espèce du talus continental). Il en fait un bon indicateur d'eaux relativement froides dans la zone tropicale.

En période chaude, *C. carinatus* s'enfoncerait dans des couches plus froides. Divers auteurs l'y ont signalé et l'on estime à 21° la température du biotope de l'espèce. Dès lors il se confirme que sa rencontre en surface en été signale des remontées d'eaux profondes. Ce serait le cas aussi dans la région du Cap (CLEVE, 1905) où l'upwelling se manifeste également de façon puissante.

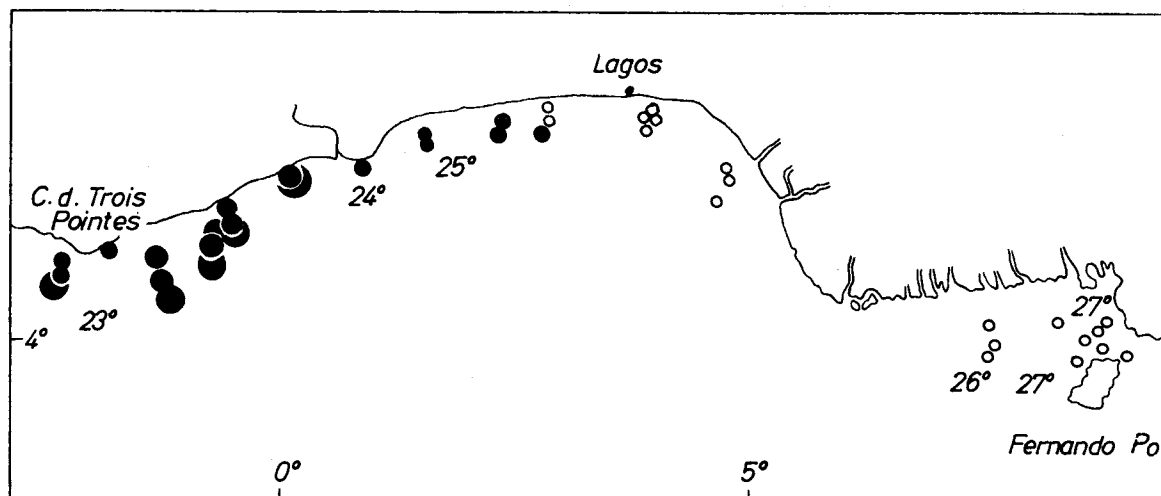


FIG. 3. — Distribution de *Calanoides carinatus* en fonction de la température dans le golfe de Guinée (adaptation d'après BAINBRIDGE, 1960) : cercles blancs = stations négatives; cercles noirs de diamètre croissant = prises de 1 à 10, 11 à 100, 101 à 1 000, 1 001 à 5 000 individus.

La biomasse importante que représente l'espèce dans les eaux sénégalaises et du golfe de Guinée pendant les mois froids constitue pour les poissons planctonophages, *Sardinella aurita* notamment, un apport alimentaire notable.

II. - Mer Méditerranée.

1. Utilisation des Chaetognathes.

a) **Bassin occidental** (golfe du Lion et côte orientale de Corse). Donnons d'abord un aperçu de la situation hydrologique dans le secteur considéré. La carte des isohalines (fig. 4) révèle une distribution très caractéristique des salinités : basses dans le fond et le centre du golfe (35 à 36 ‰), elles se relèvent sur la bordure à l'est et à l'ouest (plus de 37 ‰) et surtout dans sa partie méridionale, de même que le long de la côte orientale de Corse (plus de 38 ‰). On distingue ainsi :

une zone peu salée due au déversement du Rhône, dont l'extension est très importante et qui forme un noyau barrant le golfe en diagonale de la région de Marseille au large du cap Creus; deux zones très salées, l'une dans la partie la plus externe du golfe, l'autre à l'est de la Corse.

Deux domaines bien délimités sont ainsi définis et la distribution des organismes est en rapport étroit avec celle des salinités. Le cas des Chaetognathes est particulièrement net. Nous nous arrêterons aux trois espèces les plus typiques.

a) Dans la partie néritique du golfe on rencontre en grand nombre *Sagitta setosa*. Elle fréquente toute la zone de salinité inférieure à 37 ‰, s'avancant même jusqu'aux fonds de 400 m si cette condition est respectée. Elle est totalement absente ailleurs, y compris la côte de Corse à deux exceptions près qu'il est bon de signaler : les deux stations positives se situent en effet en face de l'embouchure de deux rivières d'une certaine importance.

Donc *S. setosa* servira à repérer à la fois les eaux côtières et les eaux de faible salure.

b) Au large du golfe et à l'est de la Corse, on trouve *Sagitta bipunctata*, espèce essentiellement pélagique, et *Sagitta serratodentata*, pélagique et particulièrement halophile. Ces deux

formes caractériseront donc à la fois les eaux du large et les eaux fortement salées.

Il semble y avoir entre la première espèce, d'une part, et les deux dernières, d'autre part, une sorte de barrière hydrologique qui s'oppose à leur mélange (M.-L. FURNESTIN, 1960).

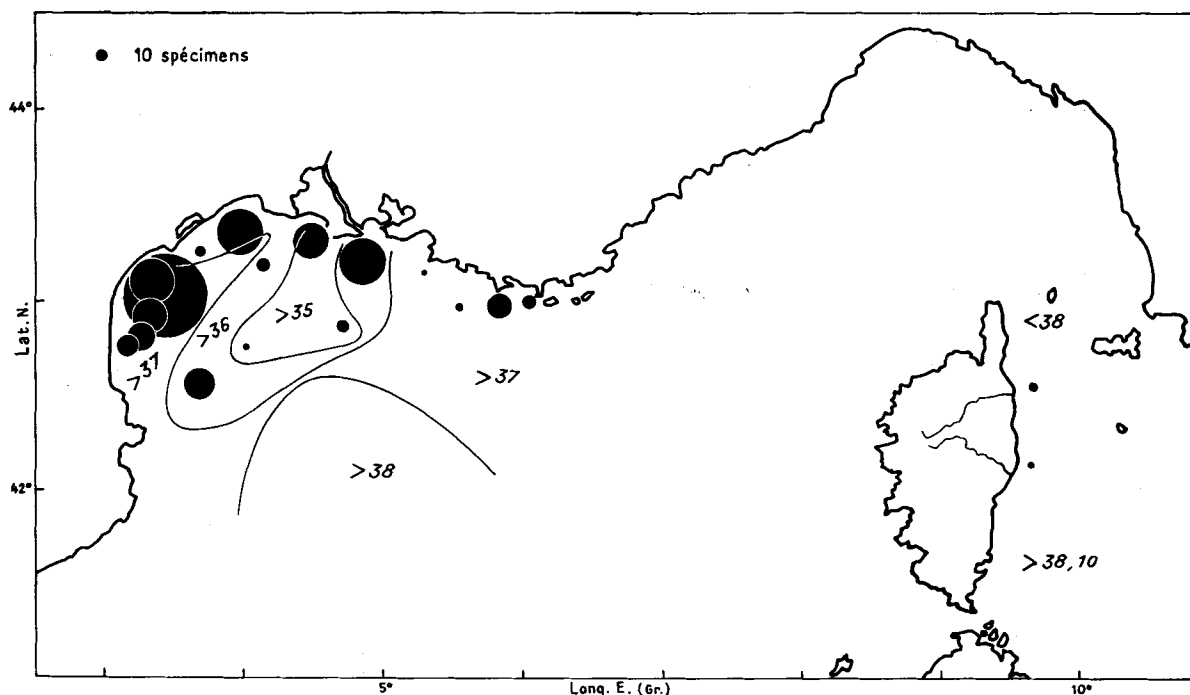


FIG. 4. — Répartition de *Sagitta setosa* en fonction des salinités : golfe du Lion et côte orientale de Corse.

b) Adriatique. T. VUCETIC (1961) a considéré la répartition des Chaetognathes en Adriatique en vue de leur utilisation comme détecteurs des conditions hydrologiques.

L'espèce la plus intéressante serait *Sagitta decipiens* qui apparaît plus abondante à certains moments sur la côte occidentale (région d'Otrante) que sur la côte orientale. Cette distribution tiendrait d'une part à la profondeur plus grande des stations prospectées à l'est (*S. decipiens* étant mésoplanctonique) mais aussi au régime des courants dans l'Adriatique et notamment à la pénétration de l'eau méditerranéenne par le canal d'Otrante. En effet, le courant d'eau méditerranéenne passe le long de la côte orientale. L'auteur cite comme exemple les années 1957-1958 au cours desquelles *S. decipiens* a été observée en grand nombre sur le versant est et qui ont été marquées par un maximum de pénétration d'eau méditerranéenne, décelée en particulier par une augmentation sensible des salinités. L'auteur conclut à une relation possible entre l'apparition et la répartition de *S. decipiens* et les mouvements des masses d'eau en Adriatique.

2. Indicateurs du courant atlantique.

On ne saurait parler de la Méditerranée sans évoquer le courant atlantique, qui, par le détroit de Gibraltar, draine en surface les eaux de l'Océan en Méditerranée. On a depuis longtemps tenté de suivre ce courant, de déterminer les saisons de son maximum d'intensité, de noter les régions extrêmes où son influence se fait sentir, et cela par le repérage des formes atlantiques. C'est un exemple très significatif de l'utilisation des indicateurs hydrologiques.

Différents groupes planctoniques fournissent des formes indicatrices du courant atlantique dont on verra par ailleurs le trajet sur les figures 5, 6 et 7.

Chaetognathes. Quatre espèces sont particulièrement caractéristiques.

Sagitta friderici, épiplanctonique, typique de l'Atlantique africain, du cap Spartel au cap de Bonne-Espérance, mais dont l'aire s'étend aussi sur l'Atlantique européen où ses mentions se succèdent jusqu'à l'entrée de la Manche, en se raréfiant toutefois à partir des côtes d'Espagne vers le nord.

Sa découverte en Méditerranée ne remonte qu'à une douzaine d'années, les récoltes s'échelonnant ainsi de l'ouest à l'est : détroit de Gibraltar, cap Carbon, baie d'Alger, baie de Villefranche. Les salinités des stations productives sont basses : 36,40 , 36,42 , 36,51 ‰.

Son pourcentage dans les récoltes de Chaetognathes de part et d'autre du détroit est très suggestif d'un transport à partir de l'Océan :

baie de Cadix	détroit	Méditerranée
90,8 %	78,5 %	0,7 %

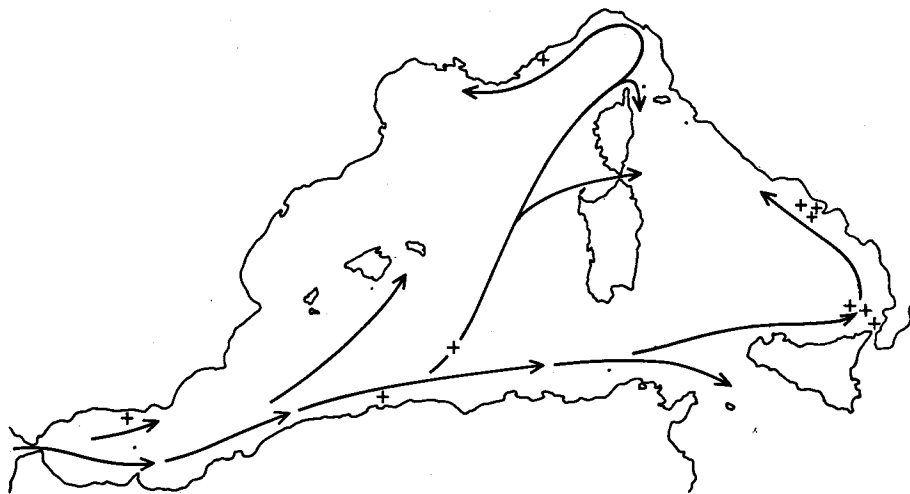


FIG. 5. — Répartition de *Pterosagitta draco* en Méditerranée selon le trajet du courant atlantique.

Pterosagitta draco. Les captures de *P. draco* jalonnent le courant atlantique et ses ramifications : sa branche principale (Mer d'Alboran, côtes algériennes et tunisiennes, canal de Sardaigne) jusqu'aux rivages italiens (détroit de Messine, parages du Stromboli, golfe de Naples) et ses ramifications (sud des Baléares, ouest de la Sardaigne, baie de Villefranche) (fig. 5).

Sagitta tasmanica (fig. 6). C'est une forme à crochets serrulés de découverte récente en Méditerranée (M.-L. FURNESTIN, 1963). Les stations positives sont peu nombreuses (8) et les individus également peu nombreux (une quarantaine). Ceci confirme qu'elle représente bien un élément transporté car, dans son milieu normal, l'Atlantique nord par exemple, les prélèvements peuvent renfermer des centaines de spécimens. Le fait que les pêches positives n'ont jamais été faites au-dessous de 300 m de profondeur, ce qui correspond à peu près à la tranche d'eau d'influence océanique en Méditerranée, confirme aussi son transport.

Sagitta planctonis. Bien qu'il s'agisse d'une espèce mésoplanctonique et que l'on envisage donc moins facilement son transport par le courant atlantique, dont on peut supposer, *a priori*, qu'il entraîne plutôt les éléments superficiels, on doit reconnaître que sa répartition en Méditerranée est calquée sur le trajet de l'eau océanique (fig. 7).

D'après les mentions anciennes (sud d'Ivica par GERMAIN et JOUBIN, 1916; nord de la Mer d'Alboran par MASSUTI, 1961) elle passait pour rarissime en Méditerranée; l'identification de 140 spécimens dans les récoltes du « Thor » (M.-L. FURNESTIN, 1963) en fait une espèce relativement courante.

Comme beaucoup d'espèces atlantiques profondes, *S. planctonis* ne parvient pas à se maintenir en Méditerranée de manière durable et divers faits plaident en faveur d'un renouvellement continu de ses apports : non seulement elle n'est signalée que dans les secteurs d'influence océanique, où,

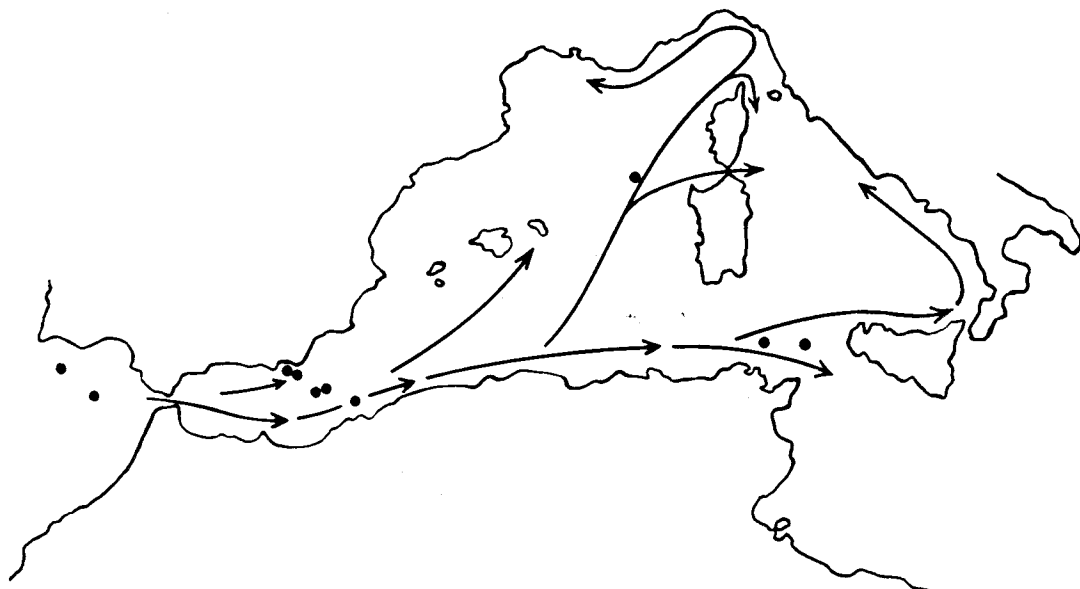


FIG. 6. — Répartition de *Sagitta tasmanica* en Méditerranée selon le trajet du courant atlantique (campagnes du « Thor »).



FIG. 7. — Répartition de *Sagitta planctonis* en Méditerranée selon le trajet du courant atlantique (cercles noirs = « Thor »; cercle blanc : « Dana »; triangle : « Xauen »; croix : campagnes du Prince de Monaco).

amenée par les eaux superficielles, elle ne descend guère au-dessous de 300 m, alors que dans l'Atlantique voisin ses niveaux sont entre 300 et 1 600 m, mais encore on ne l'a capturée jusqu'ici qu'immature tandis que dans l'océan on la pêche souvent adulte en profondeur.

Il n'est pas impossible que *Sagitta decipiens* entre dans la même catégorie que les quatre espèces précédentes car, outre l'Adriatique où les salinités rappellent celles de l'océan, elle apparaît dans les secteurs d'influence atlantique. Mais pour se prononcer il faudra obtenir des renseignements complémentaires sur sa présence et son comportement dans le golfe de Cadix et en Méditerranée.

Cette analyse de la répartition de Chaetognathes qui, bien qu'entraînés parfois fort loin du détroit, restent cantonnés dans les zones d'influence océanique, souligne leur valeur d'indicateur hydrologique.

Copépodes. Il est très difficile de dresser une liste des Copépodes atlantiques en Méditerranée. La présence de nombreuses formes vivant dans l'océan n'implique pas forcément un transport actuel; elles peuvent y être installées de longue date. La question serait à reprendre selon un plan de travail rigoureux, à savoir :

- faire l'inventaire des captures des formes supposées soumises à un transport actuel;
- confronter leur position avec le trajet du courant selon ses diverses ramifications;
- comparer leur distribution quantitative de part et d'autre du détroit (en baie de Cadix, en Mer d'Alboran et éventuellement plus à l'est);
- rechercher, par l'analyse des travaux comportant des données hydrologiques, ou par des élevages, leurs limites thermique et haline.

On peut cependant dès à présent séparer les espèces considérées par les auteurs comme atlantiques en deux catégories :

a) celles qui, d'origine atlantique, se sont adaptées, trouvant dans le milieu méditerranéen des conditions favorables à leur développement; ce sont notamment *Temora stylifera*, *Paracalanus parvus* et *Oithona nana* auxquelles peuvent être adjointes, certaines sous réserve :

<i>Diaixis pygmaea</i>	<i>Anomalocera patersoni</i>	<i>Paracartia dubia</i> ?
<i>Centropages chierchiae</i> ?	<i>Pontella atlantica</i>	<i>Oncaea tenella</i>
<i>C. hamatus</i> ?	<i>P. lo biancoi</i>	<i>Corycaeus anglicus</i>
<i>C. typicus</i>	<i>P. mediterranea</i> ?	
<i>Isias clavipes</i> ?	<i>Parapontella brevicornis</i> ?	

b) celles qui sont l'objet d'un transport actuel quasi continu et qui, s'adaptant avec plus ou moins de difficultés, pénètrent plus ou moins loin ou disparaissent plus ou moins vite; ce sont les véritables indicateurs du courant atlantique :

<i>Calanus tenuicornis</i>	<i>Pleuromamma xiphias</i>	<i>Candacia bipinnata</i>
<i>Pseudocalanus elongatus</i> ?	<i>P. borealis</i>	<i>Pontellopsis regalis</i>
<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>P. piseki</i>	<i>Pontellina plumata</i>
<i>Mecynocera clausi</i>	<i>Centropages hamatus</i>	<i>Parapontella brevicornis</i>
<i>Calocalanus pavo</i>	<i>C. violaceus</i>	<i>Acartia danae</i>
<i>C. styliremis</i>	<i>C. chierchiae</i>	<i>Macrosetella oculata</i>
<i>C. plumulosus</i>	<i>Isias clavipes</i>	<i>Lubbockia aculeata</i>
<i>Ctenocalanus vanus</i>	<i>Lucicutia flavicornis</i>	<i>Corycaeus lautus</i>
<i>Temora longicornis</i>	<i>L. gemina</i>	<i>Calanus finmarchicus</i> ?
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	<i>Euaugaptilus elongatus</i>	
<i>P. robusta</i>	<i>Candacia aethiopica</i>	

Il faut bien dire que ces listes comportent des cas douteux. Ainsi, la présence de *Calanus finmarchicus* est plus qu'incertaine et l'origine de *Pontella mediterranea* demeure imprécise. Les auteurs se contredisent pour nombre d'espèces : *Pseudocalanus elongatus* est relicte pour les uns, actuellement transporté pour d'autres. *Isias clavipes*, *Centropages hamatus* et *Parapontella brevicornis* sont pérennes pour les uns, dans divers secteurs, transportés pour d'autres. Les plus classiquement connus n'échappent pas aux contradictions. *Centropages chierchiae*, par exemple, peut être cité comme implanté de longue date ou couramment entraîné à travers Gibraltar, ou même comme un élément autochtone...

La Mer d'Alboran, lieu de passage des organismes dans leur pénétration en Méditerranée, a fait l'objet d'un travail important (F. GIRON, 1963) dans lequel 21 espèces sont mentionnées comme introduites à partir de l'océan. Leur nombre reste cependant assez faible par rapport à

celui des espèces ubiquistes ou méditerranéennes également identifiées dans ce secteur et le nombre des individus diminue rapidement une fois franchi le détroit, même pour celles, comme *Acartia danae*, qui sont largement représentées à l'ouest de Gibraltar.

Certaines formes rencontrées en Mer d'Alboran n'ont pas été signalées en d'autres points du bassin occidental (*Macrosetella oculata*) ou y sont très rares (*Lubbockia aculeata*, *Pleuromamma xiphias*). Très sensibles aux conditions physico-chimiques, elles semblent disparaître rapidement quand celles-ci se modifient. Les autres pénètrent plus ou moins loin selon leurs possibilités d'adaptation : côtes nord-africaines, côtes est des Baléares, où l'influence océanique est nette; golfes de Naples, de Gênes et du Lion, où elle est atténuée. Ce sont par exemple : *Temora longicornis*, *Centropages chierchiae*, *Isias clavipes*, *Acartia danae*, *Corycaeus lautus*.

Mollusques pélagiques (Ptéropodes). Un cas typique est celui de *Cuvierina columnella* dont les mentions sont presque toutes rassemblées en Mer d'Alboran et qui ne semble pas quitter la branche principale du courant; sa position la plus avancée se situe dans les parages d'Oran (TESCH, 1946; J. RAMPAL, 1965).

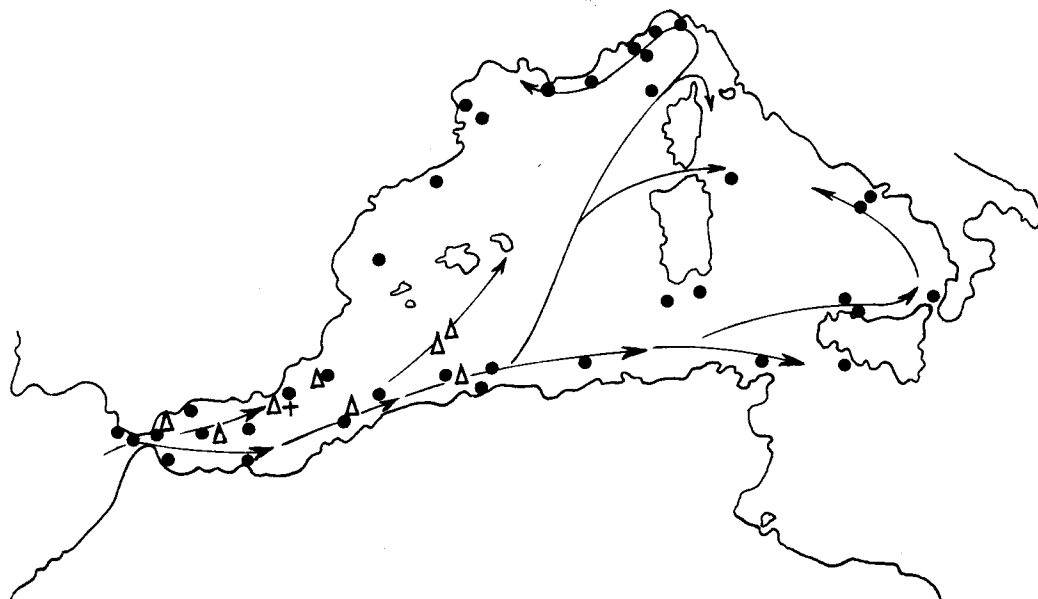


FIG. 8. — Ptéropodes à « répartition atlantique » en Méditerranée. Les plus typiques ont été distingués par une croix (*Spiratella lesueuri*) et des triangles (*Cuvierina columnella*); les autres (*Diacria trispinosa*, *D. quadridentata*, *Peraclis bispinosa*, *Cavolinia longirostris* et *Spiratella bulimoides*) ont été uniformément représentés par des cercles. (Carte établie par J. RAMPAL.)

Une autre forme atlantique, *Spiratella lesueuri*, vient d'être observée pour la première fois en Méditerranée, au large du cap de Gates (J. RAMPAL, 1965). *Cavolinia longirostris*, *Diacria trispinosa*, *D. quadridentata*, *Spiratella bulimoides* et *Peraclis bispinosa* ont aussi une « répartition atlantique » dans le bassin occidental (fig. 8).

Euphausiacés. Une espèce surtout marquerait le passage des eaux atlantiques à travers Gibraltar : *Thysanoessa gregaria*, que l'on trouve en Mer d'Alboran, le long des côtes africaines et dans le sud de la Mer tyrrhénienne (fig. 9). Les autres espèces originaires de l'océan ont colonisé la Méditerranée où elles ont des aires de ponte. Cependant, le stock méditerranéen est enrichi d'apports plus ou moins continus pour *Meganctiphanes norvegica*, *Euphausia krohni*, *E. brevis* et *E. hemigibba*.

Ptéroméduses. *Tetraplatia volitans*, curieuse forme bathypélagique des mers tropicales, mais essentiellement atlantique, rencontrée avec une certaine fréquence dans le détroit, le secteur de Malaga et en baie d'Alger, plus rarement dans les parages de Messine et de Villefranche, passe pour un des meilleurs indicateurs.

3. Indicateurs relictés.

Les vicissitudes par lesquelles la Méditerranée, mer très ancienne, a passé ont provoqué de multiples renouvellements, plus ou moins complets, de sa faune. Apports de formes froides et chaudes se sont succédé, laissant chacun des témoins de leur établissement. C'est ainsi que ses relations actuelles avec un océan tempéré ont été précédées de relations avec un océan de régime froid dont les témoins sont connus sous le nom de *relictés boréales*.

Avant de les citer nous fournirons quelques explications nécessaires à la compréhension du problème de ces relictés.

A la fin du Pliocène, l'Atlantique largement ouvert au nord, offre à travers un détroit déjà formé une voie facile aux espèces boréales qui supplantent les éléments tropicaux vivant alors en Méditerranée, comme le montrent bien Echinodermes et Mollusques. Leur pénétration s'accroît au Pleisto-

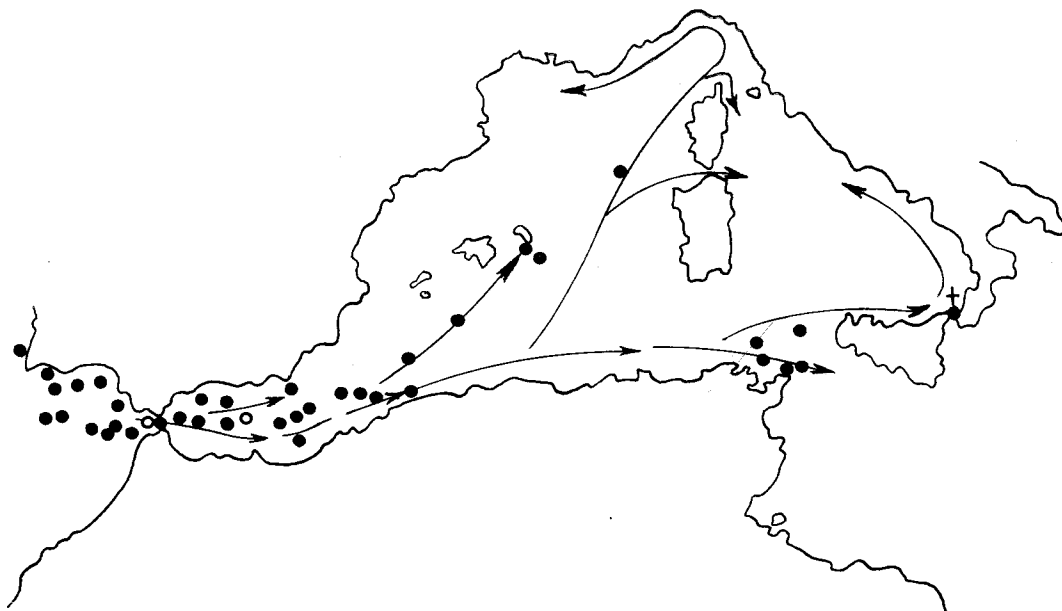


FIG. 9. — Répartition de *Thysanoessa gregaria* en Méditerranée selon le trajet du courant atlantique. Carte établie par B. SOULIER d'après ses propres mentions (cercles blancs), celles de COLOSI (croix) et de RUUD (cercles noirs).

cène moyen avec le refroidissement accru de l'Atlantique. Mais cette installation est de durée relativement courte puisque le réchauffement de la dernière période postglaciaire, contemporaine de la formation du Gulf-Stream, anéantit la plus grande partie de cette faune froide, que signalent encore cependant ses fossiles récents et ses relictés, et ramène en Méditerranée quelques espèces de l'Atlantique subtropical. C'est alors que la faune méditerranéenne prend son aspect actuel.

L'hypothèse d'une faune boréale résiduelle a pu être discutée, certaines formes ayant été considérées à tort comme relictés (tel est le cas de *Nephrops norvegicus* dont le nom a pu abuser les biologistes alors qu'il existe dans la zone atlantique ibéro-celtique). On doit pourtant lui faire crédit. EKMAN (1953) estime que certains éléments boréaux installés aux époques glaciaires subsistent en des zones de la Méditerranée qui ont conservé, bien qu'atténués, leurs caractères hydrologiques et climatiques du Pleistocène moyen. Parmi les vertébrés, il cite *Myxine glutinosa* confinée à l'Adriatique ⁽¹⁾, *Salmo trutta macrostigma* des lacs siciliens et corses, et J. FURNESTIN (1952) mentionne *Clupea sprattus* des côtes septentrionales de la Méditerranée.

Les exemples relatifs au plancton sont peu nombreux; néanmoins deux groupes en fournissent.

(1) On l'a en fait observée à deux reprises (1894-1955) au large des côtes nord-africaines (DIEUZEIDE, 1950).

a) LES CHAETOGNATHES. *Sagitta setosa*, dont l'habitat principal, caractérisé par une faible salure et une température relativement basse, est constitué par les mers bordières (boréales) de l'Atlantique nord-est, existe aussi en différents points du bassin occidental, le golfe du Lion notamment, dans l'Adriatique et la Mer Noire.

Dans le golfe du Lion (fig. 4), ses récoltes les plus riches se font en eau côtière peu salée (35 à 37 ‰) et de température hivernale inférieure à 12°, en particulier dans les eaux diluées par les apports du Rhône qui déterminent une véritable zone à *S. setosa* (M.-L. FURNESTIN, 1960).

L'idée d'un transport de l'espèce en Méditerranée par le courant atlantique ne résiste pas à un examen critique de sa répartition dans l'océan où sa limite avoisine le 46° degré N (J. REYSSAC, 1963). Elle est donc absente de la partie méridionale du golfe de Gascogne, des côtes ibériques et de la baie ibéro-marocaine.

Son abondance dans l'Adriatique et les zones les plus diluées du bassin occidental incitent bien à la considérer comme un vestige des peuplements anciens de la Méditerranée, caractéristiques d'eaux à tendance froide et dessalée, éléments d'affinités boréales (J. FURNESTIN, 1952) ou éléments celtiques arrivés par vagues successives à partir du Calabrien (MARS et PICARD, 1958; PERES et PICARD, 1958, 1960).

Diverses variations morphologiques (taille plus faible, segment caudal plus court, maturité sexuelle précoce, ovaires plus longs, œufs plus nombreux) entre les spécimens des milieux atlantique et méditerranéen seraient aussi un indice de son isolement.

Il est intéressant de la retrouver en abondance en Mer Noire dont une des particularités est d'avoir conservé le caractère boréal de la mer pontienne en dépit de sa communication actuelle avec la Méditerranée. Sa faune, d'une grande affinité avec celle des mers septentrionales et sans grand rapport avec la faune de la mer voisine, en témoigne, et notamment *Sagitta setosa*.

b) LES COPÉPODES. SEWELL (1947) souligne la présence en Méditerranée de formes d'origine boréale comme *Ctenocalanus vanus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Cyclopina elegans*, *C. longicornis*, *Éctinosoma neglectum*, dont quelques-unes, plus ou moins largement implantées, pourraient être des relictas. Mais le caractère de relictas est ici moins net. *P. elongatus*, par exemple, est aussi considéré comme soumis à un transport actuel.

En revanche, la découverte récente de deux formes atlantiques boréales à répartition discontinue est plus convaincante :

Pareuchaeta norvegica, espèce bathypélagique commune aux abords de la Norvège et de l'Ecosse, mentionnée en Mer catalane (M.-L. FURNESTIN et F. GIRON, 1963) et en baie de Villefranche (DJORDJEVIC, 1963);

Diaixis hibernica, connu des côtes d'Irlande, d'Ecosse et de Norvège, trouvé dans la baie de Villefranche également.

Selon DJORDJEVIC, ces espèces, comme la plupart des relictas du même type, seraient plus abondantes en profondeur et remonteraient vers la surface sous l'action de facteurs d'ordre climatique ou courantologique. Quoi qu'il en soit, ces formes typiquement septentrionales posent un problème biogéographique plein d'intérêt.

4. Indicateurs écologiques.

On a défini récemment pour des formes méditerranéennes cette catégorie d'indicateurs qui signalent davantage des conditions locales de température, de salinité (DURAN, 1954; G. CANNICCI, 1959-1961; VIVES, 1965) ou de pollution (YAMAZI, 1964) que d'amples phénomènes hydrologiques.

Cladocères. Longtemps tenu pour un indicateur atlantique en raison de sa répartition (côtes algériennes, est des Baléares, littoral provençal), *Penilia avirostris*, que l'on observe aussi très souvent massé devant les embouchures : Danube, Pô, Ebre, Rhône, est actuellement considéré plutôt comme indicateur d'eaux diluées que d'eaux atlantiques (CASANOVA, 1965) et entrerait donc dans cette catégorie.

On peut y mettre aussi *Podon polyphemoides* qui permet de repérer l'expansion des eaux du Nil en Méditerranée orientale (KOMAROVSKY, 1953). Rare dans le secteur au cours des mois qui précèdent

et suivent la crue du fleuve, il se manifeste en masse au moment (septembre) où se produit l'écoulement vers le nord, le long des côtes d'Israël jusqu'au nord du cap Carmel, des eaux diluées et chargées de sels nutritifs, écoulement corrélatif d'une floraison phytoplanctonique considérable (HALIM, 1960) (fig. 10).

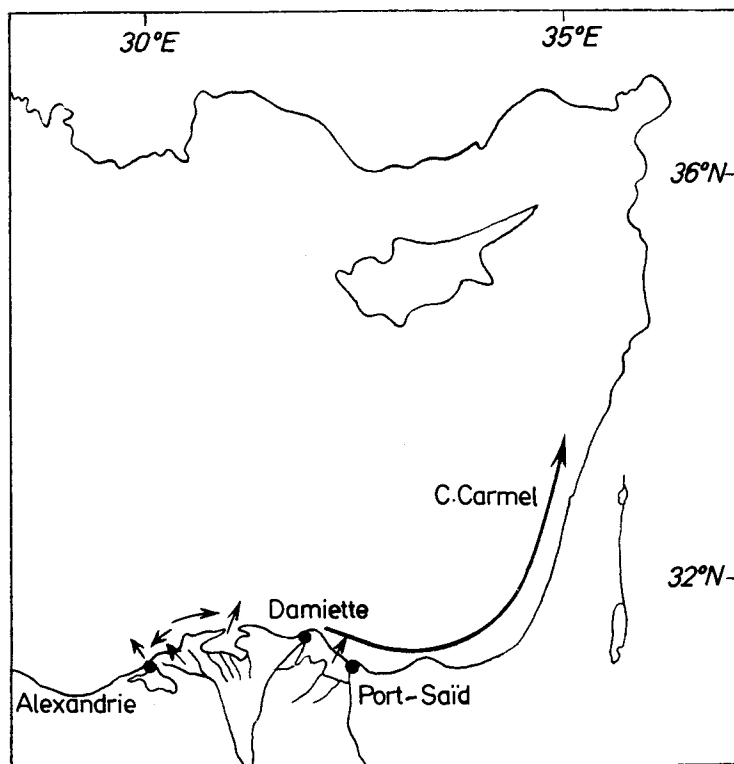


FIG. 10. — Ecoulement (marqué par les flèches) des eaux du Nil le long des côtes d'Israël en période de crue (d'après HALIM, 1960).

Chaetognathes. Outre sa qualité d'indicateur-relicte, peut être rangée sous la même appellation *Sagitta setosa*, liée à un biotope bien défini : secteur côtier de température et de salure peu élevées, plus ou moins soumis à l'influence d'eaux fluviales (zone néritique du golfe du Lion comprise dans le déversement du Rhône, débouché du Golo et du Tavignano sur la côte orientale de la Corse, par exemple, selon M.-L. FURNESTIN, 1960).

Ce ne sont là que trois exemples parmi de nombreux autres; les Copépodes en particulier pourraient en fournir.

Phytoplancton indicateur.

Comme dans le cas du zooplancton, parmi les espèces phytoplanctoniques peuplant une région, on distingue les autochtones et les allochtones ou espèces visiteuses dont certaines peuvent être spécifiques d'une masse d'eau déterminée et signaler une incursion de cette eau dans l'aire considérée. Mais les exemples connus en sont relativement rares. Ce sont les *indicatrices hydrologiques*, étudiées notamment par SMAYDA (1958).

On cite *Planktoniella sol*, Diatomée détectrice de la pénétration des eaux du Gulf-Stream en Mer de Norvège, ainsi que de l'envahissement des zones côtières du sud de l'Amérique ou de l'Afrique par les formations du large (zones du courant du Pérou et du courant de Benguela).

Il existe également des *indicateurs écologiques*, représentés par des espèces (Dinoflagellés ou Diatomées) qui signalent certains facteurs édaphiques,

par exemple : *Prorocentrum micans* } pour les zones polluées,
Eutreptia lanowii }
Cyclotella caspia } pour les zones diluées,
Prorocentrum micans } pour les eaux saumâtres
Melosira moniliformis } (DE ANGELIS, 1961)
Campylodiscus echeneis ... }

Il peut se produire que certaines espèces visiteuses, à tendance chaude ou froide, supplantent les formes locales lorsque les conditions thermiques défavorisent momentanément ces dernières dans la région visitée. Le phénomène peut être périodique (annuel) quand il est lié à un déplacement régulier des formations hydrologiques, ou sporadique (accidentel), comme on l'a indiqué en 1927 en Mer de Norvège pour *Asterionella japonica* et un certain nombre de fois depuis 1903 en Mer du Nord pour *Biddulphia sinensis* ⁽¹⁾.

Communautés indicatrices.

Il arrive que pour « détecter » une eau de nature déterminée on ne se base pas sur un seul élément du plancton mais sur un ensemble de formes ayant mêmes exigences et même comportement. On a défini en effet des « associations » planctoniques dont les constituants sont presque constamment rassemblés dans les mêmes eaux. Le relevé de tels groupements demande du reste une connaissance approfondie de la faune des secteurs considérés.

Pour ne citer que deux exemples concernant des zones proches de la France, mentionnons que des communautés indicatrices ont été inventoriées dans l'Atlantique marocain (M.-L. FURNESTIN, 1957-1964) et dans les parages des Iles Britanniques (J. H. FRASER, 1952-1962).

Ces communautés, très complètes, font intervenir à la fois des Chaetognathes, des Copépodes, des Coelentérés, des Tuniciers, des Mollusques pélagiques et divers autres organismes...

1. Communautés indicatrices dans la baie ibéro-marocaine.

Indiquons d'abord schématiquement la situation hydrologique au Maroc (J. FURNESTIN, 1959) (fig. 11).

Il existe le long du continent une bande d'eaux côtières occupant la surface du plateau continental et constituées par un mélange d'eau superficielle du large, à forte salure et à température relativement élevée, et d'eau originaire des profondeurs de 200 à 400 m, à salinité et température beaucoup plus basses. Ces dernières prévalent plus ou moins et il en résulte une salinité (36-36,30 ‰) et une température (16 à 17° en hiver, 18 à 20° aux autres saisons) toujours moindres près de la côte qu'au large.

Une des caractéristiques essentielles du secteur consiste en une montée générale (mais particulièrement accentuée en certains points), sous l'action des vents dominants, d'eau du talus vers la côte, se produisant suivant un cycle saisonnier. Ce cycle débute au printemps par le déclenchement du courant ascendant sur l'ensemble de la frange continentale, l'influence des eaux profondes se faisant sentir à tous les niveaux, de 200 m à la surface.

En été, les montées d'eaux de pente (35,90 - 36,10 ‰ et 15-16° en moyenne) se poursuivent en s'accroissant mais, simultanément, a lieu en surface un envahissement partiel de la zone côtière par les eaux du large qui y jouent un très grand rôle; elles sont parmi les plus salées des eaux atlantiques. Leur salinité en surface s'établit entre 36,4 et 36,6 en moyenne, avec une température de 17 à 17,8° en hiver, de 18 à 24° aux autres saisons. Il s'ensuit une augmentation de salinité et de température des eaux côtières (36,20 à 36,30 et 18 à 20° en moyenne).

(1) Exemples cités par PERES et DEVEZE (1963).

Ce déplacement des eaux du large vers la côte est plus ou moins corrélatif de l'upwelling. Mais, indépendamment de cette cause locale, les eaux de haute mer semblent exercer dans la baie ibéro-marocaine des mouvements d'avancée et de retrait de grande amplitude.

En automne, s'amorce la disparition des eaux profondes, soit par régression au-delà du plateau continental, soit par mélange avec celles du large.

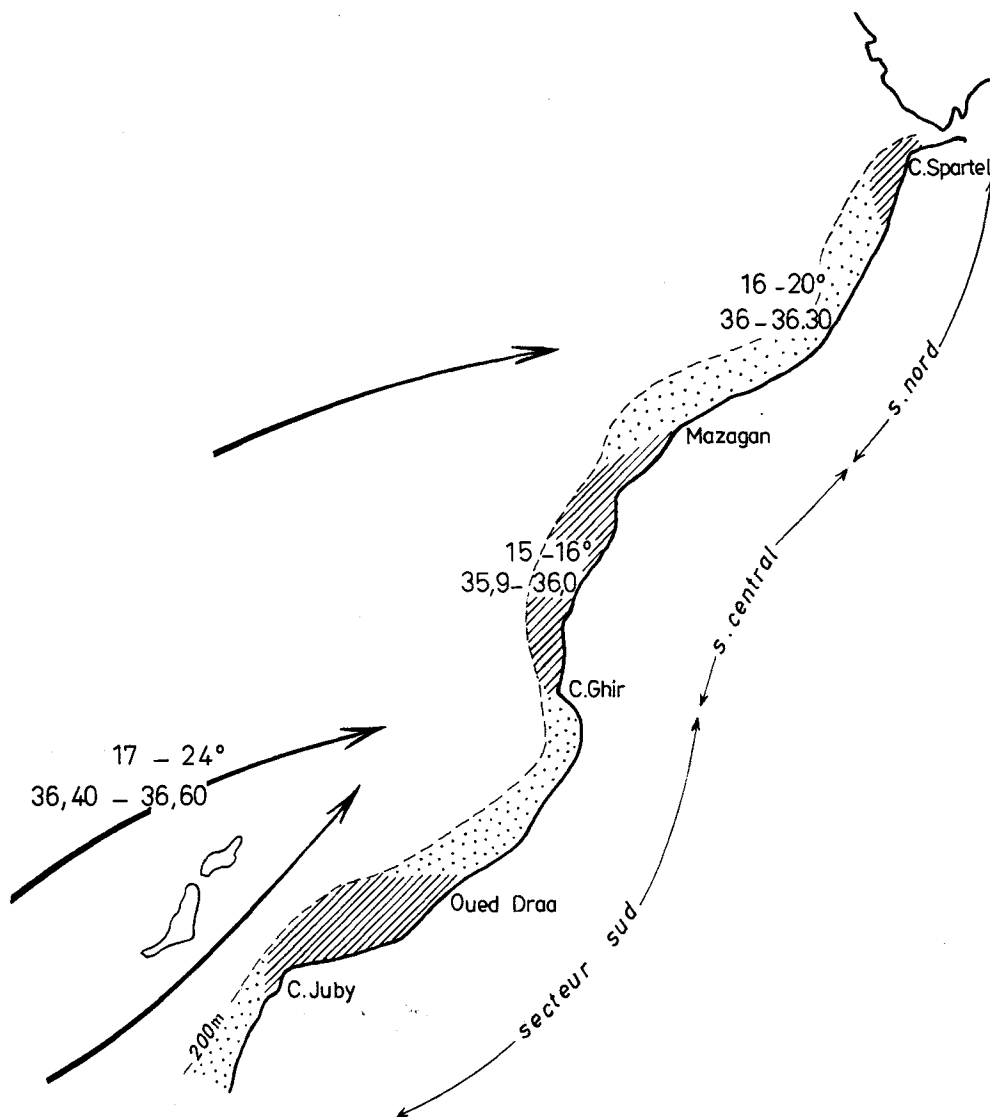


FIG. 11. — Répartition schématisée des principales formations hydrologiques dans la baie ibéro-marocaine, avec leurs températures et leurs salinités moyennes. Eaux côtières : pointillé ; eaux de pente : hachures ; eaux du large : indiquées par les flèches.

En hiver, la disparition des eaux de pente est achevée et un équilibre relatif s'établit : isothermes et isohalines s'orientent parallèlement au rivage et une certaine isohalinité ainsi qu'une certaine isothermie règnent de la surface aux fonds de 100 m. Seules subsistent par endroits quelques nappes résiduelles d'eaux de pente retenues sur le plateau continental par le relief qui le sillonne.

On distingue donc trois formations principales dans la région. Or on reconnaît aussi parmi les organismes planctoniques trois catégories qui signalent respectivement la présence des eaux côtières, du large et de la pente.

Organismes caractéristiques des eaux côtières.

De nombreuses formes s'observent toute l'année dans les eaux marocaines ou, du moins, en des périodes où aucune influence des eaux du large ne se fait sentir et ne peut donc être à l'origine de leur présence dans le secteur côtier.

Couramment rencontrées dans la zone eulittorale, on peut les tenir pour des espèces propres aux eaux de faible salure qui s'étendent en une nappe étroite et continue le long du continent.

HYDROMÉDUSES : *Phialidium hæmisphericium*, *Odessia mæotica* f. *marina*, *Gossea faureæ*, *Obelia* sp.

SIPHONOPHORES : *Muggiæa atlantica*.

CLADOCÈRES : *Podon phyphemoides*, *P. intermedius*, *Evadne spinifera*, *E. nordmanni*.

MYSIDACÉS : *Lophogaster typicus*, *Siriella armata*, *S. clausi*, *S. jaltensis*, var. *crassipes*.

APPENDICULAIRES : *Oikopleura dioica*.

CHÆTOGNATHES.

Sagitta friderici. Ce chætogathe, qui semble avoir trouvé un de ses meilleurs biotopes dans la zone marocaine où il pullule en toutes saisons, donne l'exemple d'une population nombreuse, stable, équilibrée, dont le caractère néritique foncier en fait un bon indicateur des eaux côtières peu salées.

Les divers groupes envisagés ci-dessus fournissent donc un ensemble de formes dont la présence à une station donnée signifie que l'on a affaire à une eau de type continental. Elles évoluent en effet et se reproduisent dans la zone côtière et font partie en permanence de la faune qui la caractérise.

Organismes caractéristiques des eaux du large.

Ces organismes se rencontrent non seulement dans les eaux chaudes et salées des stations éloignées de la côte, mais ils peuvent atteindre cette dernière à certains moments et il est alors logique de les considérer comme des éléments océaniques transportés dans la zone côtière à la faveur des mouvements hydrologiques. Leur répartition saisonnière parle dans ce sens : ils se signalent en effet près des rivages marocains, ou s'y montrent plus nombreux, au moment même où les eaux du large empiètent sur le plateau continental et ils peuvent être retenus comme les indices de cet envahissement temporaire de la marge continentale. Certes, il n'y a pas toujours concordance exacte entre l'estimation de l'arrivée et du retrait de ces eaux d'une part, l'apparition et la disparition des formes de haute mer dans les prélèvements d'autre part, mais un fait demeure : la coïncidence de leur capture avec la manifestation d'eaux du large sur les lieux de pêche et leur récolte en des stations voisines de terre traduit une modification du milieu avec atténuation de son caractère néritique.

Ce sont souvent des formes subtropicales dont quelques-unes s'avancent parfois loin vers le nord, jusque dans le secteur britannique où elles témoignent plus nettement encore qu'au Maroc de la pénétration des eaux atlantiques.

HYDROMÉDUSES	<i>Rhopalonema velatum</i>	<i>Solmundella bitentaculata</i>	<i>Solmissus</i> sp.
	<i>Sminthea eurygaster</i>	<i>Aegina citrea</i>	<i>Cunocantha</i> sp.
	<i>Solmaris corona</i>		
SCYPHOMÉDUSES	<i>Nausithoe punctata</i>	<i>Atolla bairdii</i> = <i>A. wyvillei</i>	
SIPHONOPHORES	<i>Lensia conoidea</i>	<i>Abyla trigona</i>	<i>Abylopsis tetragona</i>
	<i>Chelophyes appendiculata</i>	<i>A. leuckarti</i>	<i>A. eschscholtzi</i>
	<i>Bassia bassensis</i>	<i>Eudoxoides spiralis</i>	<i>Sulculeolaria angusta</i>
	<i>Diphyes dispar</i>	<i>E. mitra</i>	<i>Ceratocymba sagittata</i>
	<i>D. bojani</i>		<i>C. dentata</i>

Ce groupe fondamentalement de haute mer renseigne sur certains mouvements des masses d'eau de l'Atlantique ibéro-africain. D'une manière générale, quand les diverses espèces se manifestent dans

la zone côtière, plus ou moins près du littoral, c'est que les eaux du large l'ont plus ou moins envahie et l'on peut tenir l'ensemble des Siphonophores du secteur marocain pour indicateurs des formations de caractère subtropical en provenance du sud-ouest : mais toutes les espèces n'ont pas au même degré cette valeur de détecteurs biologiques; le meilleur est ici *Chelophyes appendiculata* dont les mouvements saisonniers traduisent bien les déplacements d'eau affectant la région marocaine : prati-

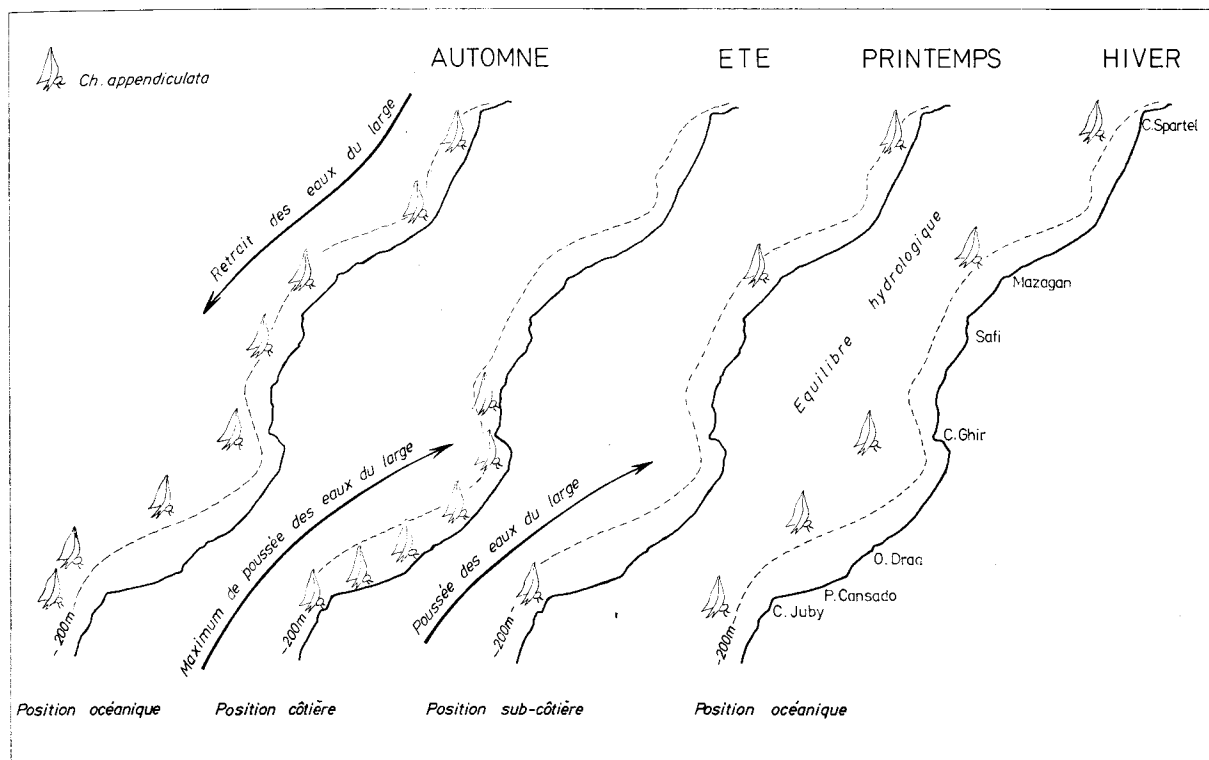


FIG. 12. — Répartition saisonnière de *Chelophyes appendiculata* en baie ibéro-marocaine. Sa position par rapport à la côte marque la poussée des eaux du large vers le continent au printemps et en été, puis leur retrait en automne. Le Siphonophore est représenté par une cloche natatoire stylisée.

quement absent de la zone littorale en hiver, il y pénètre au printemps et surtout en été, pour se retirer à nouveau vers la haute mer en automne marquant ainsi les étapes successives de la poussée des eaux du large vers la côte, puis leur retrait (fig. 12).

MYSIDACÉS

Deux espèces se distinguent parmi les Mysidacés, généralement littoraux et semi-benthiques. *Siriella thompsoni*, qui, franchement pélagique et très fréquente dans la province tropicale, existe en quantités importantes au Maroc entre la ligne des fonds de 200 m et celle des 100 m, faisant de rares incursions dans la zone eulittorale. *Gastrosaccus lobatus*, cantonné dans les eaux les plus chaudes (18 à 21°), à la limite ou au-delà du plateau continental, et qui caractérise aussi dans une certaine mesure le plancton du large.

MOLLUSQUES

PTÉROPODES. Les affinités tropicales des Ptéropodes marocains sont nettes. Les Euthécosomes d'eaux chaudes, en particulier, sont presque tous représentés en baie ibéro-marocaine :

Spiratella (= *Limacina*) *inflata*
Spiratella *bulimoides*
Creseis *acicula*
Creseis *virgula*

Styliola *subula*
Hyalocyclix *striata*
Cavolinia *inflexa*
Cavolinia *longirostris*

Diacria *quadridentata*
Euclio *balantium*

Le lieu de prédilection de ces organismes est d'ailleurs le secteur sud, à partir du cap Ghir, qui subit plus que les autres secteurs l'influence des eaux chaudes.

Une espèce, *Cavolinia inflexa*, est plus spécialement indicatrice de la pénétration de ces eaux dans l'aire côtière marocaine car on la rencontre en formations beaucoup plus denses au printemps et en été.

HÉTÉROPODES

Oxygyrus *keraudreni*
Atlanta *fusca*

Atlanta *inflata*
Carinaria *lamarcki*

Pterotrachea *minuta*
Firoloida *desmaresti*

Tous sont des éléments du large qui franchissent rarement la limite du plateau continental et sont alors capturés par petits groupes ou par individus isolés, notamment dans le sud marocain.

CHÆTOGNATHES

Sagitta bipunctata. Son caractère écologique essentiel est d'être pélagique et en fait un des meilleurs détecteurs des eaux du large avec lesquelles elle progresse périodiquement jusqu'à la limite septentrionale de son aire, au voisinage de l'Ecosse, et dont les déplacements en direction de la côte expliquent sa présence temporaire en certains points de la zone néritique en baie ibéro-marocaine.

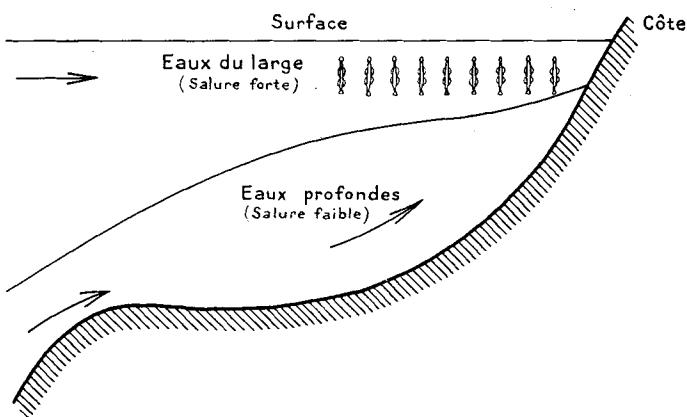


FIG. 13. — Schéma expliquant la présence de *Sagitta serratodentata* en surface (eaux très salées) et son absence en profondeur (eaux peu salées) dans la zone côtière marocaine.

Sagitta tasmanica et *Sagitta serratodentata*. Ces deux Chætogonathes à crochets serrulés sont des formes du large qu'on n'observe avec quelque fréquence, en surface, qu'à partir de la ligne des 100 m et bien plus souvent des 200 m et au-delà. Cependant, *S. serratodentata* est plus océanique : on la trouve, avec *S. bipunctata*, dans la zone des fonds de 2 000 à 4 000 m.

Sa prédilection pour les eaux de salinité élevée (toujours supérieure ici à 36,15 ‰) détermine une modification de sa répartition bathymétrique aux abords des côtes marocaines. Normalement mésoplanctonique, elle déserte les niveaux de moyenne profondeur envahis par les formations faiblement salées entraînées par l'upwelling, pour se cantonner dans la mince couche d'eaux du large de salure beaucoup plus forte qui recouvre ces eaux de pente. Ceci

rend compte de son existence relativement fréquente dans l'épiplancton de la bordure marocaine (fig. 13).

Sagitta inflata. Bien que cette espèce soit généralement plutôt semi-néritique que pélagique, les quelques spécimens récoltés dans le secteur sud-marocain (cap Juby et baie de Puerto-Cansado) semblent se rattacher aux populations subtropicales proches et très abondantes et peuvent donc indiquer la poussée jusque dans la zone marocaine des eaux de même provenance.

APPENDICULAIRES

Oikopleura *longicauda*
Oikopleura *albicans*

Oikopleura *rufescens*
Oikopleura *cophocerca*

Stegosoma *magnum*
Fritillaria *pellucida*

Ces Appendiculaires sont des organismes du large et, en dépit de l'eurythermie et de l'euryhalinité qu'on a coutume de leur attribuer, ils ne se rencontrent au Maroc que dans les eaux fortement salées et chaudes.

Parmi eux, *O. longicauda*, qui se déplace saisonnièrement entre la haute mer et la côte d'une part, et du nord au sud d'autre part, se révèle comme un bon indicateur des mouvements océaniques dont on a fait état précédemment.

Organismes caractéristiques des eaux de pente.

Le talus du plateau continental est occupé par des eaux intermédiaires résultant d'un mélange plus ou moins intime des eaux de la côte, du large et de la profondeur. Divers éléments planctoniques en ont fait leur domaine et s'ils abordent la surface c'est généralement à la faveur des courants ascendants qui affectent ces formations.

HYDROMÉDUSES. *Liriope tetraphylla*, *Aglaure hemistoma*, *Steenstrupia rubra*.

CHÆTOGNATHES

Sagitta minima. Sa fréquence plus grande que dans les prélèvements superficiels effectués au bord du plateau continental et sa prédominance dans les stations de nuit, signe de déplacements verticaux journaliers, conduisent à la considérer comme un organisme du talus apparaissant avec une certaine constance en surface dans les secteurs côtiers envahis par les eaux de pente. On remarque d'ailleurs sa prédilection pour le secteur central marocain où les formations ascendantes se manifestent en quasi-permanence.

Pterosagitta draco. Le comportement de ce Chaetognathe est voisin de celui de *S. minima*, aussi joue-t-il le même rôle indicateur des mouvements ascensionnels le long du littoral marocain.

Sagitta hexaptera et *Sagitta lyra*. Pour ces deux espèces habituellement mésoplanctoniques, mais dont un petit nombre, parmi les jeunes surtout, se livre à des migrations nocturnes les amenant dans les couches supérieures, on peut penser qu'il y a aussi une relation entre leurs déplacements et les mouvements océaniques verticaux. D'autant que les stations sur lesquelles elles sont capturées le plus souvent se situent dans les régions principales de remontée (cap Spartel au nord, Safi au centre, Puerto-Cansado au sud). Il faut noter cependant que, chez *S. lyra* au moins, les migrations doivent avoir en partie un déterminisme physiologique (M.-L. FURNESTIN et coll., 1962) et que les facteurs hydrologiques ne sont pas seuls en cause dans leur déroulement.

SALPES

Thalia democratica. Cette Salpe, très abondante, est ici parmi les meilleurs détecteurs des eaux de pente avec lesquelles elle pénètre dans la zone côtière où on la trouve en quantités d'autant plus importantes que ces eaux profondes, entraînées par les courants ascendants, sont plus développées en surface. Son maximum d'abondance dans les eaux côtières superficielles se produit en effet en même temps et dans les mêmes lieux que le maximum de l'upwelling, notamment dans le secteur central en été.

Bien que l'aire marocaine se prête moins bien que d'autres régions atlantiques, comme les côtes américaine ⁽¹⁾ ou l'entrée de la Manche et de la Mer du Nord ⁽²⁾, à la recherche des indicateurs planctoniques, car les contrastes thermiques, halins et autres, aux diverses saisons, y sont moins marqués, on peut y déceler des rapports étroits entre l'hydrologie et le plancton. Ceux-ci ont conduit à distinguer plusieurs catégories de formes bien adaptées aux eaux de nature différente présentes dans le secteur et qui peuvent être utilisées comme indicateurs de ces formations (eaux côtières, eaux du large, eaux profondes), ainsi que des phénomènes hydrologiques locaux les plus typiques (montées printanières et estivales d'eaux de pente, poussée corrélative des eaux du large vers la côte).

2. Communautés indicatrices dans les parages des Iles Britanniques.

Les secteurs anglais, écossais et irlandais ont donné lieu à des recherches du même genre. Elles sont beaucoup plus complexes cependant, puisqu'on a pu reconnaître six associations différentes, liées à six types d'eaux :

les eaux, dites locales ou en place, de la Mer du Nord et de la Mer d'Irlande, avec

Sagitta setosa (Chaetognathe)

Labidocera wollastoni { (Copépodes)

Isias clavipes

Tima bairdii { (Méduses)

Eutonia indicans

(1) Voir CLARKE, 1940; FISH et JOHNSON, 1937; PIERCE, 1953; REDFIELD et BEALE, 1940.

(2) Voir FRASER, 1952; GOUGH, 1905; RUSSELL, 1939.

les eaux de mélange entre les masses continentales et les masses atlantiques en progression, dans le nord de la Mer du Nord ou certaines zones de la Mer d'Irlande, avec

<i>Sagitta elegans</i> (Chaetognathe)	<i>Thysanoessa inermis</i> (Euphausiacé)
<i>Metridia lucens</i> { (Copépodes)	<i>Clione limacina</i> { (Ptéropodes)
<i>Candacia armata</i> }	<i>Spiratella retroversa</i> }

les eaux de la dérive atlantique vers le nord, les plus chaudes et les plus salées, avec

<i>Sagitta serratodentata</i> (Chaetognathe)	<i>Lensia conoidea</i> {	(Siphonophores)
<i>Rhincalanus nasutus</i> { (Copépodes)	<i>Dimophyes arctica</i>	
<i>Euchaeta hebes</i> }	<i>Physophora hydrostatica</i>	
<i>Laodicea undulata</i> { (Méduses)	<i>Agalma elegans</i>	(Thaliacés)
<i>Cosmetira pilosella</i> }	<i>Salpa fusiformis</i>	
	<i>Doliolletta gegenbauri</i> }	

les eaux d'origine boréale ou arctique, froides au contraire, et en mouvement vers le sud, en surface, avec

<i>Sagitta maxima</i> { (Chaetognathes)	<i>Calanus hyperboreus</i> {	(Copépodes)
<i>Eukrohnia hamata</i> }	<i>Metridia longa</i>	
<i>Spiratella helicina</i> (Ptéropode)	<i>Pareuchaeta barbata</i> }	

les eaux froides profondes, qui se distinguent des précédentes par leur position et leur faune, avec

<i>Sagitta macrocephala</i> { (Chaetognathes)	<i>Gaetanus pileatus</i> (Copépode)
<i>Sagitta zetesios</i> }	<i>Spiratella helicoidea</i> (Ptéropode)
<i>Amalopenaeus</i> (= <i>Gennadas</i>) <i>elegans</i> (Décapode)	

les eaux dites du courant lusitanien, d'origine méditerranéenne, en provenance du détroit de Gibraltar et du golfe de Gascogne, cheminant à plus ou moins grande profondeur, avec, entre autres, *Sagitta lyra* (Chaetognathe), *Thalia democratica* et *Doliolina mülleri* (Thaliacés).

Après ces deux exemples étudiés en détail, on notera encore, mais sans les fournir, que MOORE (1958) donne, notamment d'après RUSSELL (1935 et 1939), des listes d'indicateurs caractéristiques d'eaux de nature différente dans diverses mers du globe :

eaux arctiques (Mer de Barentz, courant du Labrador et ses incursions sur les bancs de Terre-Neuve, dans le golfe du Maine, etc.); eaux de mélange arctiques-atlantiques (golfe du Maine en particulier); eaux atlantiques (Mer de Norvège, nord-ouest de la Mer du Nord, Manche, bancs de Terre-Neuve, golfe du Maine); eaux côtières (Spitzberg, Norvège, Mer du Nord).

Ces listes, certes, ont fait leurs preuves, mais elles restent d'interprétation délicate.

Valeur des indicateurs planctoniques.

L'utilisation des indicateurs planctoniques donne-t-elle toujours des résultats valables ?

Il faut reconnaître que l'interprétation des faits est difficile et nécessite une longue série d'observations portant sur plusieurs années consécutives. La reconnaissance des formes indicatrices se heurte en effet à plusieurs obstacles.

L'un des premiers tient aux techniques mêmes de récolte du plancton qui ne sont pas encore absolument au point et fournissent rarement des données très précises. D'une part, les filets sont plus ou moins sélectifs et collectent mieux, selon leur type, soit le phytoplancton, soit le zooplancton, soit même certains organismes de ce dernier à l'exclusion des autres, renseignant imparfaitement sur la composition du plancton au point considéré. D'autre part le plancton n'est pas uniformément réparti mais forme des essaims : une pêche qui aura malencontreusement évité de telles concentrations induira en erreur non seulement sur la densité mais sur la nature du plancton dans la zone prospectée. D'où la nécessité de multiplier les prélèvements à des heures différentes.

à des saisons différentes aussi, car le plancton est soumis à des variations journalières et saisonnières aussi bien qualitatives que quantitatives.

Par ailleurs, la connaissance du milieu marin est aussi très incomplète. On évalue surtout la température, la salinité, la densité, la teneur en oxygène, en phosphates et en nitrates de l'eau de mer. Or les facteurs influençant l'écologie des formes planctoniques sont beaucoup plus divers et leurs interférences presque impossibles à saisir. Certains auteurs (WILSON et ARMSTRONG, 1951, 1952, 1954) admettent même l'existence, entre des masses d'eaux voisines, de qualités particulières encore indéfinissables, c'est-à-dire de véritables « différences biologiques » qui conditionnent la vie des organismes et expliqueraient en particulier la pullulation et la concentration en certains points d'une ou plusieurs formes dominantes aboutissant à la constitution des essaims. On aurait ainsi des eaux à *Sagitta*, à Copépodes, à Salpes, définies par l'organisme même auquel elles semblent spécialement convenir.

La difficulté d'interprétation des observations est parfois particulièrement frappante : le fait qu'on puisse reconnaître, à quelques milles de distance seulement, par des salinités et des températures presque identiques, des « faciès planctoniques » tout différents, ou, inversement, une constance remarquable dans la composition du plancton sur des lignes de stations où températures et salinités font de brusques écarts, montre bien que d'autres facteurs : éclaircissement, courants ascendants, épaisseur d'eau variable... interviennent aussi et contrecarrent l'action de la salinité et de la température, qui ne représentent que les deux agents les plus faciles à mesurer et auxquels on aurait tort de se rapporter avec trop d'exclusivité.

Ces réserves faites, une étude serrée amène fréquemment à déceler des rapports étroits entre l'hydrologie et le plancton, et à trouver des organismes planctoniques susceptibles de jouer un rôle d'indicateurs des conditions de milieu (indicateurs écologiques) ou de la circulation marine (indicateurs hydrologiques).

Mais il faut se garder de tirer des conclusions hâtives et de généraliser, car une liste d'indicateurs n'a qu'une valeur locale, une faune étant adaptée à un milieu bien défini et l'établissement d'une telle liste étant basé sur la connaissance de l'habitat propre à chaque forme dans une région donnée.

BIBLIOGRAPHIE

- BAINBRIDGE (V.), 1960. — Occurrence of *Calanoides carinatus* (K) in the plankton of the gulf of Guinea. — *Nature*, Londres, **188**, n° 4754, : 932-933, fig. 1.
- 1961. — Warm-water species in the Plankton off Newfoundland during winter months. — *Nature*, Londres, **191**, n° 4794 : 1216-1217, fig. 1.
- BERNARD (M.-F.), 1955. — Etude préliminaire quantitative de la répartition saisonnière du zooplancton de la baie d'Alger (1950-1951). — *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, n° 1065, 28 p., 6 fig.
- BIERI (R.), 1954. — The distribution of planktonic Chaetognatha in the Pacific and their relationship to the water masses. — *Limn. and Ocean.*, **4** (1), 28 p., 26 tabl. et fig.
- CANNICCI (G.), 1959. — Considerazioni sulla possibilità di stabilire « indicatori ecologici » nel plancton del Mediterraneo. Nota I. — *Boll. Pesca Pisc. Idrob.* (n.s.), **14** : 164-188.
- 1961. — Considérations sur la possibilité d'établir des « indicateurs écologiques » dans le plancton de la Méditerranée. Note II. Sur les Copépodes pélagiques du bassin septentrional de la Mer Tyrrhénienne. — *Comm. int. Explor. sci. Médit., Rapp. et P.V.*, **16** (2) : 207-214.
- CASANOVA (J.-P.), 1964. — Pêches planctoniques superficielles et profondes en Méditerranée occidentale. V. Cladocères. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **28** (3) : 265-270, 3 fig.
- 1965. — *Penilia avirostris* indicateur d'eaux diluées. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **29** (2) : 197-204, 4 fig.
- CLARKE (G.-L.), 1940. — Comparative richness of zooplankton in coastal and offshore areas of the Atlantic. — *Biol. Bull. Woods Hole*, **78** : 226-255.
- CLARKE (G.-L.), PIERCE (E.-L.), BUMPUS (D.-F.), 1943. — The distribution and reproduction of *Sagitta elegans* on Georges Bank in relation to hydrographical conditions. — *Biol. Bull. Woods Hole*, **85** (3) : 201-226.

- CLEVE (P.T.), 1905. — The plankton of the South-African seas. II. Vermes. B. Chaetognatha. — *Marine investigations in South Africa*, 4 : 126-128.
- COLOSI (G.), 1922. — Eufausiacei e Misidacei dello stretto di Messina. — *R. Comit. talassogr. ital., Mem.* 98, 22 p., 4 fig.
- DE ANGELIS (M.C.), 1961. — Report on the common species and characteristics of the phytoplankton of the tyrrhenian brackish ponds. — *Comm. int. Explor. sci. Médit., Rapp. et P.V.*, 16 (2) : 133-137.
- DJORDJEVIC (M.), 1963. — Observations sur les Copépodes pélagiques en rade de Villefranche, de mars à août 1962. — *Comm. int. Explor. sci. Médit., Rapp. et P.V.*, 17 (2) : 575-580.
- DURAN (M.), 1954. — Indicadores biológicos de afloramiento y otros organismos indicadores en Castellon. — *Inst. Invest. Pesq. (Réunion « productivité y pesquerías »)* : 30-32.
- EHRHARDT (J.P.), BAUDIN-LAURENCIN (F.) et SEGUIN (G.), 1964. — Contribution à l'étude du plancton dans le canal Corse-Provence. — *Cah. océanogr.*, 16^e année, n° 8.
- EKMANN (S.), 1953. — Zoogeography of the Sea. — Londres, Sidgwick & Jackson Ltd., 417 p., 121 fig.
- FISH (C.J.) et JOHNSON (M.V.), 1937. — The biology of the zooplankton population in the bay of Fundy and Gulf of Maine with special reference to production and distribution. — *J. Biol. Brd Canada*, 3 (3) : 180-321.
- FRASER (J.H.), 1937. — The distribution of Chaetognatha in scottish waters during 1936, with notes on the scottish indicator species. — *J. Cons. int. Explor. Mer*, 12 (3) : 311-320.
- 1952 a. — The Chaetognatha and other Zooplankton on the Scottish area and their value as biological indicators of hydrographical conditions. — *J. mar. Res.*, 2, 52 p., 4 fig., 3 pl., 21 cart.
- 1952 b. — Hydrobiological correlations at the Entrances to the Northern North sea in 1947. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.*, 131 (1951) : 38-43. (Meeting on « The effect of hydrographical conditions on Fish and fisheries »).
- 1954 a. — Warm-water species in the plankton off the English Channel entrance. — *J. mar. biol. Assoc.*, 33 : 345-346.
- 1954 b. — The plankton of the waters approaching the British Isles in 1953. — *Cons. int. Explor. Mer*, (Comité du Plancton, n° 8).
- 1962. — Nature adrift. The story of marine Plankton. — Londres G.T. Foulis & Co Ltd, 178 p., 38 fig.
- FURNESTIN (J.), 1938. — Influence de la salinité sur la répartition du genre *Sagitta* dans l'Atlantique nord-est. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, 11 (3) : 425-439.
- 1952. — Biologie des Clupeidés méditerranéens. — *Vie et Milieu*, suppl. n° 2, Océanogr. médit. : 96-116, 6 fig.
- 1959. — Hydrologie du Maroc atlantique. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 23 (1) : 5-77, 53 fig.
- FURNESTIN (M.-L.), 1957. — Chaetognathes et Zooplankton du secteur atlantique marocain. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 21 (1 et 2) : 1-356. (Thèse, Paris, n° 2965).
- 1960. — Zooplankton du golfe du Lion et de la côte orientale de Corse. — *Ibid.*, 24 (2) : 153-252, 66 fig.
- 1963. — Les Chaetognathes atlantiques en Méditerranée. — *Ibid.*, 27 (2) : 155-160, 4 fig.
- 1963. — Les indicateurs planctoniques. — *Science et Pêche*, n° 117 : 1-8, 2 fig.
- 1964. — Les indicateurs planctoniques dans la baie ibéro-marocaine. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 28 (3) : 257-264, 3 fig.
- FURNESTIN (M.-L.) et GIRON (F.), 1963. — Copépodes de la Mer Catalane. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 27 (2) : 137-153.
- FURNESTIN (M.-L.), MAZZA (J.) et ARNAUD (J.), 1962. — Pêches planctoniques, superficielles et profondes, en Méditerranée occidentale. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 26 (3) : 319-368, nbr. fig.
- GAUDY (R.), 1963. — Sur la présence à Marseille d'espèces planctoniques indicatrices d'eaux d'origine atlantique. — *Comm. int. Explor. sci. Médit., Rapp. et P.V.*, 17 (2) : 539-543.
- GERMAIN (L.) et JOUBIN (L.), 1916. — Chaetognathes provenant des campagnes des yachts « Hirondelle » et « Princesse-Alice » (1885-1910). — *Rés. Camp. sci. Monaco*, 49, 119 p., 8 pl., 7 cart.
- GIRON (F.), 1963. — Copépodes de la Mer d'Alboran. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 27 (4) : 355-402, 28 fig.
- GOUGH (L.H.), 1905. — On the distribution and the migrations of *Muggiaea atlantica* CUN. in the English Channel, the Irish Sea, and off the south and west coasts of Ireland, in 1904. — *Cons. int. Explor. Mer, Publ. Circ.*, 29, 13 p., 3 cart.
- GRAN (H.H.), 1902. — Das Plankton des norwegischen Nordmeeres, von biologischen und hydrographischen Gesichtspunkten behandelt. — *Rep. Norw. Fish. Mar. Invest.*, 2 (5).
- HALIM (Y.), 1960. — Observations on the Nile bloom of phytoplankton in the Mediterranean. — *J. Cons. int. Explor. Mer*, 26 (1) : 57-67, 4 fig.
- KOMAROVSKY (B.), 1953. — A Cladoceran from the plankton as a possible Indicator for the presence of the Nile Flood of the Israeli Coast. — *Nature*, Londres, 171 : 937.

- LE BRASSEUR (R.), 1959. — *S. lyra*, a biological indicator species in the subarctic waters of the eastern Pacific ocean. — *J. Fish Res. Bd Canada*, **16** (6).
- MARS (P.) et PICARD (J.), 1958. — Note sur les gisements sous-marins à faune celtique en Méditerranée. — *Comm. int. Explor. sci. Médit., Rapp. et P.V.*, **15** (3) : 325-330.
- MASSUTI (M.), 1961. — Note préliminaire à l'étude des Chaetognathes de la Méditerranée occidentale (campagne du « Xauen » X-6911). — *Comm. int. Explor. sci. Médit., Rapp. et P.V.*, **16** (2) : 117-121.
- MAZZA (J.), 1962. — Pêches planctoniques, superficielles et profondes, en Méditerranée occidentale. II. Copépodes. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **26** (3) : 329-356, 37 fig., 1 tabl.
- MOORE (H.B.), 1958. — Marine ecology. — New York, J. Wiley & Sons, Inc., 493 p., nbr. fig.
- PERES (J.M.) et DEVEZE (L.), 1963. — Océanographie biologique et Biologie marine. II. La vie pélagique. — Paris, P.U.F., 514 p., 51 fig.
- PERES (J.M.) et PICARD (J.), 1958. — Faunes « froides » et faunes « chaudes » de la Méditerranée quaternaire. — *Comm. int. Explor. sci. Médit., Rapp. et P.V.*, **14** : 509-514, 1 fig.
- — 1960. — Origine, distribution et modifications récentes du peuplement de la Mer Méditerranée. — *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, **33** (20) : 29-33.
- PIERCE (E.L.), 1953. — The Chaetognatha over the continental shelf of North Carolina with attention to their relation to the hydrography of the area. — *J. mar. Res.*, **12** : 75-92.
- PIERCE (E.L.) et ORTON (J.M.), 1939. — Sagitta as an indicator of water movements in the Irish Sea. — *Nature*, Londres, **144** : 784.
- RAE (K.M.) et RESS (C.B.), 1947. — The Copepoda in the North Sea 1938-1939 (§ the use of Copepoda as indicator-species). — *Hull. Bull.*, **11** (2) : 95-132.
- RAMPAL (J.), 1965. — Pteropodes Thécosomes indicateurs hydrologiques. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **29** (4), p. 393-400, 5 fig.
- REDFIELD (A.C.) et BEALE (A.), 1940. — Factors determining the distribution of population of Chaetognaths in the Gulf of Maine. — *Biol. Bull. Woods Hole*, **79** (3), p. 459-487.
- REYSSAC (J.), 1963. — Les Chaetognathes de la bordure atlantique, du golfe de Cadix à la Mer celtique. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **27** (3), p. 245-299, 26 fig.
- ROSE (M.), 1927. — Comparaison entre le plancton d'Alger et celui des côtes méditerranéennes françaises. — *C. R. Ass. fr. Avanc. Sci., Congrès de Constantine*, p. 542-543.
- — 1930. — Sur les affinités atlantiques du plancton de la région d'Alger. — *C. R. Ass. fr. Avanc. Sci., Congrès d'Alger*, p. 585-586.
- RUSSELL (F.S.), 1935. — On the value of certain plankton animal as indicators of water movements in the English Channel and North Sea. — *J. mar. Biol. Ass.*, **20** (2), p. 309-331.
- — 1936 a. — The importance of certain plankton animal as indicator of water movements in the western end of the English Channel. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.*, **100**, p. 7-10.
- — 1936 b. — A review of some aspects of zooplankton research. — *Ibid.*, **95**, p. 5-30.
- — 1936 c. — Observations on the distribution of plankton animal indicators made on Col. E.T. Peel's yacht "St-George" in the mouth of the English Channel, July 1935. — *J. mar. Biol. Assoc.*, **20** (3), p. 507-522.
- — 1939. — Hydrographical and biological conditions in the North sea as indicated by plankton organisms. — *J. Cons. int. Explor. Mer*, **14** (2), p. 171-92.
- RUUD (J.T.), 1936. — Euphausiacea. — *Rep. dan. oceanogr. Exped. 1908-1910 Medit.*, n° 2, 2 (D 6), 86 p.
- SEGUIN (G.), 1964. — Contribution à l'étude de la biologie du plancton de surface de la baie de Dakar (*Thèse de 3^e cycle*, Marseille).
- SEWELL (R.B.), 1947, 1948. — The free-swimming planktonic Copepoda, Systematic account. Geographical distribution. — *John Murray Exped., 1933-34, Sci. Rep.*, **8** (1), p. 1-303, 71 fig., et (3), p. 317-592, 95 fig., 2 cart.
- SMAYDA (J.T.), 1958. — Biogeographical studies of marine phyto-plankton. — *Oikos. Acta oecol. scand.*, **9** (2), p. 158-191.
- SOULIER (B.), 1965. — Euphausiacés des bancs de Terre-Neuve, de Nouvelle Ecosse et du golfe du Maine. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **29** (2), p. 173-189, 11 fig.
- SUND (P.N.), 1961. — Some features of the autecology and distributions of Chaetognatha in the eastern Tropical Pacific. — *Int. Amer. trop. Tuna Comm. Bull.*, **5** (4), p. 307-340, fig., réf.
- SUND (P.N.) et RENNER (J.A.), 1959. — The Chaetognatha of the eastropic expedition, with notes as to their possible value as indicators of hydrographic conditions. — *Int. Amer. trop. Tuna Comm. Bull.*, **3** (9), p. 395-436, 27 fig., réf.
- TESCH (J.J.), 1946. — The Thecosomatous Pteropods. I. The Atlantic. — "*Dana Report*", n° 28, 82 p., 34 fig., 8 pl.
- TOKIOKA (T.), 1959. — Observations on the taxonomy and distribution of Chaetognaths of the North Pacific. — *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, **7** (3), p. 349-456, 35 fig., tabl.
- VIVES (F.), 1965. — Rapports entre hydrographie et zooplancton dans une région néritique de la Méditerranée occidentale. — *Comm. int. Explor. sci. Médit., Rapp. et P.V.*, **18**, p. 383-390, 2 fig.
- VUCETIC (T.), 1961. — Sur la répartition des Chaetognathes en Adriatique et les possibilités de leur utilisation comme indicateurs biologiques des conditions hydrographiques. — *Comm. int. Explor. sci. Médit., Rapp. et P.V.*, **16**, p. 111-116, 3 fig.

- WIBORG (K. F.), 1954. — Plankton and hydrography in the Norwegian Sea. — *Cons int. Explor. Mer, Com. Plancton*, n° 53.
- WILSON (D. P.), 1951. — A biological difference between natural sea waters. — *J. mar. biol. Ass.*, **30**, p. 1-20.
- WILSON (D. P.) et ARMSTRONG (F. A. J.), 1952. — Further experiments on biological differences between natural sea waters. — *J. mar. biol. Ass.*, **31** (2), p. 335-349.
- 1954. — Biological difference between sea waters: experiments in 1953. — *Ibid.*, **33**, p. 347-360.
- YAMAZI (I.), 1964. — Structure of the netted Plankton communities in the inner area of the gulf of Naples in september 1962. — *Publ. Staz. zool. Napoli*, **34**, p. 98-136.

