

La plate-forme continentale atlantique nord-marocaine : bionomie et zoogéographie

Substrat meuble
Macrofaune
Sédimentologie
Zoogéographie
Remontée d'eau froide

Soft-bottom
Macrofauna
Sedimentology
Zoogeography
Upwelling

A. BAYED ^a, M. GLÉMAREC ^b

^a Institut Scientifique, Département de Zoologie et Écologie Animale, B.P. 703, Rabat-Agdal, Maroc.

^b Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire d'Océanographie Biologique, 6, avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cedex, France.

Reçu le 17/1/86, révisé le 11/3/86, accepté le 24/3/86.

RÉSUMÉ

Du 18 juin au 15 juillet 1978, le navire océanographique « Noroit » a effectué la campagne Biomar au large des côtes du Maroc septentrional, entre les parallèles de Tanger et d'El Jadida. La carte biosédimentaire montre une vasière centrale très étendue, bordée vers la côte de sables moyens et de sables fins et limitée vers le large par des sables biogènes envasés ou par des massifs de coraux en position bathyllittorale. L'examen plus précis de trois grandes unités de peuplement permet une réflexion sur la distribution des contingents zoogéographiques, étant donné le caractère particulier d'une telle plate-forme soumise à des remontées d'eau froide. Les peuplements s'identifient d'une façon frappante avec ceux du Golfe de Gascogne, situé à 10° de latitude plus au Nord. Sur le plan zoogéographique, on assiste à la submergence de la faune tempérée moyenne de l'infralittoral du Golfe de Gascogne au circalittoral côtier marocain et, de façon tout à fait inverse, à l'émergence de la faune tempérée froide qui devrait descendre en profondeur lorsque la latitude décroît. Quant à la faune subtropicale, elle ne peut apparaître qu'à très faible profondeur.

Oceanol. Acta, 1987, 10, 1, 111-121.

ABSTRACT

Benthos of Atlantic Moroccan shelf: distribution and zoogeography

During the cruise Biomar of R.V. "Noroit", from 18 June to 15 July, benthos and sediments of the North Moroccan coast were sampled between the latitudes of Tangier and El Jadida. There was a very extended central region of mud, bounded on the landward side by medium or fine sands, and offshore by biogenic muddy sands or coral formations. Analysis of the three main communities provides a definition of the distribution of the zoogeographical groups that characterise this shelf region that is subject to upwelling of cold water. The populations are strikingly similar to those of the Bay of Biscay, 10° farther north. The temperate faunal elements typical of the infralittoral of the Bay of Biscay are here submerged to the level of the coastal circalittoral zone. In contrast the cold temperate elements occur at lesser depths off Morocco than in the Bay of Biscay. Subtropical species occur only at very shallow depths.

Oceanol. Acta, 1987, 10, 1, 111-121.

INTRODUCTION

La plate-forme continentale marocaine a fait l'objet de nombreux travaux déjà anciens. Les explorations du « Vanneau », dirigées par Liouville et Dollfus, apportent de nombreux éléments à la connaissance de la faune de ce secteur (Liouville, 1924; Fauvel, 1936...). Les travaux de Maurin (1962) et de Collignon (1965) intéressent les fonds chalutables et la faune associée,

tandis que Mathieu (1968) à la suite de Bourcart (1954) précise la nature des sédiments de cette plate-forme. La mission « Biomar » de l'été 1978, à bord du N/O « Noroit » (fig. 1) avait pour premier objectif de mettre en place la cartographie biosédimentaire, selon les principes émis par Chassé et Glémarec (1976). La reconnaissance des grandes unités de peuplement est indispensable pour permettre une meilleure compréhension des recherches halieutiques. En effet, l'étape sui-

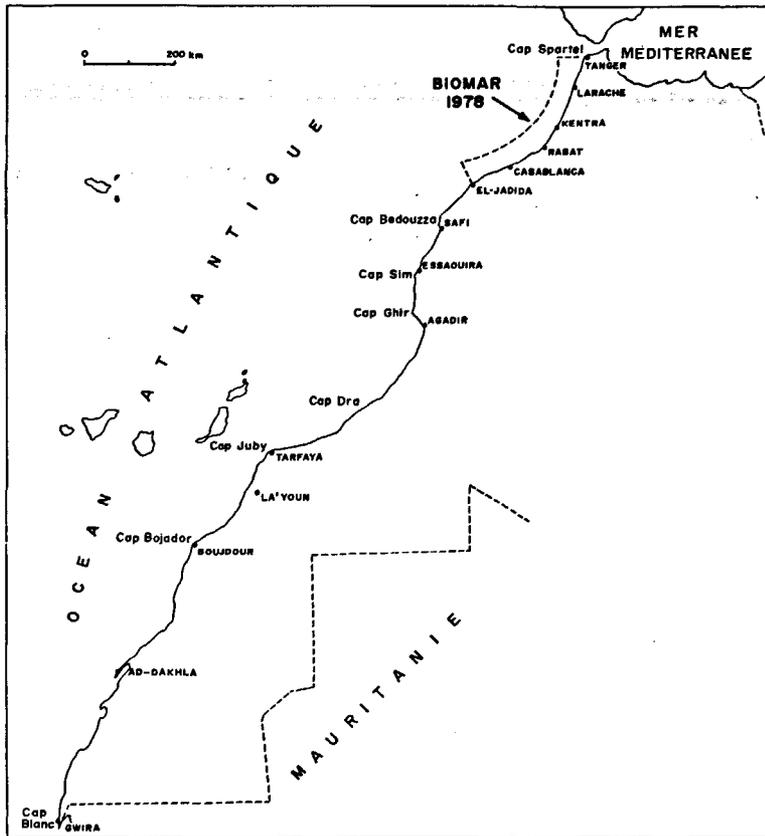


Figure 1
 Zone prospectée par la mission Biomar du « Noroit » en juin-juillet 1978.
 Area prospected by the R/N "Noroit" during June and July 1978: Biomar cruise.

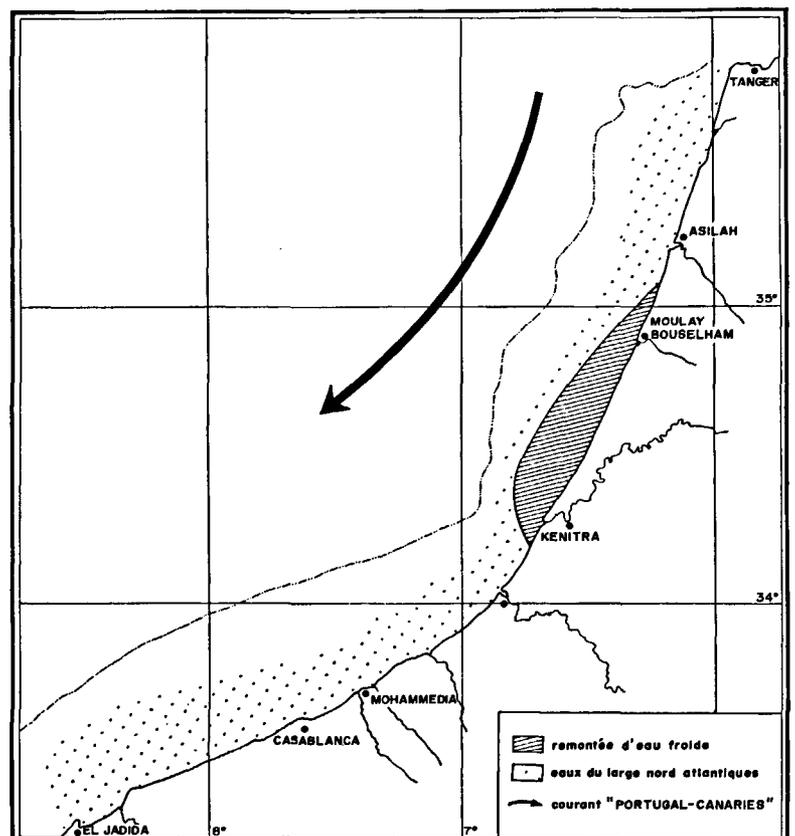


Figure 2
 Phénomènes hydrologiques hivernaux sur le plateau continental atlantique dans la région étudiée par la mission Biomar.
 Winter hydrobiological phenomena on the Atlantic continental shelf in the area studied by the Biomar cruise.

vante est de transposer la méthodologie mise en place dans le golfe de Gascogne à cette région nord-marocaine, pour évaluer les différents maillons de la chaîne trophique au sein de l'écosystème benthique. D'autre part, ces prospections sont un complément à la mission « Cineca-Charcot III » de 1973, dont les résultats au niveau du benthos sont encore fragmentaires (Boucher, Glémarec, 1974).

Dans le cadre de ce travail, seuls les peuplements macrofauniques sont envisagés. Ils ont été inventoriés qualitativement et quantitativement.

Les données hydrologiques sont empruntées essentiellement à Furnestin (1959), tandis que les facteurs sédimentologiques sont étudiés parallèlement aux analyses biologiques. Une fois saisie l'importance des facteurs édaphiques et climatiques sur la distribution de l'ensemble des peuplements, il est ensuite possible de réfléchir sur la répartition biogéographique et bathymétrique des espèces.

LE MILIEU

Caractères climatiques

L'hydrologie sur cette plate-forme est dominée par trois composantes (fig. 2) :

— les eaux de l'Atlantique nord-est, dans leur progression vers le sud, forment une branche orientale composée de deux courants. Celui du Portugal-Canaries qui passe non loin de la côte et rejoint le courant principal à la latitude d'Agadir, mais n'affecte pas la plate-forme continentale;

— les eaux centrales nord-atlantiques constituent les eaux du large aux abords immédiats de la plate-forme continentale. Ces eaux, dont la température oscille entre 16 et 24°C envahissent occasionnellement la plate-forme;

— les remontées en surface d'eaux sub-superficielles (200-400 m) déterminent la richesse des eaux littorales marocaines (Furnestin, 1959). Ce même auteur, ainsi que Brethes (1979), signale de telles remontées hivernales au nord de Kenitra. Elles sont toutefois moins importantes que celles qui affectent la région marocaine centrale (Safi-Cap Ghir) ou la région la plus au sud (Cap Dra-Cap Juby).

Dans la région étudiée, cette remontée n'atteint pas les 20 premiers mètres, car la température est toujours supérieure à 18° l'été, entre la surface et 20 m. Plus en profondeur, la température n'atteint jamais 18° (fig. 3).

Caractères géomorphologiques et sédimentologiques

Ce plateau continental a une largeur moyenne de 22 milles (40,7 km) au large de Casablanca, et seulement de 16 milles (30 km) sur la marge atlantique du Rif, au large de Larache. Il est peu accidenté, sauf au voisinage immédiat du littoral, où les bancs rocheux du paléozoïque de la méséta côtière se poursuivent au large, prolongeant jusqu'à environ 30 m de profondeur les pointes, au large de Casablanca et de Mohammedia (Mathieu, 1968). L'isobathe des 200 m se rapproche de

la côte à la latitude de Kenitra (34°15'N), ce qui permet de séparer la plate-forme en deux parties, de Tanger à Rabat d'une part, ou province gharbienne, de Rabat à El Jadida d'autre part, ou province mésétaine, toujours selon ce même auteur.

Il est possible de présenter les grands ensembles qui sont disposés en bandes parallèles à la côte, en se référant à la carte biosédimentaire (fig. 4).

Le sable côtier

Il occupe une zone située entre le rivage et les profondeurs de 60 à 75 m, selon une bande de 4 à 8 milles de large, qui n'est interrompue que par les bancs rocheux de la méséta, notamment au sud de Rabat. Dans ce secteur mésétain, il s'agit de sablon (50 à 200 µm), où la teneur en pélites est croissante de la côte vers le large, sans dépasser généralement 15%. Dans le secteur gharbien, où la bande sableuse est très étroite, le sable est moyen et le taux de pélites est toujours inférieur à 1%.

La vasière

Elle fait suite aux sables côtiers, le taux de pélites y est de l'ordre de 95%. Elle forme une bande de 10 milles de large, parfois plus, au large de Moulay Bou-Selham par exemple. Ce vaste ensemble, qui occupe le fond relativement plat du plateau continental jusqu'aux profondeurs de 125-150 m, montre localement des variations dans sa composition granulométrique, avec notamment un enrichissement en éléments grossiers vers les sables côtiers ou vers le large.

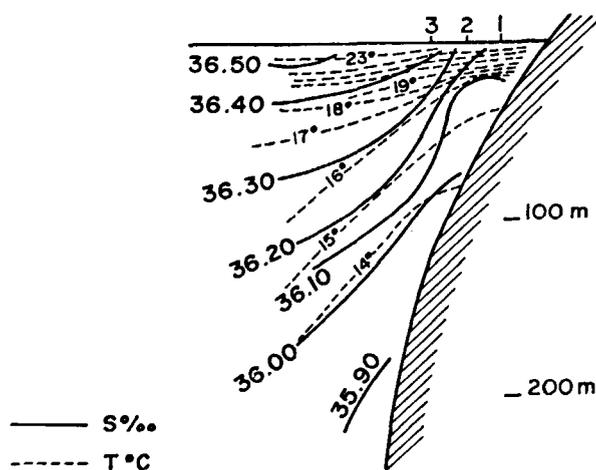


Figure 3

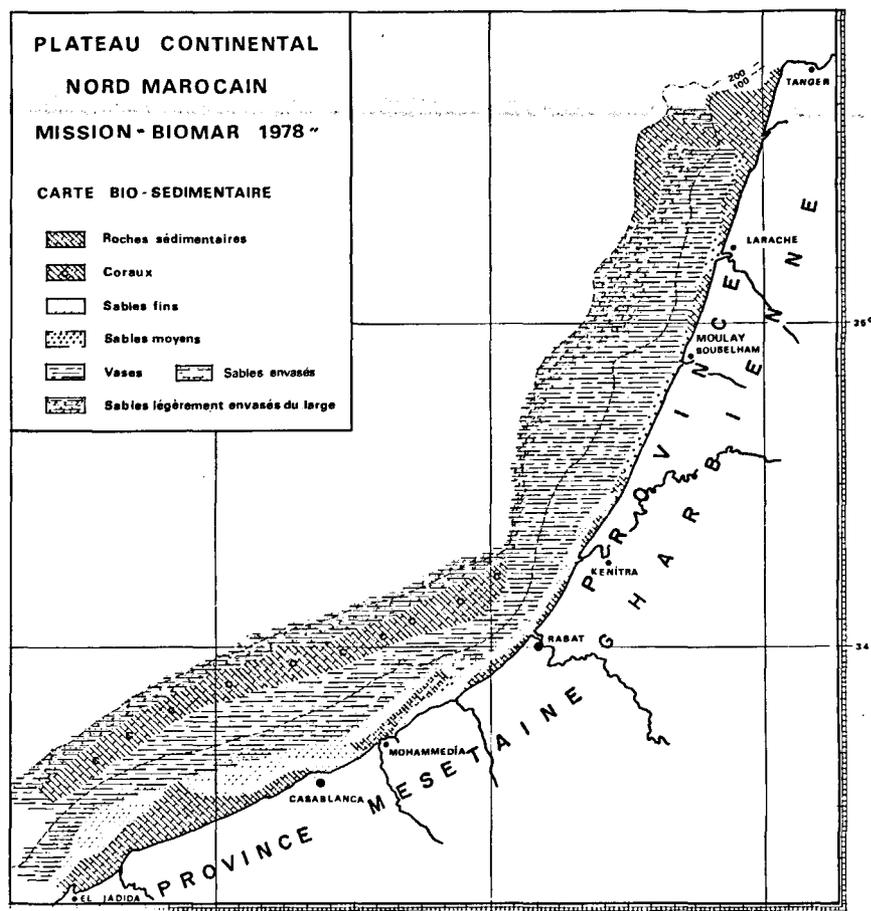
Distribution des températures au large d'El Jadida en été 1953, d'après Furnestin (1959).

Offshore temperature distribution near El Jadida in summer 1953, after Furnestin (1959).

Les coraux ahermatypiques

Dans le secteur mésétain, la vasière est séparée des sables biogènes du large par les fonds à coraux (*Dendrophyllia regia*) qui édifient des bancs de 200 à 400 m de diamètre et de 2 à 4 m de hauteur. Entre ces bancs, la vase est riche en débris coquilliers grossiers et en débris de *Dendrophyllia*.

Figure 4
 Carte biosédimentaire du plateau continental entre les parallèles de Tanger et d'El Jadida.
Biosedimentary chart of the continental shelf between Tanger and El Jadida latitudes.



Les sables biogènes envasés du large

Il s'agit de sables moyens biogènes occupant à partir de 140-150 m le bord du plateau continental. Dans le secteur mésétain, ces sables sont envasés à 30%. Dans le secteur gharbien, le taux de pélites peut atteindre de 50 à 75%. Ces sables composites sont le plus souvent très mal triés.

Cette plate-forme est donc caractérisée par la présence d'une vasière occupant la partie centrale, disposition que l'on retrouve sur la plate-forme du nord du Golfe de Gascogne. Vers la côte existent des sables situés au pied des massifs rocheux; vers le large le bord de la plate-forme est occupé par des sables biogènes envasés; cette localisation bathyllittorale se retrouve dans la partie nord du Golfe de Gascogne (Glémarec, 1973).

LES UNITÉS DE PEUPEMENT

Les peuplements macrofauniques ont été échantillonnés à l'aide de dragues type Charcot, et à la benne CREO d'un tiers de mètre carré, ceci entre 16 et 187 m de profondeur (fig. 5). Les prélèvements sont tamisés sur une maille d'un millimètre, seule la macrofaune est donc retenue.

Étant donnés les travaux tant sédimentologiques que bathymétriques déjà réalisés sur cette plate-forme, il n'était pas nécessaire de procéder à un échantillonnage systématique selon une maille régulière. Les travaux ont été réalisés selon un plan soigneusement préparé en collaboration avec M. Vanney, de façon à échantil-

lonner au sein de zones supposées sédimentologiquement homogènes, et à des profondeurs choisies également au préalable.

La mise en évidence des unités de peuplement repose sur l'analyse de 70 prélèvements, dans lesquels ont été recensées 200 espèces. Cependant, pour faciliter l'analyse, une première sélection a été faite sur les prélèvements; certains d'entre eux, où l'endofaune n'était pas suffisamment représentée, ont été écartés, 55 seulement ont été retenus. De même, certaines espèces étant trop peu fréquentes, nous avons sélectionné 69 espèces.

Les données sont traitées à l'aide de deux méthodes :

L'analyse graphique par la matrice de Bertin (fig. 6)

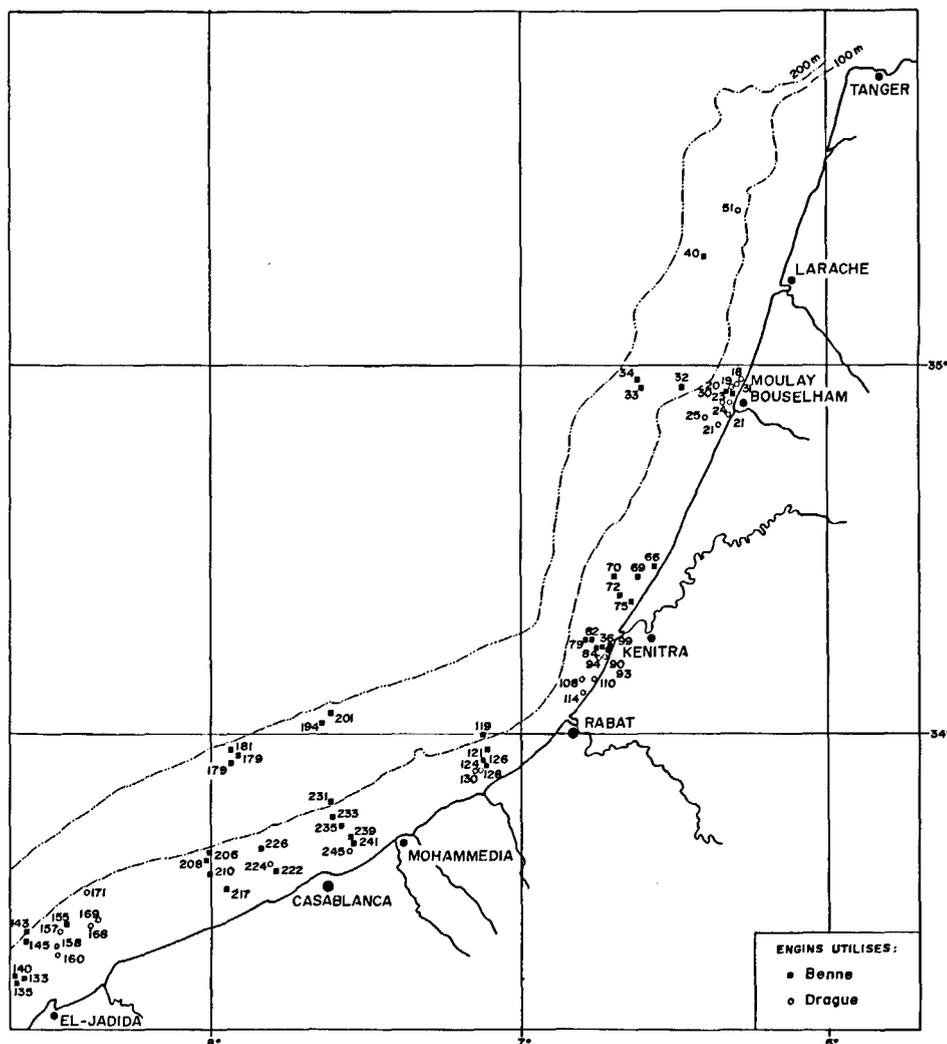
Elle a été largement utilisée par Hily (1976), dans un travail comparable effectué sur la côte atlantique française, dans les Pertuis charentais. Par permutations successives, nous avons tenté d'obtenir le maximum de diagonalisation. La matrice permet de mettre en évidence trois noyaux de peuplement ainsi qu'un ensemble d'espèces ubiquistes. Les deux peuplements les plus différents se trouvent les plus éloignés et la diagonale peut être assimilée à un gradient granulométrique qui représente ici le facteur principal discriminant les trois peuplements.

Du haut vers le bas, le long de la diagonale, on distingue :

- le peuplement des sables moyens biogènes avec peu d'espèces caractéristiques : *Nephtys cirrosa*, *Tellina tenuis*, *Echinocardium cordatum*...

Figure 5

Localisation des prélèvements à la benne ou à la drague lors de la mission Biomar.
Location of stations (grab and dredge)
during Biomar cruise.



— le peuplement des sables fins avec *Ophiura texturata*, *Goniada maculata*, *Sigalion mathildae*, *Venus gallina*, *Spisula subtruncata*, *Donax vittatus*, *Mactra corallina*, *Diopatra neapolitana*, *Hyalinoecia fauveli*, *Hyalinoecia grubei*, *Cultellus pellucidus*, *Magelona papillicornis*, *Magelona filiformis*, *Spiophanes bombyx*, *Sthenelais limicola*, *Spiophanes kroyeri*...

Il y a un très grand nombre d'espèces caractéristiques et certaines marquent le passage vers les vases sableuses et vases pures : *Scalibregma inflatum*, *Paralacydonia paradoxa*, *Pectinaria koreni*...

— le peuplement des vases avec *Nucula sulcata*, *Labidoplax digitata*, *Goneplax rhomboides*, *Melinna palmata*, *Leanira yhleni*. Il est caractérisé par des espèces franchement vasicoles : *Ninoe armoricana*, *Magelona wilsoni*, *Alpheus glaber*, *Thyasira flexuosa*, *Venus nuciformis*, *Sternaspis scutata*, *Panthalis oerstedii*, *Brissopsis lyri-fera*, *Eupanthalis kinbergi*...

Parmi les espèces ubiquistes qui occupent le bas de cette matrice, on peut citer : *Nephtys hombergii*, *Abra alba*, *Corbula gibba*, *Nuculana tenuis*, *Glycera rouxii*...

Diagramme treillis (fig. 7)

Afin de confirmer les groupes de stations homogènes mises en évidence par la méthode précédente, nous avons calculé le coefficient d'affinité, défini simultanément par Sanders (1960) et Wieser (1960), entre stations

prises deux à deux. Ce coefficient n'est utilisé que dans le but de préciser les groupes de stations et ne doit pas être interprété comme un coefficient de corrélation. Dans ce diagramme treillis, les prélèvements sont placés dans l'ordre obtenu par la matrice de Bertin. Les trois groupes de stations se trouvent bien confirmés, on distingue ainsi le long de la diagonale :

— le groupe I, mal échantillonné et cependant bien distinct, marque une coupure nette avec le peuplement suivant ;

— le groupe II est homogène, marqué par un noyau avec de fortes valeurs du coefficient d'affinité. Les stations formant ce noyau se trouvent toutes à la latitude d'El Jadida, sur un banc très élargi de sable fin et de sable fin envasé ;

— le groupe III est très homogène, les individus sont dispersés, leur densité faible.

Ces trois grandes entités de peuplement s'identifient à celles obtenues par la matrice de Bertin. En écologie benthique la difficulté qu'il y a de séparer les unités de peuplements est toujours réelle. La figure 6 montre bien que la distribution des espèces le long du gradient d'envasement reste un fait majeur, car ce facteur édaphique est toujours le premier responsable de la répartition différente des espèces à l'échelle d'une plate-forme continentale. Les coupures ne sont jamais brutales et la distribution des espèces illustre bien la

Figure 7
Diagramme treillis utilisant le coefficient d'affinité de Sanders et Wieser pour mettre en évidence les trois grands ensembles de stations homogènes.
"Treillis diagram" using the Sanders and Wieser's affinity coefficient to show the three groups of stations.

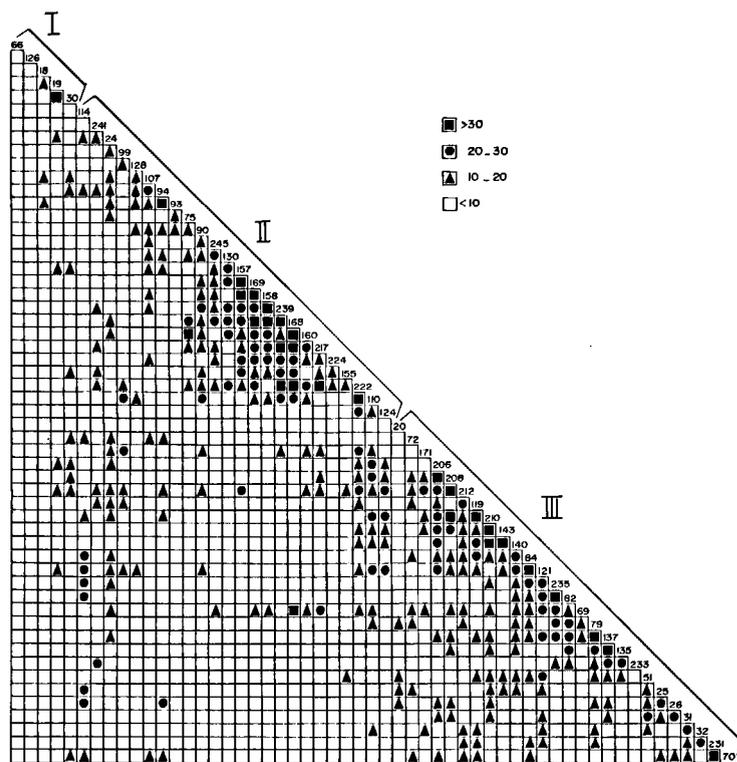


Tableau 1
Principales caractéristiques des peuplements et du milieu pour les trois grandes unités de peuplement.
Principal characteristics of the communities and of the environment for the three main communities.

Peuplement	Nombre de prélèvements	Nombre d'individus recensés	Nombre d'espèces	Indice de diversité	Densité moyenne N/m ²	Profondeur en mètres	Taux de pélites
Sables moyens	6	330	39	12	311	16 à 53	0,1 à 1
Sables fins	27	2 383	83	16	127	20 à 65	1 à 17
Vases	29	580	82	25	13	32 à 135	45 à 99

Caractérisation des unités de peuplement

Cette présentation des peuplements repose sur l'utilisation de caractéristiques générales comme l'indice de diversité de Fisher *et al.* (1943), le nombre d'espèces et une caractéristique analytique : la densité au mètre carré. Le tableau 1 rassemble pour les trois grandes unités de peuplement ces caractéristiques du peuplement et celles du milieu : profondeur, taux de pélites..., ainsi que le nombre de prélèvements réalisés pour chaque entité à la benne.

Les prélèvements qui n'ont pas été introduits ni dans la matrice, ni dans le diagramme sont intégrés aux peuplements mis en évidence par l'analyse de leur contenu faunistique et de leur taux de pélites, afin de les placer là où ils devraient figurer.

Chaque entité de peuplement est désignée par la nature du sédiment et par deux espèces pilotes. Celles-ci sont définies pour chaque unité comme ayant la plus forte valeur du coefficient de présence (Glémarec, 1964). Les

tableaux 2 à 4 recensent pour chaque peuplement les espèces principales et leurs caractéristiques analytiques et synthétiques.

Tableau 2
Espèces dominantes du peuplement des sables moyens à *Nephtys cirrosa*-*Tellina tenuis*. Les espèces sont classées suivant la valeur décroissante du coefficient P : Présence, D.g.m. : Dominance générale moyenne, F : Fréquence, D.p.m. : Dominance partielle moyenne.
Dominant species for the *Nephtys cirrosa*-*Tellina tenuis* community on the medium sands. Species are ranked according to the decreasing coefficient values P: Presence, D.g.m.: mean general dominance, F: frequency, D.p.m.: mean partial dominance.

	D.g.m.	D.p.m.	F	P
<i>Nephtys cirrosa</i>	2,5	12,5	20	100
<i>Tellina tenuis</i>	2,5	12,5	20	83,3
<i>Echinocardium cordatum</i>	2,6	6,6	40	80
<i>Hyalinoecia grubei</i>	8,2	20,5	40	78,6
<i>Processa parva</i>	2,5	6,4	40	71,4
<i>Omuphis eremita</i>	4,8	8	60	68,1
<i>Nuculoma tenuis</i>	1,2	6,2	20	64,3
<i>Portunus holsatus</i>	1,3	8,3	40	57,4
<i>Ophiura texturata</i>	1,2	6,2	20	41,6
<i>Glycera rouxii</i>	2	10	20	33
<i>Lumbrinereis impatiens</i>	1,2	6,2	20	27,1
<i>Abra alba</i>	2	5,1	20	21,5

Tableau 3

Peuplement des sables fins à *Mactra corallina*-*Diopatra neapolitana*.
Mactra corallina-*Diopatra neapolitana* fine sands community.

	D.g.m.	D.p.m.	F	P
<i>Mactra corallina</i>	2,2	6,8	32	100
<i>Diopatra neapolitana</i>	1	3,5	28	100
<i>Aora typica</i>	1,8	4,0	44	100
<i>Spisula subtruncata</i>	1,4	8,7	16	100
<i>Owenia fusiformis</i>	2,5	5,2	48	93,2
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3,3	6,8	48	93
<i>Urothoe inermis</i>	2,1	4,3	48	93
<i>Hyalinoecia fauweli</i>	1,9	6	32	90,1
<i>Venus gallina</i>	0,8	3,3	24	87
<i>Parajassa pelagica</i>	2,0	10	20	48,8
<i>Pectinaria koreni</i>	2,4	7,5	32	81,7
<i>Ampelisca brevicornis</i>	5,3	9,4	56	97,7
<i>Lumbrineris fragilis</i>	1,7	7,0	24	77
<i>Lumbrineris gracilis</i>	1,5	4,6	32	69
<i>Stenelais limicola</i>	2,1	4,7	44	68,7
<i>Ampelisca spinipes</i>	3,6	6,4	56	67
<i>Nephtys hombergii</i>	5	8,9	56	59,6
<i>Sigalion mathildae</i>	1,5	6,2	24	54,5
<i>Lumbrineris impatiens</i>	2,3	5,7	40	54,2
<i>Abra alba</i>	8,0	16,6	48	51,6
<i>Ophiura texturata</i>	1,8	6,4	28	84,2
<i>Onuphis eremita</i>	1,3	4,6	28	31,8
<i>Corbula gibba</i>	2,3	11,5	20	30,7
<i>Processa parva</i>	1,1	6,8	16	28,5
<i>Leanira hystricis</i>	2,0	12,5	16	27,2
<i>Glycera rouxii</i>	1,4	11,6	12	20
<i>Notomastus latericeus</i>	1,3	10,8	12	18,7

Tableau 4

Peuplement des vases sableuses et vases pures à *Sternaspis scutata*-*Thyasira flexuosa*.

Sternaspis scutata-*Thyasira flexuosa* sandy muds and muds community.

	D.g.m.	D.p.m.	F	P
<i>Sternaspis scutata</i>	7,1	22	32,1	100
<i>Thyasira flexuosa</i>	1,5	7	21,4	100
<i>Panthalis oerstedii</i>	1,1	7,7	14,2	100
<i>Nephtys incisa</i>	5,5	11	50	92,5
<i>Alpheus glaber</i>	5,5	12,8	42,8	84,2
<i>Labidoplax digitata</i>	2,9	11,6	25	75,7
<i>Leanira hystricis</i>	5,6	13	42,8	72,7
<i>Goneplax rhomboides</i>	1	5,6	17,8	68,9
<i>Notomastus latericeus</i>	7	21,7	32,1	53,4
<i>Nucula sulcata</i>	1	9,3	10,7	47,1
<i>Melinna palmata</i>	1	9,3	10,7	47,1
<i>Glycera rouxii</i>	2	7	28,5	47
<i>Gorbula gibba</i>	3	12	25	38,4
<i>Terebellides stroemi</i>	1,3	12,1	10,7	34,8
<i>Lumbrineris gracilis</i>	1,3	9,1	14,2	30,7
<i>Abra alba</i>	1,4	5,6	25	26,8
<i>Ampelisca brevicornis</i>	1,2	8,4	14,2	20,2

Le peuplement des sables moyens à *Nephtys cirrosa*-*Tellina tenuis*

Le faible échantillonnage de cette unité est dû à la proximité du rivage, dans la partie gharbienne notamment. Ce peuplement caractérise des sables moyens biogènes (médiane comprise entre 190 et 700 μm), qui sont la continuité immédiate du rivage; la bande occupée par ces sables côtiers est parfois très étroite, interrompue parfois par des platiers rocheux gréseux, soumis à des conditions hydrodynamiques très intenses, c'est le peuplement qui présente le plus faible indice de diversité, par contre, la densité moyenne est la plus élevée (cf. tab. 1). Ce peuplement est très proche de celui des sables instables remaniés sans cesse par les

houles sur les rivages rectilignes des côtes est-atlantiques européennes, mais par la nature du sable moyen il s'identifie non pas au peuplement des sables fins, mais à celui des sables moyens placés le long d'un cordon dunaire, comme sur le rivage aquitain du Golfe de Gascogne (Monbet, 1972). Ils sont en continuité directe avec le peuplement infralittoral exondable des plages (Bayed, 1982).

Le peuplement des sables fins à *Mactra corallina*-*Diopatra neapolitana*

C'est le deuxième aspect du sable côtier défini par Mathieu (1968). Il s'agit de sablon (médiane entre 50 et 200 μm) localisé dans la partie mésétaine et où le taux de pélites varie selon la proximité des apports des oueds ou de la vasière, tout en restant inférieur à 15%. Même si ce taux est dépassé, le peuplement est bien caractéristique de celui des sables fins, avec présence d'espèces sabulicoles-vasicoles, mais sans que le peuplement des sables fins envasés ne s'installe réellement. Ce taux de pélites est croissant selon la profondeur, inférieur à 5% de 20 à 40 m, et généralement compris entre 5 et 17% au-delà de 40 m. Ce sable fin et légèrement envasé est défini par un peuplement très riche quantitativement et qualitativement. Il présente deux faciès différents selon que l'on se trouve au nord ou au sud de Rabat. Au nord, dans la partie gharbienne, la bande de sable fin est très étroite, habitée par : *Venus gallina*, *Hyalinoecia grubei*, *Ophiura texturata*, *Spisula subtruncata*. Ce faciès correspond au sable fin où le taux de pélites est inférieur à 5% entre 20 et 40 m. Dans la partie mésétaine, où le taux de pélites dépasse généralement 5% et où les profondeurs sont aussi plus importantes, ce faciès est plus riche avec *Mactra corallina*, *Diopatra neapolitana*, *Cultellus pellucidus*, *Sigalion mathildae*, *Magelona papillicornis*, *Pectinaria koreni*... Il s'agit donc de la communauté des sables fins décrite classiquement sur les côtes nord-est atlantiques en province tempérée, avec les espèces leaders comme *Venus gallina*, *Mactra corallina*..., où le taux de pélites toujours inférieur à 15%, traduit les conditions de stabilité croissante de la côte vers le large, avec une diversité variant parallèlement.

Le peuplement des vases sableuses et vases pures à *Sternaspis scutata*-*Thyasira flexuosa*

L'immense vasière médiane de cette plate-forme continentale est caractérisée par un peuplement très diversifié (fig. 6), mais très pauvre quantitativement avec une densité moyenne de 13 ind./m² (cf. tab. 1). La faune est donc très dispersée, peuplant de façon très homogène ce vaste espace monotone, où les taux de pélites variant de 45 à 99% ne déterminent pas de faciès particulier. Dans la partie gharbienne, où les sables côtiers n'occupent qu'une bande très étroite, la vasière est très proche de la côte à des profondeurs de 30 à 50 m; dans la partie mésétaine les sables fins envasés passent graduellement aux vases sableuses, puis aux vases pures au-delà de 80 m...

Le peuplement est dominé par les polychètes vasicoles, comme *Sternaspis scutata*, *Panthalis oerstedii*, *Magelona*

lona wilsoni, *Nephtys incisa*, *Ninoe armoricana*, *Prionospio ehlersi*, *Leanira hystricis*, et surtout par les crustacés : *Goneplax rhomboides*, *Alpheus glaber*, *Callianassa* sp., *Tritodynamea atlantica*, *Squilla mantis*..., les échinodermes : *Brissopsis lyrifera*, *Labidoplax digitata*..., les bivalves : *Thyasira flexuosa*, *Nucula sulcata*, *Venus nuciformis*...

Ce peuplement est très similaire à celui de la Grande Vasière, vasière axiale de la partie nord-Gascogne, habitée par la communauté à *Nucula sulcata*-*Brissopsis lyrifera* sur les vases sableuses, et la communauté à *Ninoe armoricana*-*Sternaspis scutata* des vases pures (Glémarec, 1973). Sur cette « Grande Vasière », la densité moyenne des individus avoisine 200 individus/m² et il est possible de rechercher les causes de cette évidente pauvreté de la vasière nord-marocaine.

Là où les remontées d'eau froide sont beaucoup plus importantes, au large du Cap Ghir (Boucher, Glémarec, 1974), les biomasses de la macrofaune au niveau de ce type de vasière sont 5 à 6 fois supérieures à ce qu'elles sont dans cette partie nord-marocaine. Cette pauvreté ne peut être due à une plus forte production phytoplanctonique, qui en se sédimentant et en se dégradant provoquerait une baisse de l'oxygène disponible pour la macrofaune. L'explication semble beaucoup plus liée au plus faible taux d'éléments nutritifs apportés en mer par les oueds, que celui qui parvient à la « Grande Vasière » pour les grands fleuves que sont la Loire et la Gironde.

Dans la partie mésétaine, cette vasière est limitée au large par une barrière de coraux très bien décrite dans les travaux de Gruvel (1930), au travers de laquelle les peuplements de la vasière s'infiltrèrent.

Le bord du plateau continental est occupé par les sables biogènes envasés du large (20 à 55% de pélites), sables très mal triés, ce qui se retrouve dans la composition mal définie du peuplement.

Le nombre trop restreint de prélèvements réalisés au bord de la plate-forme ne permet pas de définir un peuplement caractéristique. Par contre, le caractère composite du sédiment se traduit par la présence d'espèces ubiquistes ou mixicoles comme : *Notomastus latericeus*, *Scalibregma inflatum*, *Terebellides stroemi*, *Aricia norvegica*, *Eunice vittata*..., tandis que d'autres espèces sont caractéristiques des sables envasés et des vases sableuses : *Magelona wilsoni*, *Onuphis lepta*, *Nuculana fragilis*, *Prionospio ehlersi*...

Ces sables du large hébergent une abondante population épifaunique de *Leptometra celtica*, ce qui ne fait que renforcer la ressemblance géomorphologique et topographique avec les sables à « *Dentales* » situés dans le nord du Golfe de Gascogne, à la bordure du plateau continental (Glémarec, 1973). Cependant, ces sables bathyllittoraux sont moins envasés dans le Golfe de Gascogne (taux de pélites inférieur à 5%), aussi ne retrouve-t-on pas l'endofaune caractéristique à *Ditrupe arietina*-*Dentalium entalis*, sur les côtes marocaines, bien que ces espèces soient présentes dans cette région.

RÉPARTITION DES ÉTAGES ET DES COMPOSANTES ZOOGÉOGRAPHIQUES

Il est clairement admis (Hedgpeth, 1957; Hall, 1964) que les organismes marins sont soumis à des limites thermiques à la fois pour la survie et pour permettre la maturation des gonades et l'émission des gamètes. Ainsi, la température est communément considérée comme le facteur écologique le plus important dans la distribution des organismes marins. La reconnaissance préalable des étages climatiques permet d'initier une réflexion sur la distribution latitudinale et bathymétrique des contingents zoogéographiques au Maroc.

La figure 8 compare, sur la plate-forme nord-Gascogne et dans le secteur nord-marocain étudié, les amplitudes annuelles de température aux différentes profondeurs. Ce schéma permet de reconnaître les étages climatiques comme ils l'ont été dans le Golfe de Gascogne (Glémarec, 1973). Dans cette sous-province tempérée moyenne, l'étage infralittoral se distribue entre 0 et 15 m de profondeur, c'est-à-dire là où l'écart annuel de température dépasse 10°, la température absolue sur le fond oscillant entre 7 et 18°. Plus profondément, cet écart

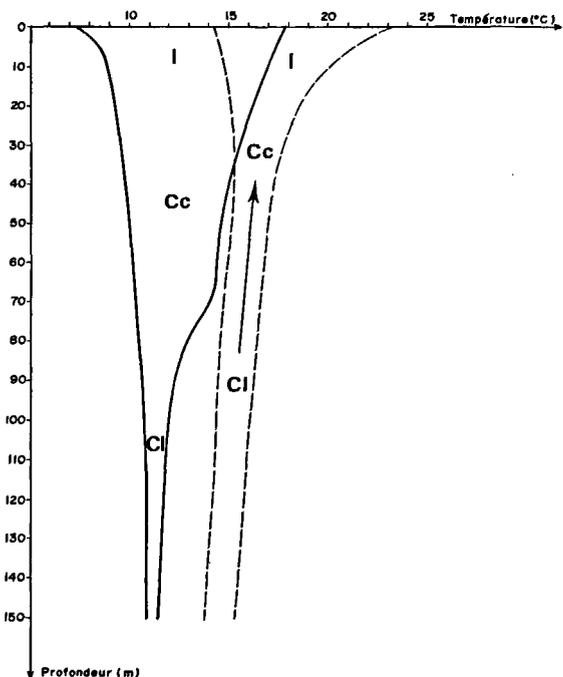


Figure 8

Amplitude annuelle de variation de la température sur le fond, aux différentes profondeurs dans la partie nord du Golfe de Gascogne (—) et sur la plate-forme nord-marocaine (---).

Les eaux littorales varient entre 8 et 18°C dans un cas, entre 14 et 23°C dans l'autre.

L'amplitude de variation est très faible dans le cas des eaux du large 10,7 et 11,5°C dans le Golfe de Gascogne, 14 à 15,5°C au large du Maroc.

I : étage infralittoral, CC : étage circalittoral côtier, CL : étage circalittoral du large.

La flèche illustre au Maroc l'émergence de la faune tempérée froide caractéristique du circalittoral au large du Golfe de Gascogne.

The annual variation of bottom temperature amplitude at different depths in northern Bay of Biscaye (—) and in the northern Moroccan shelf (---).

I: infralittoral zone, CC: coastal circalittoral zone, CL: offshore circalittoral zone.

The arrow points the cold temperature fauna characteristic of offshore circalittoral zone in the Bay of Biscaye, emerging on the Atlantic Moroccan shelf.

ne dépasse pas 5 à 6° ce qui correspond à la définition de l'étage circalittoral côtier. Au-delà de 70-90 m, le milieu est quasi acyclothermique, puisque la température ne varie que de 10,7° et 11,5°C.

En prenant les critères comparables dans le secteur marocain étudié, et en tenant compte des originalités hydrologiques, l'étage infralittoral est limité aux profondeurs inférieures à 20 m, c'est-à-dire qu'il n'a guère été échantillonné durant la mission Biomar. Les sables moyens et les sables fins analysés dès 20 m appartiennent à l'étage circalittoral côtier, puisque l'écart de température y est inférieur à 4°. L'ensemble des vases n'est soumis qu'à une variation d'amplitude inférieure à 2°, ce qui correspond bien à la définition de l'étage circalittoral du large. Ces deux étages se succèdent d'ailleurs sans transition brutale.

Hall (*op. cit.*) a montré qu'il y a plus qu'une simple coïncidence entre la distribution de contingents zoogéographiques et la durée de températures voisines de 10, 15, 18 et 20°. Il est ainsi nécessaire de se référer aux valeurs minimales de température autorisant la survie des espèces, mais aussi aux températures supérieures aux valeurs seuils citées par Hall, ceci durant une période minimale, pour permettre la maturation des gonades, puis l'émission des gamètes (fig. 9). C'est ce qui a été suggéré pour expliquer la distribution des bivalves dans les différents étages du Golfe de Gascogne (1978). C'est ce seul principe qui est appliqué aux contingents zoogéographiques définis dans l'Atlantique du Nord-Est et présents sur la plate-forme continentale nord-marocaine et au contingent sub-tropical, que l'on est en droit d'observer à cette latitude. En aucun cas, il ne peut être fait référence à des expérimentations écophysiologiques pour étayer ces hypothèses.

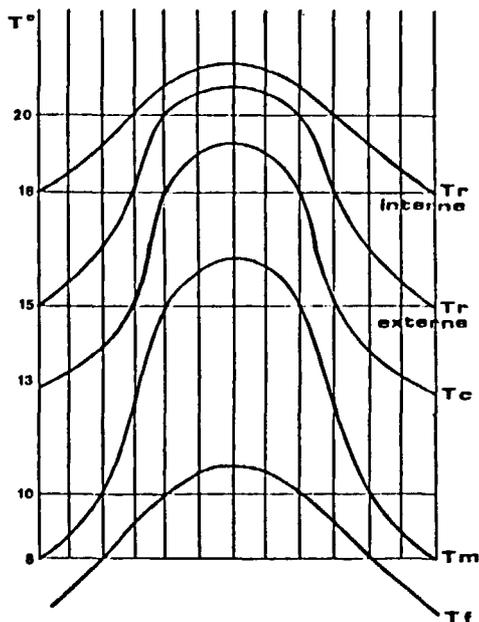


Figure 9

Schéma théorique illustrant les températures minimales de survie et les durées en mois (en abscisses) pendant lesquelles la température doit être supérieure à un seuil donné (10, 15, 18 et 20°C) pour que les différents contingents faunistiques puissent survivre et se reproduire.

Theoretical schema showing the survival minimum temperatures and their duration in months (on absciss) where the temperature should exceed a certain given limit (10, 15, 18 and 20°C) so that the different faunistic categories can be able to survive and reproduce.

Bayed (1982) a montré en zone intertidale de cette région, la présence d'espèces sub-tropicales relativement peu nombreuses. La température oscille entre 15 et 23° et le seuil de 20°, dépassé pendant plus de quatre mois, autorise la reproduction de ce stock sub-tropical. Ce dernier sera très mal représenté dans l'infralittoral, où les températures supérieures à 20° n'excèdent pas une durée de deux à trois mois. Par contre, la faune tempérée chaude est abondante, sa limite de survie est voisine de 13°, au Maroc la température est toujours supérieure à 14-15°. La valeur seuil de 18° doit être dépassée durant quatre mois pour que la reproduction soit possible, ce qui est aussi le cas dans cet étage infralittoral au Maroc.

Dans le circalittoral côtier, les températures absolues ne permettent plus la reproduction de cette faune tempérée chaude et les faunes tempérées moyenne et froide caractérisent cet étage. Les températures sont toutes supérieures aux limites de survie, respectivement 13 et 8°, et la reproduction est également possible (plus de quatre mois à 15° pour la faune tempérée moyenne et plus de quatre mois à 10° pour la faune tempérée froide).

Dans le circalittoral côtier, l'ensemble des deux unités de peuplement, celle des sables moyens et celle des sables fins, est en fait dominé par la faune tempérée moyenne. Il n'est donc pas surprenant de retrouver au Maroc les communautés telles qu'elles sont décrites dans le Golfe de Gascogne, mais le plus souvent dans l'infralittoral.

Dans le circalittoral du large, c'est-à-dire au-delà de 60 m environ au Maroc, la température supérieure à 13° permet l'installation de la faune tempérée moyenne, mais la reproduction n'est guère possible qu'à la partie supérieure de cet étage. Par contre, c'est la faune tempérée froide qui domine le peuplement de cette vasière marocaine. Il est tout à fait similaire à celui de la « Grande Vasière » du Golfe de Gascogne, composé essentiellement d'un contingent tempéré froid dominant un contingent tempéré moyen.

Nuculoma tenuis et *Nucula sulcata*, espèces tempérées respectivement froide et moyenne vivent comme bien d'autres au-delà de 80 m, dans le Golfe de Gascogne, c'est-à-dire à une profondeur qui correspond au circalittoral du large. Dans le secteur nord-marocain, l'ensemble de ces espèces sont présentes à des profondeurs bien moindres, c'est-à-dire aux limites du circalittoral côtier. Ceci illustre bien les remontées d'eau froide qui provoquent l'émergence de cette faune froide et moyenne, ce qui s'oppose au phénomène de submergence classiquement décrit lorsque la latitude décroît, comme il est clairement démontré dans le circalittoral côtier.

Deux observations viennent nuancer cette observation. La présence dans la vasière marocaine du bivalve *Venus uniformis*, espèce tempérée chaude, puisqu'elle est connue de Méditerranée, apparaît quelque peu contradictoire, puisque les conditions thermiques théoriques de reproduction ne sont pas suffisantes. Le caractère vasicole de cette espèce et la stabilité climatique qui règne dans cet étage ont pu favoriser l'adaptation de

cette population à une température voisine seulement de 15°.

La présence discrète — cinq individus à cinq stations sableuses du circalittoral côtier — aux alentours de 50 m, au sud de Mohammedia, de *Paralacydonia paradoxa*, polychète tropicale externe, suggère que cette population a pu s'adapter aux conditions du circalittoral côtier à la faveur d'une continuité sédimentaire, comme dans le cas précédent. Dans les deux cas, l'écart des températures est de l'ordre de 2 à 3°.

Les bancs de coraux du secteur mésétain appartiennent également à l'étage circalittoral du large comme dans le Golfe de Gascogne. Il y a aussi similitude d'affinité zoogéographique et il en va de même pour les sables bathyllittoraux.

CONCLUSION

La mission Biomar du N/O Noroit montre que les conditions sédimentologiques de la plate-forme atlantique nord-marocaine sont relativement monotones, aussi le nombre d'entités biosédimentaires est restreint.

La quasi identité des peuplements de la plate-forme atlantique nord-marocaine avec ceux du Golfe de Gascogne est frappante. Elle s'explique par les conditions hydrologiques particulières liées aux remontées d'eau froide. Aussi n'est-on pas surpris d'assister, sur cette plate-forme marocaine, à la submergence de la faune tempérée moyenne de l'infralittoral du Golfe de Gascogne au circalittoral côtier marocain, et de façon tout à fait inverse, à l'émergence de la faune tempérée froide. Seuls les étages superficiels médiolittoral et infralittoral peuvent héberger la faune sub-tropicale, que l'on doit raisonnablement s'attendre à trouver à cette latitude.

Remerciements

Nous remercions très sincèrement ici M. R. Mathieu pour sa collaboration à la mission Biomar, et pour l'utilisation de ses données sédimentologiques. Sur le plan bathymétrique et topographique, la mission avait été préparée par M. J. R. Vanney. Qu'il trouve ici l'expression de notre très chaleureuse amitié. Notre gratitude va aussi au Commandant Goasguen, à tout l'équipage et à l'ensemble de l'équipe scientifique.

RÉFÉRENCES

- Bayed A., 1982. Écologie descriptive et dynamique des plages de la région de Rabat, Maroc, *Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Bretagne Occidentale, Brest*, 122 p.
- Boucher D., Glémarec M., 1974. Données préliminaires sur le benthos de la côte sud de l'Atlantique marocain, *Téthys*, 6, 1-2, 29-32.
- Bourcart J., 1954. Description des échantillons récoltés par l'« Amiral Mouchez » sur la côte marocaine entre Port-Lyautey et Casablanca, *Bull. Inf. Com. Centr. Océan. Ét. Côtes, Paris*, 5-6, 5, 207-209.
- Brêthes J. C., 1979. Contribution à l'étude des populations de *Macrorhamphus scoloplax* (L. 1758) et *Macrorhamphus gracilis* (Lowe, 1839) des côtes atlantiques marocaines, *Bull. Inst. Pêch. Mar. Maroc*, 24, 3-62.
- Chassé C., Glémarec M., 1976. Principes généraux de la classification des fonds pour la cartographie biosédimentaire, *J. Rech. Océanogr.*, 1, 3, 1-18.
- Collignon J., 1965. La côte et le plateau continental marocain, *Bull. Inst. Pêches Mar. Maroc*, 13, 21-37.
- Fauvel P., 1936. Contribution à la faune des annélides polychètes du Maroc, *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc*, 43, 1-143.
- Fischer R. A., Corbet A. S., Williams, 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in an animal population, *J. Anim. Ecol.*, 12, 42-58.
- Furnestin J., 1959. Hydrologie du Maroc, *Rev. Trav. Inst. Pêch. Mar.*, 23, 1, 5-74.
- Glémarec M., 1964. Bionomie benthique de la partie orientale du Golfe du Morbihan, *Cah. Biol. Mar.*, 5, 33-96.
- Glémarec M., 1973. The benthic communities of the European North Atlantic continental shelf, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 11, 263-289.
- Glémarec M., 1978. Distribution bathymétrique et latitudinale des bivalves du Golfe de Gascogne, *Haliotis*, 9, 45-48.
- Gravel A., 1880. Carte provisoire de pêche du Cap Fedala au Cap de Mazagan, C.P.M. 1.
- Hall C., 1964. Shallow-water marine climates and molluscan provinces, *Ecology*, 45, 2, 226-234.
- Hedgpeth J. W., 1957. Marine biogeography, *Geol. Soc. Am. Mem.*, 67, 1, 359-382.
- Hily C., 1976. Écologie benthique des Pertuis charentais, *Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Bretagne Occidentale, Brest*, 236 p.
- Liouville J., 1924. Sur quelques documents de la faune marine du Maroc nouvellement parvenues à l'Institut Scientifique, *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 4, 1-2, 16-21.
- Mathieu R., 1968. Les sédiments du plateau continental atlantique entre Dar-Bouazza et Mohammedia, *Bull. Inst. Pêch. Mar.*, 16, 65-76.
- Maurin C., 1962. Étude des fonds chalutables de la Méditerranée occidentale, *Rev. Trav. Inst. Pêch. Mar.*, 26, 2, 208-212.
- Monbet Y., 1972. Étude bionomique du plateau continental au large d'Arcachon. Application de l'analyse factorielle, *Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Bordeaux*, 98 p.
- Sanders H. L., 1960. Benthic studies in Buzzards Bay. III: The structure of the soft bottom community, *Limnol. Oceanogr.*, 5, 138-153.
- Wieser W., 1960. Benthic studies in Buzzards Bay. II: The meiofauna, *Limnol. Oceanogr.*, 5, 121-137.