

## Édaphisme et recrutement chez *Venerupis decussata* dans la lagune de Nador (Maroc)

*Edaphism and recruitment in Venerupis decussata in Nador lagoon (Morocco)*

Nasser Eddine Zine\*, Mohamed Menioui\*\*, Jeanne Zaouali\*\*\*

\*Faculté des sciences, B.P. 4010, Beni M'hamed, Zitoun, Meknès (Maroc)

\*\* Institut scientifique, B.P. 703, Rabat-Agdal, Rabat (Maroc)

\*\*\*Institut national agronomique, 43, avenue Charles Nicolle, Tunis (Tunisie)

**Mots clés :** recrutement, lagune, granulométrie, palourde, Maroc.

**Key-words:** recruitment, lagoon, granulometric, clam, Morocco.

### RÉSUMÉ

Zine N.E., M. Menioui, J. Zaouali, 1997 - Édaphisme et recrutement chez *Venerupis decussata* dans la lagune de Nador (Maroc). Mar. Life, 7 (1-2) : 17 - 27.

Le recrutement des juvéniles de la palourde *Venerupis decussata* dans la lagune de Nador a été évalué en fonction de la variabilité des conditions édaphiques et hydrologiques différentes. L'analyse des données par l'AFC a permis de dresser une cartographie de ce gisement naturel. Il existe un gradient croissant d'abondance et de recrutement des juvéniles depuis les stations à substrat vaso-sableux jusqu'aux stations où le substrat est constitué de sables grossiers. L'optimum granulométrique pour la fixation des larves dans la lagune de Nador est un substrat constitué par au moins 25 % de graviers, près de 17 % de sables grossiers, avec un léger envasement de l'ordre de 11 %. La survie des larves en voie de fixation est tributaire d'un apport constant de nourriture assuré par un courant d'eau douce permanent. La distribution de cette espèce dans la lagune de Nador est essentiellement de type agrégatif, ce qui est dû surtout à la nature d'un substrat relativement hétérogène dans certaines stations et, aussi, aux apports d'eaux douces limités aux deux stations 4 et 10. Les déversements directs d'eaux usées, la fermeture partielle de la passe qui empêche donc le renouvellement d'eau à l'intérieur de cette enceinte lagunaire et la mise en place de bassins de lagunage (17 ha) sur une grande partie de gisement de la palourde, ont largement contribué à l'envasement de la lagune, au renforcement de son confinement et, par conséquent, à une grande réduction de l'étendue du gisement naturel de cette espèce sur ce site.

### ABSTRACT

Zine N.E., M. Menioui, J. Zaouali, 1997 - [Edaphism and recruitment in *Venerupis decussata* in Nador lagoon (Morocco)]. Mar. Life, 7 (1-2): 17 - 27.

The recruitment of the juvenile of the clam *Venerupis decussata* in the Nador lagoon was assessed in function of the variability of the edaphic and hydrologic conditions. Data analysis by the AFC was used to map this natural stock. There is an increasing gradient of abundance and of recruitment of the juvenile from stations where the substrate is muddy sand to the coarse sandy substrate. The granulometric optimum for the larval settlement in the Nador lagoon is a substrate constituted by at least 25 % of gravel, around 17 % of coarse sandy substrate and around 11 % of muddy sand. The survival of the larvae being fixed is dependent on a continuous food supply ensured by a permanent current of fresh water. The distribution of this species in the Nador lagoon is essentially of the agregative type. This is especially due to the relatively heterogeneous substrate in some sites and also to the limited fresh water supply. The direct discharge of used waters, the partial closing of its passes which prevents renewal of water inside the lagoon and installation of basins (17 ha) over much of the clam layer, have contributed of the silting up of the lagoon, to its confinement and, consequently, to the shrinkage of the clam natural stock.

## INTRODUCTION

La lagune de Nador, d'une superficie d'environ 115 km<sup>2</sup>, est considérée comme la plus grande lagune du Maroc. Elle est située sur la côte méditerranéenne entre les parallèles 35° 7'N et 35° 16'N et les méridiens 2° 44' W et 2° 80' W (figure 1).

Ce milieu a fait l'objet de nombreuses études hydrologiques, sédimentologiques et écologiques (Tesson, 1977 ; Saubade, 1979 ; Tesson, Gensous, 1981 ; Irzi, 1987 ; Menioui, 1988 ; Clanzig, 1989 ; Zine, 1989 ; Zine, Menioui, 1992 et 1995 a et b ; Bouseloua, 1995 ; Menioui, Zine, 1995). Il abrite un gisement naturel de palourdes concentré essentiellement sur la bordure continentale, près de la ville de Nador, où arrivent d'importants apports d'eaux douces. Un autre gisement, moins important, est situé à l'extrémité nord-ouest du plan d'eau, près du village de Beni-Anzar (figure 2).

La présente étude a essentiellement porté sur le gisement de Nador, compte tenu de la densité de la population et de la diversité des facteurs édaphiques qui le caractérisent.

L'objectif de ce travail est de définir les relations entre les facteurs édaphiques, le recrutement et

la densité de la palourde. Pour répondre à ces questions, une série de campagnes d'échantillonnage a été réalisée aux principales périodes de recrutement : 12 février 1987, 2 avril 1987, 31 mai 1987 et 9 janvier 1988.

La répartition spatiale des recrutements dans différentes stations a été interprétée en fonction des facteurs édaphiques grâce aux données granulométriques traitées par l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances). Cette méthode s'est avérée particulièrement efficace dans les études écologiques du benthos marin et lagunaire marocains (Bitar, 1987 ; Menioui, 1988 ; Zine, 1989 ; Zine, Menioui, 1995 b, ...)

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Échantillonnage

Pour étudier le recrutement de cette espèce, nous avons effectué dans chacune des treize stations, quatre prélèvements d'une surface de 625 cm<sup>2</sup> (25 cm x 25 cm) chacun, aux quatre coins d'une surface homogène d'un mètre carré, ce qui correspond à 1/4 m<sup>2</sup>, et ce qui permet d'échantillonner convenablement la faune quelle que soit sa distribution,

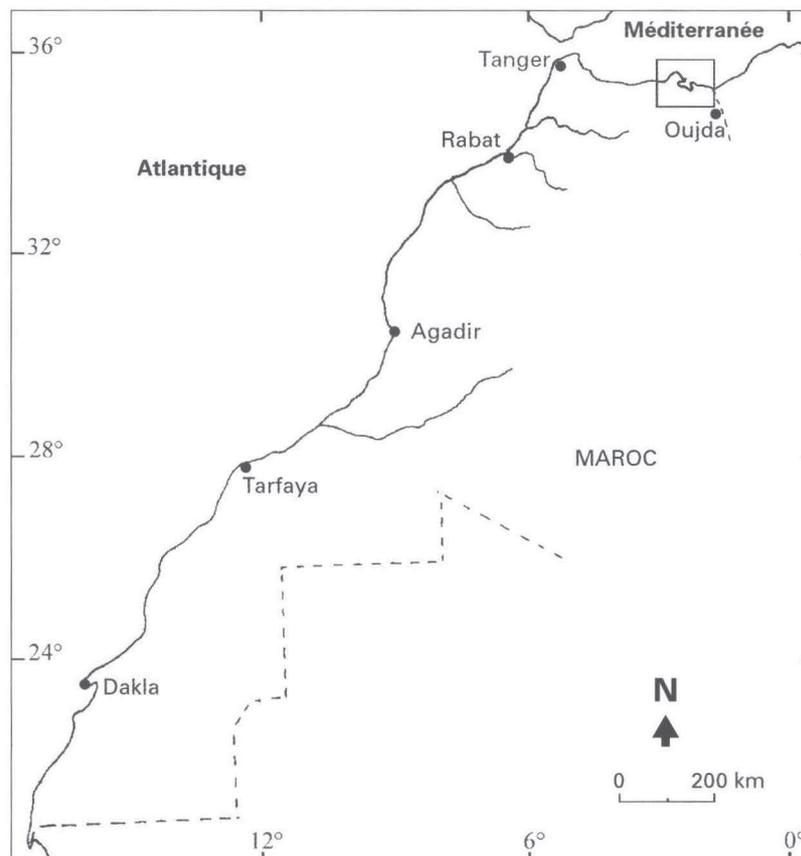


Figure 1 - Situation géographique de la lagune de Nador. / Geographical situation of Nador lagoon.

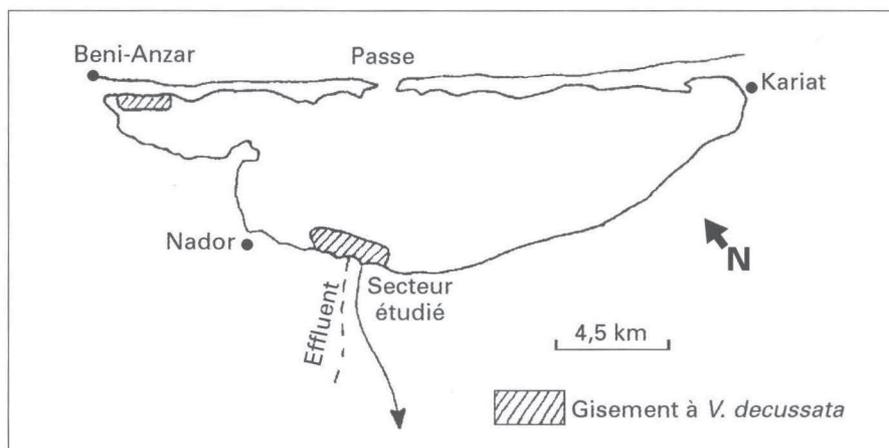


Figure 2 - Localisation des deux secteurs étudiés dans la lagune de Nador (sites de Nador et Beni-Anzar). / Location of the two sectors studied in Nador lagoon (Nador and Beni Anzar sites).

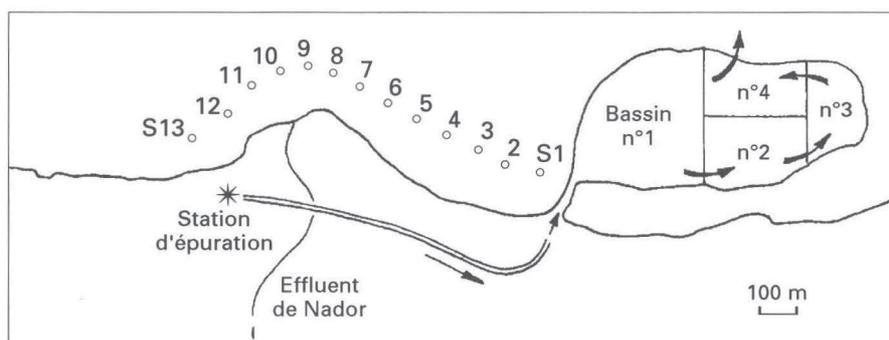


Figure 3 - Localisation des stations étudiées dans la lagune de Nador. / Location of the stations studied in Nador lagoon.

régulière, aléatoire ou contagieuse, dans un milieu intertidal de substrat meuble (Menesguen, 1980 ; Le Moal, 1981 ; Zine, 1989, ...).

Dans ce gisement, les treize stations choisies correspondent à des groupements où les caractéristiques édaphiques apparaissent différentes (figure 3). Ces stations ont été échantillonnées régulièrement durant les périodes de recrutement.

Pour prélever le sédiment aux différentes stations, nous avons utilisé un carottier en PVC de dix centimètres de diamètre et quinze centimètres de hauteur.

#### Traitement des échantillons

Le tamisage du sédiment renfermant les juvéniles de *Venerupis decussata* a été effectué sur un tamis de maille d'un millimètre.

L'analyse granulométrique a été faite à partir d'un échantillon de 100 g. Le tamisage sous l'eau a permis d'éliminer la fraction inférieure à 0,063 mm, alors que la fraction supérieure à 0,063 mm est soumise à un tamisage mécanique sur une colonne de tamis à maille décroissante série AFNOR.

La nomenclature des caractéristiques granulométriques adoptée pour l'interprétation des résultats est celle utilisée par plusieurs auteurs dont Rivière, 1952 ; Glémarec, 1969 ; Chassé, Glémarec, 1976, ...

- Graviers (FG) : taille > 2 mm ;
- sables grossiers (FA) : taille comprise entre 2 et 0,5 mm ;
- sables moyens (FB) : taille comprise entre 0,5 et 0,2 mm ;
- sables fins (FC) : taille comprise entre 0,2 et 0,1 mm ;
- sables très fins (FD) : taille comprise entre 0,1 et 0,063 mm ;
- pélites (FE) : taille inférieure à 0,063 mm ;
- médiane granulométrique (md50) : diamètre moyen des grains en mm ;
- diamètre moyen de 75 % du sédiment (Q1 : premier quartile) ;
- diamètre moyen de 25 % du sédiment (Q3 : troisième quartile) ;
- sorting Index ( $S_o$ ) : racine carrée de  $Q3/Q1$ , qui permet d'estimer le classement du sédiment (Rivière, 1952).

Les mensurations sur *V. decussata* ont porté sur la longueur maximale (antéro-postérieure). Elles ont été faites à l'aide d'un pied à coulisse au 1/10<sup>e</sup> de millimètre. Les individus ainsi mesurés ont été regroupés en classes de taille d'amplitude de 2 mm.

Les caractéristiques granulométriques du sédiment (points-variable) et les stations (points-observation) sont traitées par Analyse Factorielle des Correspondances.

## RÉSULTATS-INTERPRÉTATION

### Granulométrie

Le traitement des données de l'analyse granulométrique (figure 4a) montre que les deux premiers axes représentent 90,3 % de l'inertie totale. L'axe 1 isole dans les valeurs positives les fractions grossières FG et FA, tandis que les fractions fines sont regroupées dans les valeurs négatives du même axe (FE, FD et FC). L'axe 2 isole la fraction pélites (FE) des autres. Sur ce plan factoriel, la médiane, les quartiles et le coefficient de tri qu'ils définissent, ne sont pas séparés statistiquement.

Le gisement de palourdes dans la région de Nador peut, en fonction de la nature du substrat, être subdivisé en plusieurs groupements : l'analyse sur les stations permet de bien visualiser la répartition des stations en fonction de la granulométrie du substrat (figure 4b). L'axe 1 permet de distinguer deux entités différentes : une première entité constituée par les stations 2, 3, 11, 4 et 10 situées du côté positif de cet axe, et une deuxième entité constituée par les autres stations, situées du côté négatif. L'axe 2 permet de scinder cet ensemble en 2 : les stations 1,

5, 6 et 9, d'une part ; et les stations 13, 12, 7 et 8, d'autre part. La figure 5a permet de montrer que cette séparation est essentiellement basée sur la teneur des sédiments en sables grossiers (F.A.) dont la moyenne est de 16,29 % aux niveaux des stations 2, 3, 11, 4 et 10 : valeur nettement supérieure à la moyenne de l'ensemble des stations (7,88 %) et, encore plus, à la moyenne des autres stations, qui ne dépasse pas 2,6 %.

Ce plan factoriel permet également le regroupement, toujours du côté positif de l'axe F1, des quatre paramètres Q1, Q3, md et S<sub>0</sub>, qui expriment tous une relative richesse de ces stations en sables grossiers (tableau I).

La figure 5b qui exprime les teneurs en graviers (FG), permet de distinguer dans ce groupement initial deux sous-entités :

- celle constituée par les stations 4 et 10 dont la teneur moyenne est de 24,73 % et dont les contributions relatives (CR), élevées, sont respectivement de 17,6 % et 31,1 % : valeurs bien supérieures à la moyenne des CR et qui est de 7,69 % (figure 5c) ;
- celle constituée par les stations 2, 3 et 11, qui ont une teneur moyenne de 10,7 %. Les teneurs moyennes de l'ensemble des stations n'excèdent pas 7,56 %.

Du côté négatif de l'axe F1, sont groupées toutes les stations (S<sub>9</sub>, S<sub>6</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>7</sub>, S<sub>12</sub>, S<sub>8</sub> et S<sub>13</sub>) dont le pourcentage en sables grossiers (FA) est faible et ne dépasse pas 4,9 %. La moyenne de l'ensemble de ces stations, est de 2,6 % : valeur nettement faible par rapport à la moyenne générale du sable grossier dans l'ensemble des stations et qui est de 7,88 %.

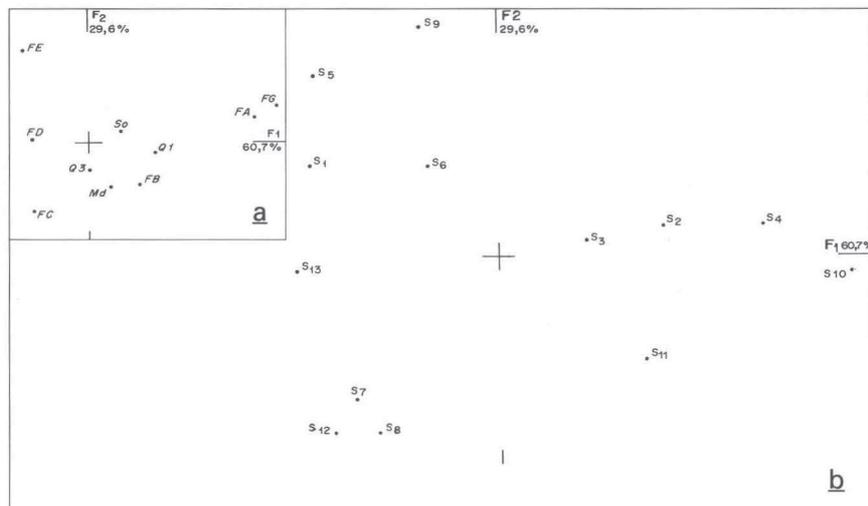


Figure 4 a - Distribution des données granulométriques dans le plan factoriel (F1 x F2). *Distribution of granulometric data in factorial plane (F1 x F2).*

Figure 4 b - Distribution des stations dans le plan factoriel (F1 x F2). *Distribution of stations in factorial plane (F1 x F2).*

Tableau I - Regroupements des stations selon l'axe factoriel F1 (60, 7 %). (x) : valeurs moyennes des groupements. / *Grouping of stations according to factorial axis (60,7 %). (x): mean group values.*

Caractéristiques du sédiment Groupements		FG %	FA %	FB %	FC %	FD %	FE %	md	Q1	Q3	S <sub>0</sub>
G1 (Graviers envasés)	S10	27,1	16,7	25,3	16,6	5,4	8,8	0,16	0,35	0,05	2,64
	S4	22,4	17,6	16,1	15,5	15,7	12,8	0,095	0,315	0,095	2,41
		(24,7)	(17,1)	(20,7)	(16)	(10,5)	(10,8)				
G2 (Sables grossiers)	S2	12,6	18,2	20,8	16,6	17,5	17,5	0,063	0,28	0,063	2,1
	S11	10,5	14,3	27,5	24	17	6,6	0,16	0,31	0,08	1,98
	S3	9	14,7	18,7	18,5	21,1	18	0,13	0,28	0,063	2,1
		(10,7)	(15,7)	(22,3)	(19,7)	(18,5)	(14)				
G3 (Vases sableuses)	S9	8,3	4,3	9,5	12,4	17,8	47,6	0,06	0,13	0,04	1,7
	S6	6	4,9	14,0	18,7	25,1	30,4	0,08	0,17	0,06	1,68
	S5	1	3,8	9,2	18	23,4	44,1	0,068	0,14	0,058	1,55
	S1	0	3,1	10,6	25,2	23,6	37,6	0,08	0,14	0,06	1,52
		(3,8)	(4)	(11,1)	(18,6)	(22,6)	(39,9)				
G4 (Sables fins envasés)	S7	0,7	1,8	16,5	40	28,1	12,8	0,135	0,18	0,075	1,54
	S12	0,34	1,4	13,9	47,8	24,7	11,9	0,13	0,16	0,08	1,41
	S8	0	0,7	26,7	44,7	11,7	16,2	0,16	0,21	0,09	1,52
	S13	0,35	0,9	8,7	33,7	31,1	25,2	0,09	0,145	0,063	1,51
		(0,35)	(1,2)	(13,95)	(41,55)	(23,9)	(16,5)				

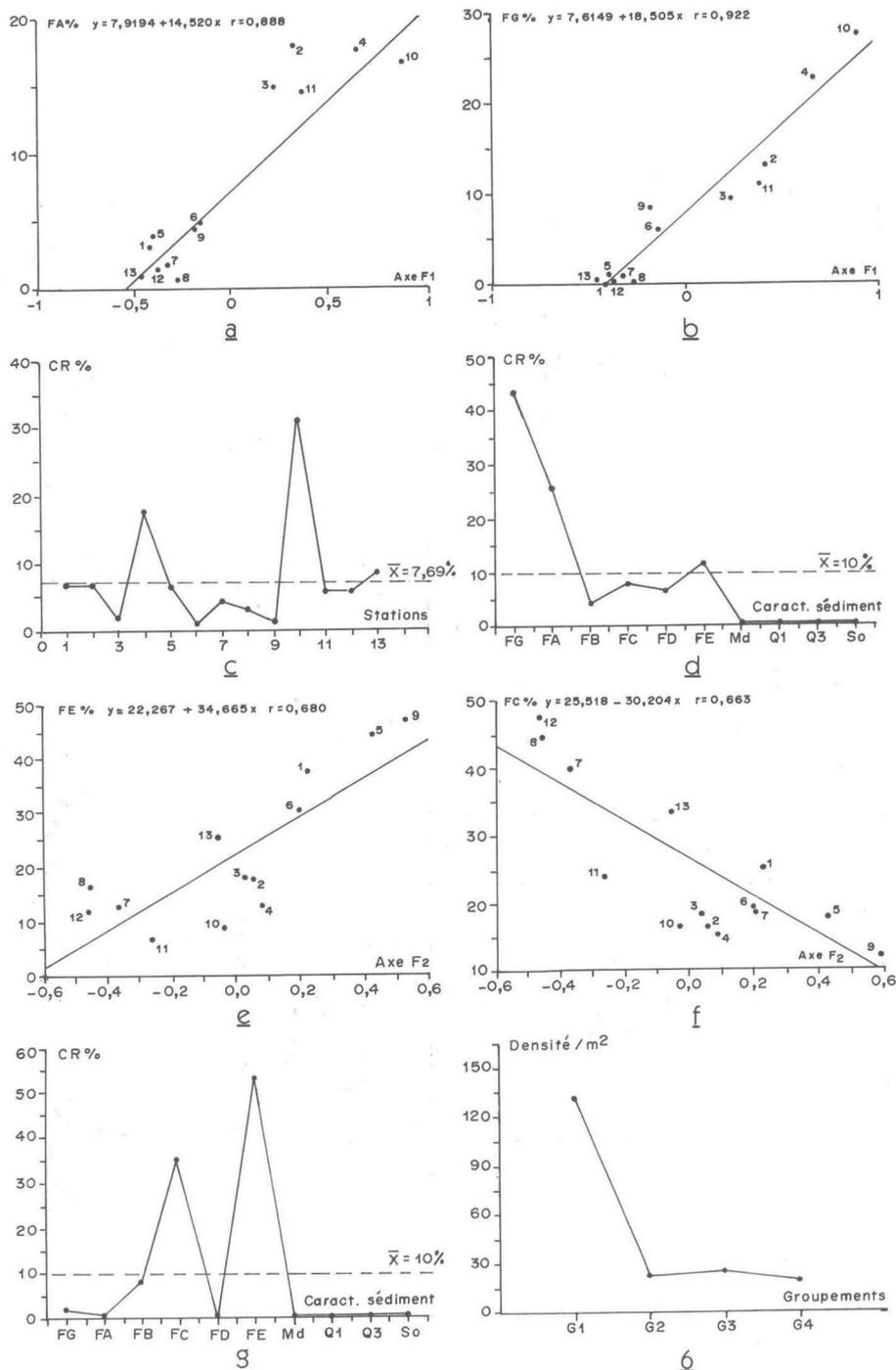


Figure 5 a - Corrélation et droite de régression de la fraction en sables grossiers (A) avec les coordonnées des stations, suivant l'axe factoriel F1. / Correlation and regression line of the fraction in coarse sand (A) with the coordinates of stations, on factorial axis F1.

Figure 5 b - Corrélation et droite de régression du taux de graviers (FG) avec les coordonnées des stations, suivant l'axe factoriel F1. / Correlation and regression line of gravel content (FG) with the coordinates of stations, on factorial axis F1.

Figure 5 c - Contribution relative des stations à l'axe F1. / Relative contribution of stations on axis F1.

Figure 5 d - Contribution relative des caractéristiques du sédiment à l'axe F1. / Relative contribution of sediment characteristics on axis F1.

Figure 5 e - Corrélation et droite de régression de la fraction (FE) avec les coordonnées des stations, suivant l'axe F2. / Correlation and regression line of the fraction (FE) with coordinates of stations, on axis F2.

Figure 5 f - Corrélation et droite de régression de la fraction (C) avec les coordonnées des stations, suivant l'axe F2. / Correlation and regression line of the fraction (C) with coordinates of stations, on axis F2.

Figure 5 g - Contribution relative des caractéristiques du sédiment à l'axe F2. / Relative contribution of sediment characteristics on axis F2.

Figure 6 - Evolution de la densité moyenne dans les différents groupements. / Changes in mean density in the different groups.

Ce côté négatif est également caractérisé par des stations dont la teneur en graviers (FG) est très faible (2,08 %, en moyenne). La moyenne générale étant de 7,56 % à l'exception de la station 9 où les dépôts d'importantes quantités (47,6 %) de pélites (FE) par l'effluent, diminuent le pourcentage du taux de graviers.

Il découle donc que, dans ces stations, l'axe F1 est essentiellement expliqué par les teneurs des sédiments en graviers (FG) puis en sables grossiers (FA) dont les contributions relatives, très élevées, sont respectivement de 43,4 % et 25,6 % (figure 5d). La valeur moyenne de cette contribution relative est de 10 % seulement.

Selon l'axe F2 (29,6 %), on distingue deux groupements :

- un premier noyau situé du côté positif de cet axe, et qui correspond aux stations S9, S5, S6 et S1. Ce noyau est caractérisé par un taux de pélites (FE) élevé, moyennant une valeur de 39,9 % (figure 5e). La valeur moyenne générale étant de 22,26 % ;
- un deuxième noyau qui paraît déterminé par un pourcentage élevé de sables fins (figure 5f). Il s'agit des stations S7, S8, S12 et S13 dont le pourcentage en sables fins est en moyenne de 41,55 % ; la valeur moyenne générale pour l'ensemble des stations n'est que de 23,66 %. Ce dernier noyau est

également caractérisé par un très faible taux de graviers (FG) qui est seulement de 0,35 %, et aussi de sables grossiers (FA) qui n'est que de 1,2 %.

L'axe F2 paraît donc déterminé par les deux fractions de pélites (FE) dont la taille des éléments est inférieure à 0,063 mm ; mais aussi celle de sables fins (FC) dont la taille des éléments est comprise entre 0,2 mm et 0,1 mm. Les contributions relatives de ces deux fractions par rapport à cet axe sont très élevées et sont respectivement de 53,2 % et 35,3 % (figure 5g).

Dans cette analyse, on distingue donc quatre entités biosédimentaires (tableau I) que sont les graviers envasés correspondant aux stations S10 et S4, les sables grossiers (S2, S11 et S3, les vases sableuses (S9, S6, S5 et S1), et les sables fins envasés (S7, S12, S8 et S13).

### Recrutement

La distribution des abondances (tableau II) en fonction de la granulométrie (figure 6) montre que, lors des différentes périodes de recrutement, les densités sont relativement faibles dans la majorité des groupements de stations déjà déterminés, sauf dans le groupement G1, correspondant aux stations S10 et S4 où les densités sont très nettement plus élevées et constituent près de 71 % de la population totale contre 5,8 % dans le groupement G2 (S2, S11 et S3),

Tableau II - Abondance cumulée par classes de taille (x) lors des périodes de recrutement dans les stations étudiées (St). / Cumulated abundance by size class (x) during periods of recruitment in stations studied (St).

X/St	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
3	1	0	11	8	3	1	9	0	2	22	1	0	4
5	2	2	9	16	1	7	2	1	10	59	0	1	1
7	1	3	4	14	1	0	1	1	6	29	1	3	10
9	0	1	4	15	2	1	1	1	3	15	0	3	5
11	0	0	1	17	2	0	1	1	5	7	4	4	6
13	0	0	0	11	2	0	0	1	7	7	1	3	2
15	0	0	0	5	1	0	0	0	12	1	1	2	2
17	0	0	1	13	2	0	0	0	7	1	0	3	0
19	0	0	0	41	0	0	1	0	13	2	2	0	0
21	0	0	0	86	0	0	1	0	10	6	0	0	1
23	1	1	1	110	3	0	1	0	3	8	0	1	1
25	0	0	1	71	2	0	0	0	6	16	1	0	3
27	0	1	0	58	0	0	0	0	1	16	2	2	2
29	1	0	1	29	0	3	0	0	5	11	3	2	0
31	0	1	0	14	4	0	0	3	7	19	2	0	2
33	0	0	1	15	0	1	0	0	6	5	1	1	1
35	0	0	0	6	0	0	0	0	5	4	0	0	0
37	0	1	1	8	2	1	0	0	2	1	0	0	0
39	1	0	0	3	3	0	0	0	2	4	0	0	0
41	0	0	0	3	0	0	0	0	1	2	0	0	0
43	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

14,7 % dans le groupement G3 (S9, S6, S5 et S1), et 8,2 % dans le groupement G4 (S7, S12, S8 et S13).

Ces densités moyennes sont respectivement de 130 ind.m<sup>2</sup> dans le groupement G1 ; 21,14 ind.m<sup>2</sup> dans le groupement G2 ; 23,48 ind.m<sup>2</sup> dans le groupement G3, et 19,43 ind.m<sup>2</sup> dans le groupement G4.

Cette hétérogénéité dans la répartition des densités à travers différentes stations de ce gisement nous a incités à calculer l'indice de dispersion ( $I=S^2/M$  ;  $S^2$  = variance, et  $M$  = moyenne des abondances dans  $n$  quadrats, selon Elliot, Descamps, 1973). Cet indice permet de différencier trois types de répartition : aléatoire ( $I=1$ ), régulière ( $I<1$ ) et agrégative ( $I>1$ ).

Dans cette analyse, nous nous sommes surtout intéressés aux stations où la population est relativement dense et exploitable (stations 10 et 4) où, en plus, le substrat est grossier et hétérogène. Ces résultats ont été comparés à ceux obtenus dans l'autre gisement de palourdes existant dans la lagune de Nador, c'est-à-dire le gisement de Beni-Anzar.

Le calcul de cet indice montre que la répartition de l'espèce *V. decussata* dans la bordure continentale de la lagune de Nador correspond à une distribution de type agrégative ( $I = 3,84$ ). Cette répartition dépend de plusieurs facteurs dont, essentiellement, la nature granulométrique du substrat hétérogène mal calibré et légèrement envasé, les apports d'eaux douces, l'apport de matière organique, un courant régulier qui empêche l'envasement et, par conséquent, réduit les mortalités.

Par contre, dans la région de Beni-Anzar, située à l'extrémité nord-ouest de la lagune, la distribution des individus tend vers une répartition aléatoire ( $I = 1,71$ ), en liaison avec l'homogénéité du substrat sablo-vaseux bien calibré ; mais on note aussi l'absence d'eau douce, de faibles teneurs en matière organique, et une circulation insuffisante favorisant des dépôts vaseux et la mise en place de conditions d'anoxie, suite à la dégradation des herbiers de zostères, surtout en période estivale. Les faibles densités de *V. decussata* dans cette station pourraient également être expliquées par l'abondance des prédateurs et, plus particulièrement, de *Murex trunculus* et *Murex brandaris* dont la présence peut être favorisée par un substrat " peu grossier " (Bucaille, Lubet, 1983) et une salinité de l'ordre de 37 PSU.

Notons que les densités de *V. decussata* sont plus élevées à Nador (jusqu'à 300 ind.m<sup>2</sup>) qu'à Beni-Anzar (un maximum de 60 individus par m<sup>2</sup>), et que les tailles maximales sont également plus grandes à Nador (60 mm) qu'à Beni-Anzar (48 mm).

La distribution dans les différentes stations par densité de taille d'individus (figure 7) montre que, selon le plan factoriel F1 x F2 (61,6 % de l'inertie totale), le premier axe factoriel F1 (43,5 %) est expliqué à 69,7 % de contribution relative par les deux stations 4 et 10 (figure 8). Les effectifs de cette espèce, qui sont respectivement de 49,7 % et 21,5 %, représentent donc plus de 71 % de la population totale.

La séparation entre les deux stations S4 (côté positif) et S10 (côté négatif) paraît essentiellement liée au pourcentage de naissain et, donc, au recrute-

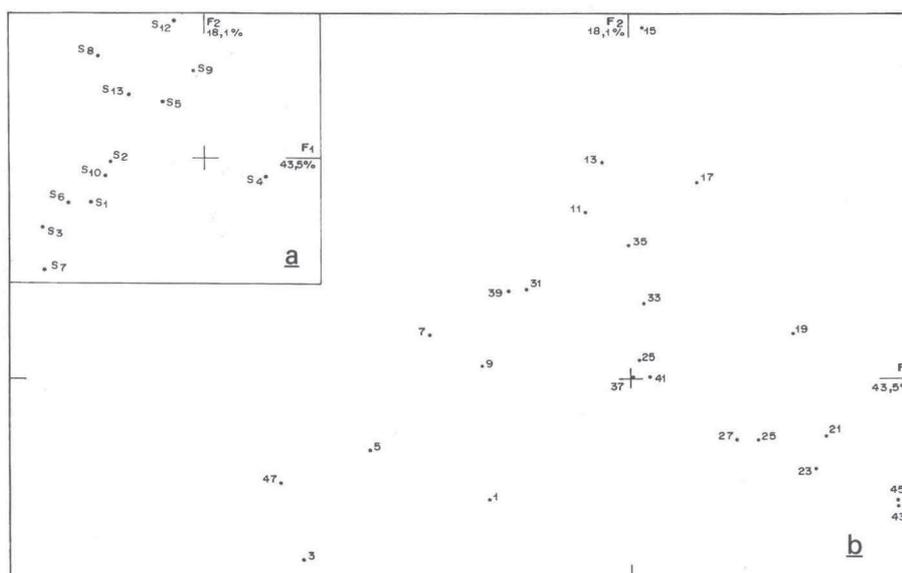


Figure 7 a - Distribution des stations dans le plan factoriel (F1 x F2). / Distribution of stations in factorial plane (F1 x F2).

Figure 7 b - Distribution des abondances dans le plan factoriel (F1 x F2). / Distribution of abundance in factorial plane (F1 x F2).

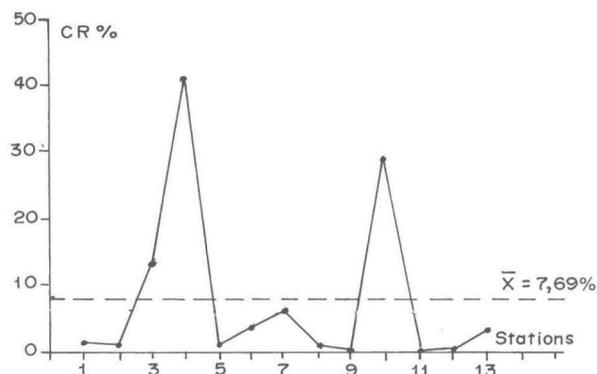


Figure 8 - Contribution relative des stations à l'axe F1. Relative contribution of stations on axis F1.

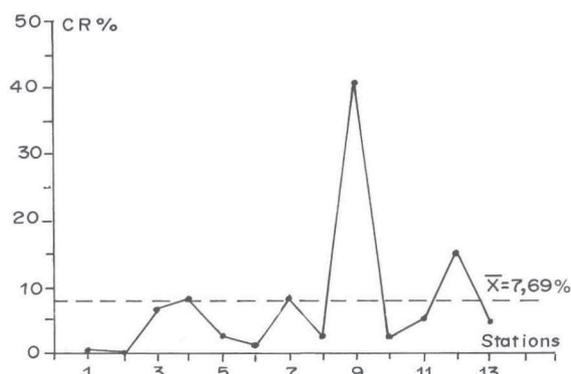


Figure 9 - Contribution relative des stations à l'axe F2. Relative contribution of stations on axis F2.

ment dans chacune de ces stations. Le pourcentage de naissain est de 46 % dans la station S10, alors qu'il n'est que de 12,5 % dans la station S4.

L'axe F2 paraît expliqué principalement par la station 9 qui, à elle seule, a une contribution relative de 40,9 % (figure 9), et compte plus de 10 % de la population totale. Ce pourcentage atteint 36,1 % lorsqu'on excepte les stations 4 et 10. Cette station, située à proximité de la station 10, subit également l'influence des apports d'eaux douces qui, théoriquement, y favorise la fixation des larves, et donc leur recrutement. Près de 39 % du total des individus récoltés dans cette station correspondent, en effet, à du naissain contre 59,6 %, par exemple, dans la station 10. Cependant, le pourcentage des pérites (FE) y est de 47 % (8,8 % dans la station 10), ce qui y entraîne, de toute évidence, d'importantes mortalités.

## DISCUSSION

L'étude granulométrique des stations a permis de dresser une cartographie édaphique du gisement naturel de la palourde à Nador. C'est ainsi que quatre groupements différents ont été identifiés dont les caractéristiques édaphiques diffèrent selon la situation des stations par rapport à l'embouchure de l'effluent de Nador (S10) et de son bras mort (S4).

Ces deux dernières diffèrent également du point de vue recrutement (46 % de naissain dans la S10 et 12,9 % dans la S4), ce qui est dû :

- au facteur hydrodynamique, et plus particulièrement à la présence d'un oued (effluent de Nador) qui débouche au niveau de la station 10. En augmentant la disponibilité en particules alimentaires (alimentation renouvelée en permanence, soit 28,8 mg.l<sup>-1</sup> en moyenne de matière en suspension) et en diminuant sa salinité (qui peut avoisiner 0 PSU en période de crue), cet oued favorise une meilleure fixation du naissain (Le Dantec, 1968 in Barnabé, 1991) et, donc un meilleur recrutement. Dans la station 4, même si

celle-ci est alimentée également par un bras d'oued, celui-ci ne fonctionne qu'occasionnellement lors des périodes de crues, la salinité reste par conséquent toujours supérieure (36 PSU) à celle de la station 10, et donc la fixation du naissain est moins importante ;

- à l'action anthropogénique qui se manifeste par la récolte des individus adultes dans la station 10, diminuant ainsi la densité des adultes pouvant ingérer les larves (Woodin, 1976 in Bachelet *et al.*, 1992) où, en plus, et lors de la période de crue, sont drainés de nombreux substrats artificiels, en particulier des matières plastiques, servant de support pour le naissain ;
- au facteur de prédation naturelle des jeunes individus et du naissain dans la station 4, puisque c'est toujours dans la station 4 que l'on a observé le maximum d'espèces prédatrices de la palourde ; c'est le Muricidé *Murex trunculus* et le décapode *Carcinus maenas*, qui sont également des charognards liés souvent à un fort taux de mortalité préliminaire de la palourde ou d'autres espèces. Ceci a été observé par nous-même dans la lagune de Nador, mais aussi en Tunisie par Zaouali (com. pers.) ;
- au facteur granulométrique, puisque c'est dans la station 10 où la fraction grossière nécessaire pour la fixation des larves est la plus importante, confirmant ainsi les données de Buaille et Lubet, 1983 ;
- au facteur courantologique plus intensif au niveau de la station 10, permettant le remaniement constant du substrat, empêchant par conséquent l'envasement, et donc assurant au naissain fixé un taux de survie plus important ;
- et probablement à la migration vers la profondeur des individus adultes de la station 10 située sur un haut fond.

Dans ce gisement, il existe une corrélation positive entre la granulométrie et la densité des populations. Une diminution du taux de graviers et une augmentation du taux de pérites correspon-

draient à une diminution de la densité de la population. C'est ainsi que dans le groupement I, caractérisé par un substrat hétérogène, mal calibré, légèrement envasé, avec un taux de graviers d'environ 25 %, celui des pélites d'environ 10 % et celui des sables de 65 %, la densité de cette espèce représente plus de 71 % de la population totale. Nous considérons ces caractéristiques édaphiques comme optimales pour le recrutement de l'espèce *V. decussata* dans la lagune de Nador.

Dans le groupement G3, même si le pourcentage des graviers est relativement faible (3,82 %), la densité de la population est relativement élevée (14,7 %), ce qui est essentiellement dû à la particularité de la station 9, située non loin de la station 10, soumise également à l'influence de l'effluent de Nador et qui est, par conséquent, soumise à un courant d'eau douce et une dilution partielle de ses eaux.

Ceci nous conduit à penser que le déterminisme du recrutement pour la palourde dans cette région et dans cette lagune serait essentiellement le facteur " courant d'eau douce " (avec l'optimum granulométrique). Ces apports d'eaux douces permettent également de :

- favoriser le maintien d'un substrat grossier favorable à la fixation du naissain (Bucaille, Lubet, 1983) ;
- diminuer la salinité, favorable également à la fixation du naissain (Le Dantec, 1968 in Barnabé, 1991) ;
- éliminer des espèces prédatrices de la palourde. Nous avons, en effet, constaté que, dans la station 10 où il y a un apport d'eaux douces, les deux principales espèces prédatrices de la palourde dans cette lagune, *Murex trunculus* et *Carcinus maenas*, étaient pratiquement inexistantes.

L'augmentation des apports d'eaux usées, avant le fonctionnement des bassins de lagunage, en provenance de la station d'épuration, a considérablement réduit la productivité des stations 11, 12, et 13. En effet, ces eaux usées rejetées en principe au niveau de la station 10 sont déviées, dès leur sortie, par les vents NE prédominants dans le secteur qui les déportent à l'ouest de cette station, donc, sur les stations 11, 12 et 13, y aggravant les conditions de pollution et d'anoxie, déjà préexistantes.

La mise en place de bassins de lagunage (en 1991) à l'est de la station 1, a également considérablement réduit la circulation et le brassage de l'eau sur la bordure continentale et plus particulièrement au niveau des stations 1, 2 et 3, favorisant le développement de zostères, le confinement de cette zone et, par conséquent, réduisant sa production en palourdes.

Le seul secteur où la palourde peut encore se développer reste celui entre la station 4 et la station 10. Avec la fermeture de la passe reliant la lagune à la mer, on observe la réduction du brassage et du renouvellement des eaux de cette lagune, parallèlement à l'augmentation de la pollution dans ce milieu. L'avenir de cette espèce y est donc compromis.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bachelet G., M. Desperez, J.P. Ducrotoy, J. Guillou, P.J. Labourg, H. Rybarczyk, P.G. Sauriau, B. Elkaim, M. Glemarec, 1992 - Rôle de la compétition intraspécifique dans la régulation du recrutement chez la coque *Cerastoderma edule* (L). *Annls Inst. océanogr., Paris*, **68** (12) : 75-87.
- Barnabé G., 1991 - Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. *Lav. Tec. et Doc Edit* : 487 pp.
- Bitar G., 1987 - Étude des peuplements benthiques littoraux des côtes atlantiques et méditerranéennes du Maroc. *Impact de la pollution - Comparaisons biogéographiques*. Thèse d'État, Univ. Aix Marseille II, 286 pp.
- Bousseloua L., M. Menioui, 1995 - Impact de la pollution sur la faune carcinofaune benthique de la lagune méditerranéenne de Nador. *Rapp. P.-v. Réun. CIESM*, **34** : 74.
- Bucaille D., P. Lubet, 1983 - Étude des possibilités de la culture de la palourde en Basse-Normandie. *Rapport, contrat ANVAR*, 67 pp.
- Chassé C., M. Glémarec, 1976 - Principes généraux de la classification des fonds pour la cartographie biosédimentaire. *J. Rech. océanog.*, **1** (3) : 1-18.
- Clanzic S., 1989 - Évolution des peuplements malacologiques de la lagune méditerranéenne de Nador. *Vie Milieu*, **39** (2) : 71-76.
- Elliot J.M., H. Descamps, 1973 - Guide pour l'étude statistique des échantillons d'invertébrés benthiques. *Annls Limnol.* **9** (2) : 79-120
- Glémarec M., 1969 - *Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne*. Thèse Fac. Sc. Brest, 167 pp.
- Irzi Z., 1987 - *Étude sédimentologique et micropaléontologique de la lagune de Nador (Maroc oriental)*. Thèse 3<sup>e</sup> cycle. Univ. Pierre et Marie Curie V, 158 pp.
- Le Moal Y., 1981 - *Écologie dynamique des plages touchées par la marée noire de l'Amoco Cadiz*. Thèse 3<sup>e</sup> cycle. UBO. Brest, 131 pp.
- Lubet P., 1973 - Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1918). Atlantique et Méditerranée. *Synopsis FAO, sur les pêches*, **88** : 1-49.
- Menesguen A., 1980 - *La macrofaune benthique de la baie de Concarneau : peuplements, dynamique de population, prédation exercée par les poissons*. Thèse 3<sup>e</sup> cycle. UBO, Brest, 131 pp.
- Menioui M., 1988 - *Contribution à la connaissance des peuplements infralittoraux superficiels des côtes rocheuses du Maroc (étude faunistique, écologique et biogéographique)*. Thèse d'État Univ. Mohammed V, 256 pp.
- Menioui M., N.E. Zine, 1995 - État des connaissances sur la biodiversité (faune benthique) d'une lagune méditerranéenne : lagune de Nador (Maroc). *Rapp. P.-v. Réun. CIESM*. **34** : 83.
- Rivière A., 1952 - Sur la représentation graphique de la granulométrie des sédiments meubles. Interprétation des courbes et applications. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **6** : 145-167.
- Saubade A. M., 1979 - La malacofaune actuelle (Bivalves et Gastéropodes) de la lagune de Nador (côte méditerranéenne du Maroc). *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine*, **26**, pp : 1-89.
- Tesson M., 1977 - Régime hydrologique et hydrodynamique de la Sebkh Bou Areg (lagune de Nador -

- Maroc). Bilan de printemps 1976. *Trav. Doc. Inst pêches Marit.*, **21** : 66 pp.
- Tesson M., B. Gensous, 1981 - Quelques caractères de la géochimie d'une lagune microtidale. La Sebkha de Bou Areg. Maroc. *Cong. natl Soc. sav., Perpignan*, **106** (3) : 183-194.
- Zine N.E., 1989 - *Étude de la malacofaune et dynamique de population de Venerupis decussata L. (1767)*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle Université Mohammed V, Rabat, 83 pp.
- Zine N.E., M. Menioui, 1992 - Le peuplement malacologique de la lagune méditerranéenne de Nador (Maroc). État des connaissances. *Mar. Life*, **2** (1) : 39-45.
- Zine N.E., M. Menioui, 1995 a - Aperçu sur la biologie d'une population exploitée de palourdes *Venerupis decussata* dans une lagune méditerranéenne : lagune de Nador (Maroc). *Rapp. P.-v. Réun. CIESM*, **34** : 89.
- Zine N.E., M. Menioui, 1995 b - Évolution des paramètres environnementaux et reproduction de la palourde *Venerupis decussata* dans la lagune méditerranéenne de Nador (Maroc). *Rapp. P.-v. Réun. CIESM*, **34** : 89.

Reçu en décembre 1995 ; accepté en février 1998.  
Received December 1995; accepted February 1998.