

Republique Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER ET DE
L'AMENAGEMENT DU LITTORAL**

Mémoire de Fin d'Etudes

**Pour l'obtention du Diplôme
d'Etudes Universitaires Appliquées (D.E.U.A.).**

Filière : Sciences de la Mer.
Option: Ecologie Marine.

THEME

**CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DES
PEUPELEMENTS MACROZOOBENTHIQUES DES
SABLES DU LAC MELLAH (EL KALA):
EVOLUTION SAISONNIERE ET
MICROREPARTITION**

Présenté par : Mr Aouar Samir & Melle Ouadda Hassina.

Soutenu Le: 02/11/1994.

Devant La Commission d'Examen Composée de:

Présidente: Melle Illoul H.
Examinatrices: Mme Ouabadi T.
Melle Merabtine H. & M. Bakalem A.
Promoteur : M. Refes W.

SOMMAIRE

page

INTRODUCTION:.....	4
I - Présentation du milieu : le lac Mellah.....	2
1- Historique des travaux :.....	2
2- Situation géographique :.....	3
3- Le climat :.....	3
4- Sédimentologie :.....	3
5-Hydrologie :.....	6
6- Les peuplements benthiques :.....	7
7- Intérêt écologique et économique :.....	7
II - Matériel et méthodes :.....	9
1-Travaux sur le terrain :.....	9
1.1. Localisation de la station :.....	9
1.2. Echantillonnage et surface prélevée :.....	9
1.2.1 Date de prélèvements:.....	9
1.2.2 le Sédiment :.....	9
1.2.3 le Macrobenthos :.....	10
2-Travaux au laboratoire :.....	11
2.1 Granulométrie :.....	11
2.2 Macrobenthos :.....	14
3- Traitement des données :.....	14
3.1 les caractéristiques analytiques :.....	14
3.1.1 L'abondance :.....	14
3.1.2 La densité :.....	14
3.1.3 La fréquence :.....	14
3.1.4 La dominance :.....	15
3.1.5 La moyenne :.....	15
3.1.6 La variance :.....	15
3.2 les caractéristiques généraux :.....	15
3.2.1 L'indice de SHANNON :.....	15
3.2.2 L'équitabilité :.....	16
3.2.3 Le coefficient de fisher (d):.....	16
3.2.4 L'indice de dispersion de fisher (I) :.....	16
3.2.5 L'indice de Morisita :.....	17

III- RESULTATS & DISCUSSION	18
1- Granulométrie	18
1-1- La Médiane	18
1-2- Le Mode	18
1-3- Le taux des pélites	18
1-4- Le taux des carbonates	18
1-5- L'indice des classements	18
1-6- Le facteur d'hydrodynamisme	20
1-7- Comparaison avec les travaux antérieurs	20
2- Macrofaune benthique	24
2-1- Evolution saisonnière de la macrofaune benthique	24
2.1.1 Nombre d'espèces	24
2.1.2 Densité	24
2.1.3 Diversité et équitabilité	24
2.1.4 Groupe zoologique	26
2.1.5 Groupe écologique	26
2.1.6 Espèces principales	32
2.1.7 Etude comparative	36
2- Microrépartition	35
2.2.1 Microrépartition de la macrofaune	37
2.2.2 Microrépartition des principales espèces	44
DISCUSSION GENERALE & CONCLUSION	44
BIBLIOGRAPHIE	46

INTRODUCTION :

Les milieux lagunaires occupent environ 13% de littoral mondial (Nixon (1982) in Draredja (1992)).

Le lac Mellah fait partie d'un ensemble de plans d'eau (lac Oubeira, lac des oiseaux, lac Tanga) situés près de la frontière Algéro-tunisienne dans la région de'El kala (Wilaya d'El-Tarf).

Le lac Mellah est une lagune saumâtre qui est située à l'Est des côtes Algériennes à proximité de la frontière Algéro-Tunisienne.

Cette lagune est reliée à la mer par un chenal et reçoit un apport d'eau douce important, par les oueds d'autant plus qu'elle se situe dans une région à forte pluviosité (plus de 1200 mm/an).

Très tôt ce plan d'eau douce a suscité un double intérêt scientifique (Bounhiol, 1970) et économique dès 1920 par une exploitation conchylicale (Moules et Huîtres).

C'est à partir de 1979 que des études sur la macrofaune benthique du lac Mellah ont débuté : Belkalem et Romano (1979), Semroud (1983), Draredja (1992).

Le but de notre travail consiste à :

- L'étude saisonnière des peuplements macrozoobenthiques des sables pour préciser la composition qualitative et quantitative du peuplement et sa richesse spécifique actuelle.
- La microrépartition des peuplements macrozoobenthiques des sables et des principales espèces ainsi que leur mode de répartition.

I- Présentation du milieu : le lac Mellah.

1. Historique des travaux :

- Darboux et al. (1906) : décrivent l'industrie des pêches en colonies.
- Bounhiol (1907a) : fait une étude sur quelques conditions physico-chimiques.
- Bounhiol (1907b) : réalise une étude sur les poissons comestibles.
- Bounhiol (1907c) : donne un inventaire ichthyologique du lac.
- Gauthier-lievre (1931) : décrit la flore du lac.
- Seurat (1940) : donne une vue générale sur le lac et l'abondance du bivalve (Cardium edule (Lamarki reeve)) et la présence de poissons euryhalins, Muges, Bars, Soles et Anguilles.
- Arrignon (1963) : Contribue à l'inventaire des marécages tourbières et étudie la température des eaux du lac ainsi que quelques espèces faunistiques des berges.
- Thomas et al. (1973) : décrivent le lac et le climat de la région d'El-Kala et évoquent l'intérêt écologique de ce site en préconisant la création d'un parc national terrestre, lacustre et marin.
- Anonyme (1979) : effectuent une campagne multidisciplinaire (sédimentologie et benthos, étude de la production primaire, étude halieutique et pollution).
- Samson et Gaumer (1979) : décrivent des espèces phytoplanctoniques essentiellement des diatomées d'eau saumâtre.
- Alain (1980a) : Donne des indications sur la pêche au lac Mellah.
- Alain et al. (1980) : Décrivent la pêche à El-Kala et présentent quelques données sur les mises à terre.
- Anonyme (1980) : évaluent les potentialités de l'aquaculture en Algérie.
- Marinaro (1980) : analyse quelques chalutages dans le secteur d'El-Kala.
- Marinaro et al. (1980) : étudient les oeufs et les larves pélagiques des poissons méditerranéens et la présence d'oeufs d'anchois (Engraulis engrasicholus (L)) dans le lac.
- Messili et Rebzani-Zahaf (1980) : étudient l'aspect qualitatif et quantitatif du macrobenthos du lac.
- Aïssi et Siblot (1981) : étudient les métaux lourds dans certains organismes.
- Bakalem et al. (1981) : contribuent à l'étude du lac Mellah et son peuplement benthique.
- Chassany- De Casabianca et al. (1981) : étudient l'écosystème saumâtre.
- Cataudella (1982) : recense douze espèces de poissons.
- Semroud (1983) : traite la description des peuplements macrobenthiques et leurs environnements physico-chimiques.
- Guelorget et Perthuisot (1983) : donnent l'expression géologique, biologique et économique du confinement du lac.
- Guelorget et al. (1989) : précisent la position du lac Mellah dans l'échelle de confinement, sa zonation biologique et ses potentialités halieutiques et aquacoles.
- Bakalem et al. (1991) : étudient les peuplements benthiques du lac.
- Draredja (1992) : met en évidence les conditions hydrosédimentaires et la structure de la macrofaune benthique en période printanière.
- Boudjellal et al. (1993) : évaluent la teneur des sédiments superficiels en hydrocarbures.
- Aît Adjedjou (1994) : étudie la répartition des mollusques benthiques.

2. Situation géographique : (fig:1)

Le lac Mellah est situé entre 8° 20' longitude Est et 36° 54' de latitude Nord ; et à l'Est d'Annaba et à une dizaine de Kilomètres à l'Ouest d' El-Kala dans la wilaya d' El-Tarf.

Il couvre une superficie de 865 hectares et s'étend sur 5Km du nord au sud et de 2,6 Km d'Est en Ouest , il communique avec la mer par un chenal long de 900m .

La profondeur du lac augmente régulièrement depuis les rives jusqu' au centre de la lagune où elle atteint presque 6 mètres , la zone du chenal est moins profonde ; elle varie de 0,3 à 2m (Guelorget et al., (1989)).

De nombreux oueds se diversent dans le lac :

- Oued El-R' Kibet.
- Oued El-Mellah.
- Oued El-Arroug.

D' après sa configuration et le nombre d'oueds qui se diversent , ce lac serait une ancienne vallée envahie par la mer (Arrignon , 1963).

3. Le climat :

Le climat de la région d' El-Kala est du type sud méditerranéen avec une seule saison humide (Octobre et Février) et une saison sèche bien marquée de Mai à Septembre (Guelorget et al. 1989).

Par ailleurs , le lac Mellah est soumis généralement aux vents d'Ouest de Novembre à Mai et aux vents d'Est de Juin à Octobre(Draredja , 1992).

Le lac Mellah est situé dans une région à forte pluviosité relative (500 à 1000 mm par an) (fig.2). La température de l'air en moyenne est de 18,4°C , avec un maximum moyen de 24,3°C et un minimum de 12,4°C (fig.3).

L' humidité de la région est relativement très élevée ou elle atteint plus de 80% en Novembre et Décembre (fig.4).

4. Sédimentologie :

L'étude de la couverture sédimentaire du lac , réalisée par Semroud (1983) nous permet de distinguer deux zones : une zone grossière qui est du sable propre rencontré au niveau des berges à 2m de profondeur et cela pour tout le pourtour du lac , avec un taux de pétilite inférieur à 5% et une zone fine où les fractions pétilitiques augmentent progressivement jusqu'au centre du lac où le sédiment est une vase fluide très réduite.

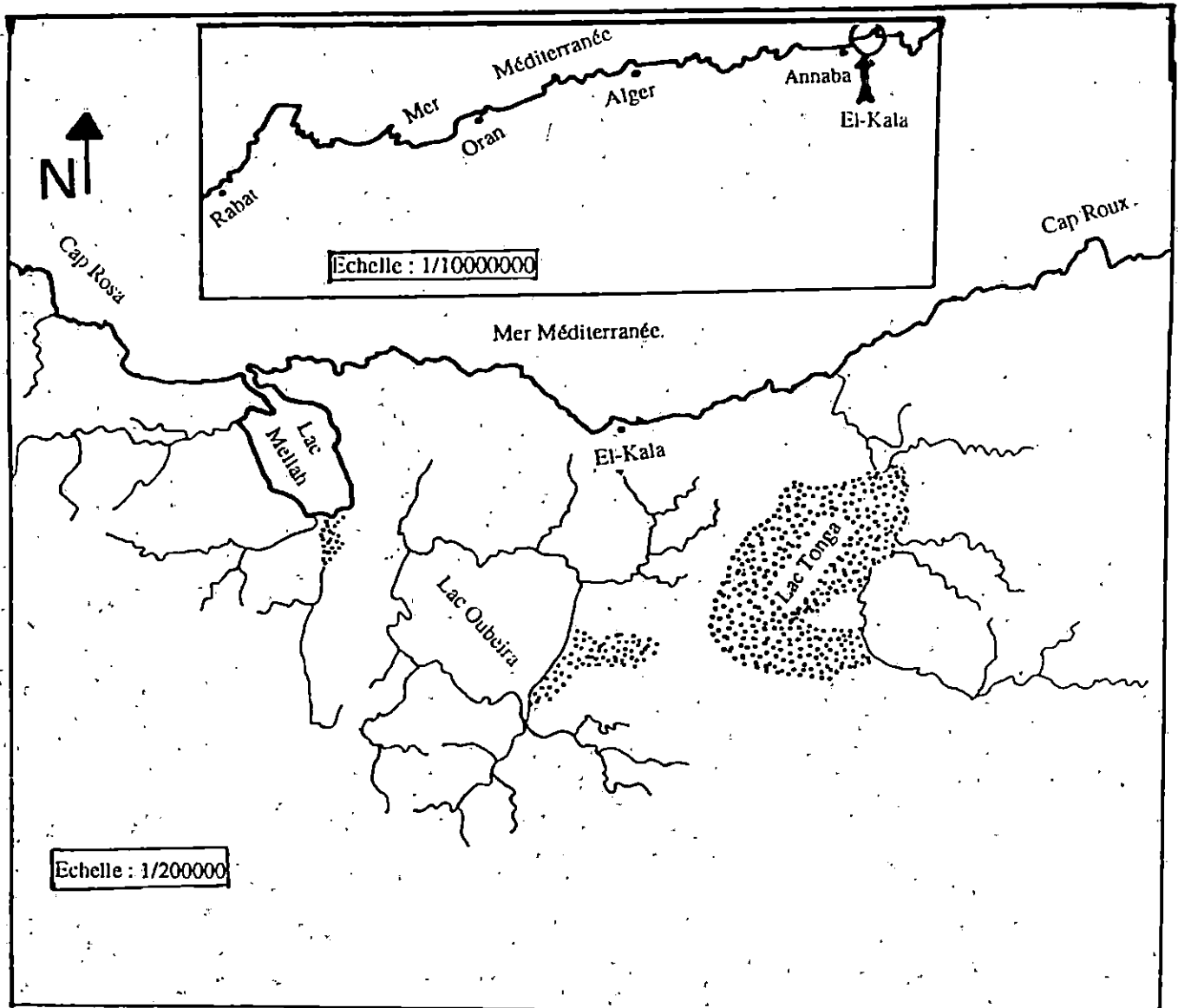


Figure 1 : Situation géographique du lac Mellah .

Figure 4: Evolution mensuelle de l'humidité au cours de l'année 1988

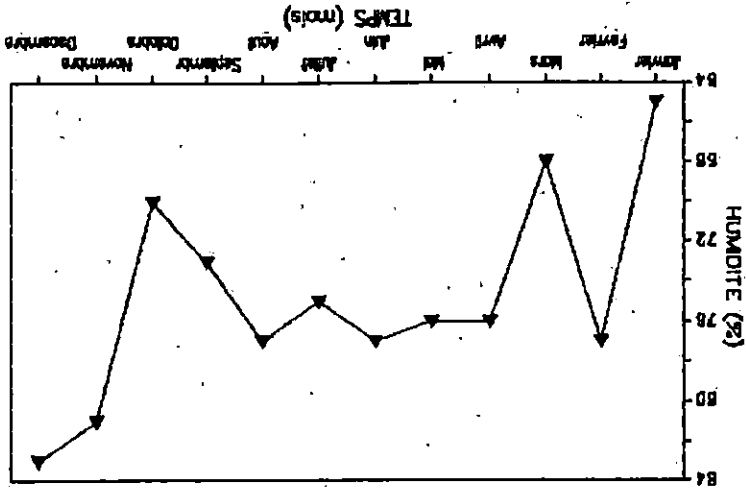


Figure 3: Evolution mensuelle de la température au cours de l'année 1988

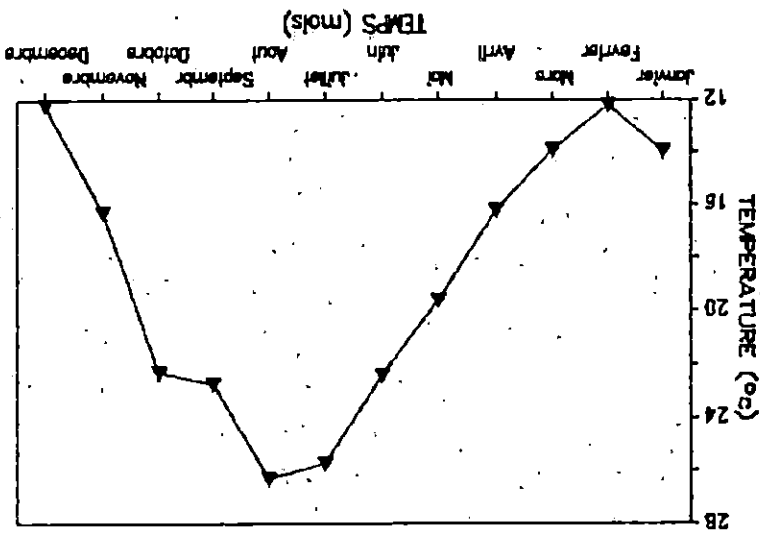
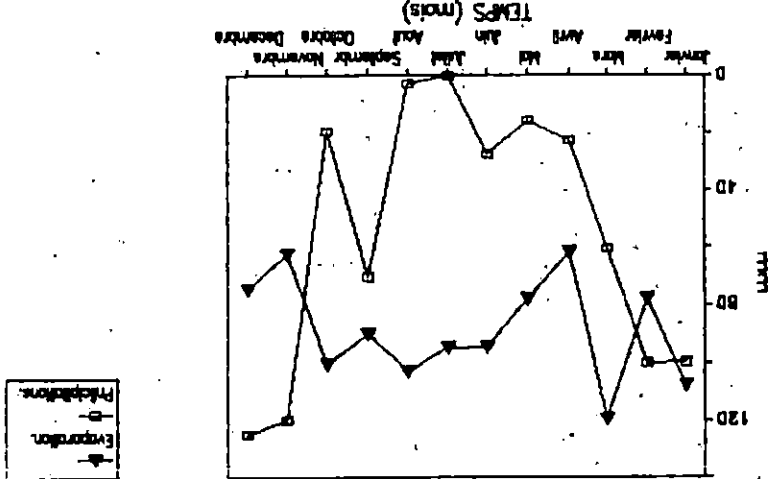


Figure 2: Evolution mensuelle de la précipitation et de l'évaporation au cours de l'année 1988



5- Hydrologie:

- La température :

La tranche d'eau supérieure est relativement homogène, sa température moyenne varie entre 12°C et 30 °C au cours, du cycle annuel (Anonyme, 1979).

La lentille d'eau inférieure, sursalée, se signale par une température supérieure de 0,5°C à 1°C à celle du corps d'eau supérieur (Guelorget et al., 1989).

Après l'aménagement du chenal, les températures relevées en surface varient entre 21,26 °C et 23,83 °C, celle du fond entre 21,18°C et 24,03°C (Bakalem et al., 1991).

- La salinité :

Elle est liée aux échanges lac-mer et aux précipitations; Semroud (1983), signale des valeurs de 25‰ durant les périodes pluvieuses et de 32‰ en été.

Après l'aménagement du chenal, la salinité de surface varie entre 28,51‰ et 29,26‰, celles du fond entre 28,51‰ et 30,26‰ (Bakalem et al., 1991).

- Le PH :

Le PH dans la tranche d'eau supérieure est de l'ordre de 8,2 en moyenne, tandis que dans la lentille d'eau inférieure sursalée, le PH peut s'abaisser jusqu'à 7,1 (Semroud, 1983).

Après l'aménagement du chenal, le PH évolue dans l'intervalle 7,64-7,85; indique un milieu légèrement alcalin (Bakalem et al., 1991).

- L'oxygène dissous :

Les eaux de surface et du corps d'eau supérieur ont des teneurs comprises entre 7 et 9ppm, la lentille d'eau inférieure est pratiquement anoxique (Guelorget et al., 1989).

Après l'aménagement du chenal, les teneurs en oxygène dissous, en surface varient entre 6,80mg/l et 9,90mg/l, au fond les variations sont entre 4,90mg/l et 12mg/l (Bakalem et al., 1991). Les variations des données physico-chimiques entre la surface et le fond ne sont importantes (Draredja, 1992).

6-Les peuplements benthiques :

Bakalem et al. (1979), notent un nombre important d'espèces (29) macrobenthiques , dont essentiellement deux Mollusques pélecypodes :

Brachydontes marioni et Loripés lacteus et le Crustacé Carcinus mediterraneus , largement répandu dans le lac .

Semroud (1983) , signale la présence du polychète Nainereis laevigata et des deux Amphipodes Corophium insidiosum et Microdeutopus gryllotalpa , le tout constituant plus de 90% de l'effectif total de la macrofaune du lac.

Sur l'ensemble de la lagune , la macrofaune benthique se compose d'espèces strictement paraliques comme les Crustacés Corophium insidiosum et Microdeutopus gryllotalpa , les polychètes Capitella capitata , Streblospio dekhuizeni ; les Mollusques Abra ovata ,

Brachydontes marioni et les larves de Chironomidés.

Cependant , dans les parties méridionales du bassin les peuplements sont dominés par Cerastoderma glaucum , Spharoma hookeri et Nainereis laevigata (Guelorget et al. , 1989).

Draredja(1992) , met en évidence deux biocénoses au niveau du lac : la biocénose des sables vaseux en mode calme (SVMC) et la biocénose lagunaire euryhaline et euryterme (LEE).

7. Intérêt écologique et économique :

Lagune côtière unique en Algérie , le lac Mellah est considéré depuis plusieurs années comme un site naturel .

D ' après Aïssi et al. (1979) et Aïssi et Siblot (1981) : les eaux du lac ne sont pas polluées.

Les teneurs en composés organochlorés trouvées au lac indiquent une faible pollution par ces composés , ce lac répond aux conditions d'une zone de référence (Chouakri , 1992).

En raison de l'absence de pollution anthropique au niveau du lac Mellah ; ce milieu pourrait être choisi comme zone de référence pour les lagunes méditerranéennes (Draredja , 1992).

La production halieutique du lac est constituée principalement de l'Anguille , Crevettes , Daurades, Loups , Mulets et Soles.

Le retrécissement du chenal aurait contribué , par ailleurs , à la chute significative de la production entre 1985 et 1989 (Draredja , 1992).

L'élevage des Moules et des Huîtres est pratiqué sur les tables de conchylicole.

Enfin , la production de la palourde Ruditapes decussatus envisagée actuellement sur les rives du lac , son exploitation a commencé en 1990 (Tableau : 1).

TABLEAU 1 : PRODUCTION HALIEUTIQUE ET CONCHYLICOLE DU LAC MELLAH (en tonnes)
 (DONNEES DE L'OFFICE NATIONAL DU DEVELOPPEMENT ET DE LA PRODUCTION AGRICOLE)

ESPECES	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1986	1987	1988	1989	1990	1991
ANGUILLES	25.200	.520	3.100	12.335	15.000	16.312	.000	.000	.000	.000	.000	.000
CREVETTES	.000	.000	.000	.000	.325	.000	.000	.000	.000	.204	.083	.625
DAURADES	.000	.050	.500	.095	.000	.000	.912	.000	.000	.000	1.839	.628
HUITRES	.000	.000	9.000	.000	.000	3.985	.000	3.309	.132	.105	.000	.000
LOUPS	1.080	.270	1.600	1.562	.000	2.063	2.388	5.553	7.915	10.915	2.269	3.822
MOULES	.000	.000	.000	.000	.000	.000	11.158	1.576	3.171	3.541	16.304	3.464
MULETS	20.000	22.000	22.600	12.081	.000	34.996	35.612	30.612	2.400	8.321	11.916	3.818
PALOURDES	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	5.899	11.534
SOLES	.140	.100	.070	.061	.000	.315	.421	.251	.158	.000	.656	9.332
TOTAL	46.420	22.940	36.870	26.134	15.325	57.671	50.491	41.301	13.776	23.086	39.966	32.223

II - Matériel et méthodes :

1-Travaux sur le terrain :

1-1 Localisation de la station :

La station est située dans la partie sud du lac à proximité de la berge (fig.5) ; la profondeur est inférieure à 20cm.

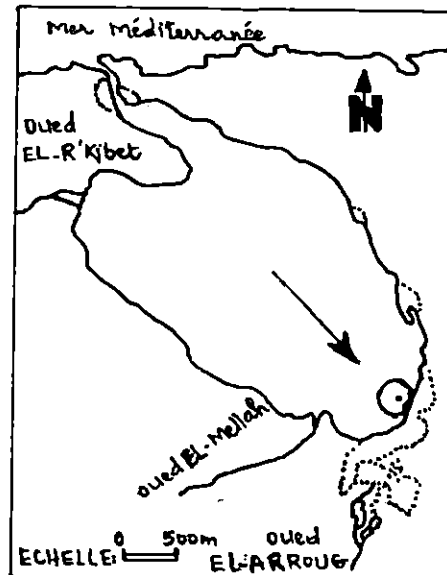


Figure 5 : Localisation de la station. (⊙)

1-2 Echantillonnage et surface prélevée :

1-2-1 Date de prélèvements :

Les prélèvements ont été réalisés pendant les 4 saisons de l'année :

- 19 Avril 1993.
- 11 Juillet 1993.
- 18 Octobre 1993.
- 24 Janvier 1994.

1-2-2 Le sédiment :

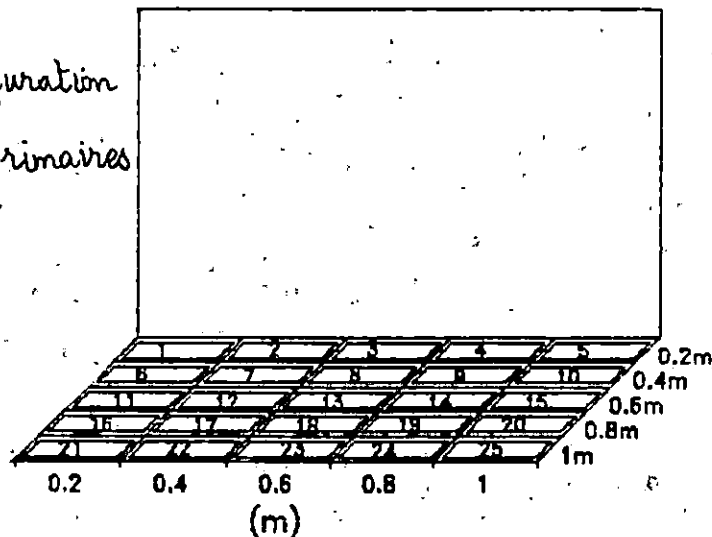
Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un cylindre en plastique transparent de 4,3 cm de diamètre intérieur qui fait office d'un carottier manuel, il est enfoncé dans le sédiment à une profondeur constante d'environ 15cm puis fermé à son extrémité supérieure par un bouchon.

1-2-3 Le macrobenthos :

La surface prélevée est de 1m^2 et a été divisé en 25 quadrats de telle façon que chaque carré ait une surface de $0,04\text{m}^2$.

Nous avons délimités une surface de 1m^2 par des plaques en fer blanc, on a prélevé manuellement toute la surface ainsi délimitée jusqu'à une profondeur de 20cm (fig.6).

Figure 6: Configuration
des 25 quadrats primaires
prélèvés.



Tamissage :

Le tamisage et la fixation sont effectués sur place, l'échantillon récolté est passé sur un tamis de maille 1mm de côté. Selon la classification de Vitiello et Dinét (1979), qui définissent le Macrobenthos : organismes retenus par une maille de 1×1 mm. le refus du tamis est fixé au formol 10%, puis mis dans des piluliers, chaque pilulier renferme une étiquette portant toutes les indications relatives à l'échantillon (numéro de quadrat primaire, date, lieu de prélèvement).

2 - Travaux au laboratoire :

2-1 Granulométrie :

La nature du substrat est un élément fondamental de la distribution des invertébrés benthiques, ceux-ci présentent en effet vis à vis du substrat une dépendance d'ordre mécanique et physico-chimique (Picard, 1965).

- Analyse granulométrique : (fig.7)

Chaque échantillon du sédiment a été traité avant l'analyse granulométrique de la manière suivante :

- Séchage d'une fraction du sédiment à l'étuve à 80°C pendant 24 heures.
- Lavage de 100 gr (P1) de sédiment à l'eau douce avec séparation de la fraction péltique de la fraction grossière à l'aide d'un tamis de 40 micromètres (μm).
- Séchage de la fraction grossière et la différence entre 100 grammes de sédiment et la fraction pesée (P2) nous donne le poids de péltites. Le taux de péltites est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de péltites} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

- Tamisage de la fraction grossière sèche (P2) sur une colonne vibrante pendant 15 mn constituée de haut en bas de tamis de maille de plus en plus fines : 1000-800-600-500-400-315-250-200-160-125-100-80-63-50-40 micromètres.
- Pesés des refus de chaque tamis à l'aide d'une balance de précision.

Le pourcentage du poids de chaque refus de tamis a été calculé et les résultats cumulés, en partant de la fraction grossière, ce qui permet de tracer les courbes granulométriques sur papier semi-logarithmique représentant la variation des pourcentages de l'échelle des calibres.

Cette représentation permet la définition d'un paramètre : Médiane, qui est la valeur de l'abscisse relative à l'ordonnée 50 % (et qui représente un facteur intéressant à considérer dans l'écologie des espèces benthiques).

Les résultats obtenus permettent aussi de définir :

- * le type de sédiment, à partir de la classification de Draredja (1992) (Tableau2).

Tableau 2 : Classification du sédiment (d'après Draredja , 1992).

Type du sédiment	Taille du sédiment
Gravier	fraction supérieure à 2 mm.
Sable grossier	fraction de 0,5 à 2 mm.
Sable moyen	fraction de 0,2 à 0,5 mm.
Sable fin	fraction de 0,04 à 0,2 mm.
Pélites	fraction inférieure à 0,04 mm.

*L' indice de classement (S_0) :

$$S_0 = \sqrt{[Q_3 / Q_1]}$$

La classification utilisée est celle proposé par Folk (1965):

$S_0 < 2 \Rightarrow$ Sédiment très bien classé.

$2 < S_0 \leq 2,6 \Rightarrow$ Sédiment bien à moyennement classé.

$S_0 > 2,6 \Rightarrow$ Sédiment mal à très mal classé.

*Le facteur d' hydrodynamisme (FH) :

$$FH = \frac{\phi_{95} - \phi_{75}}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})} - \frac{\phi_{75} - \phi_{25}}{2}$$

Les unités ϕ sont les logarithmes de base 2 de l' inverse des dimensions des particules en mm.

Tableau 3 : Echelle du FH proposé par Thomassin (1973) in Bokretaoui & Boutouili (1989).

LIMITE	TERMINOLOGIE
$FH > 2$	Hydrodynamisme très fort
$2 > FH \geq 1$	Hydrodynamisme fort
$1 > FH > 0,5$	Hydrodynamisme moyen
$FH \approx 0$	Hydrodynamisme faible
$FH \approx -1$	Hydrodynamisme très faible

- Détermination du taux des carbonates :

Le sédiment est pesé puis séché à l'étuve à 80°C, puis soumis à l'action de l'acide chlorhydrique (HCl) pendant 8 heures. ensuite, le résidu est rincé à l'eau puis séché à l'étuve pendant 24 heures à 80° et enfin il est pesé à nouveau. La différence entre les deux poids donne le poids des carbonates sédimentaires, ce qui est exprimé en pourcentage.

2-2 Macrobenthos (tri-conservation-détermination) :

Au laboratoire, le tri du refus du tamis consiste à recueillir les différents groupes zoologiques : Mollusques, Polychètes, Crustacés, etc... conservés dans des piluliers remplis de formol dilué à 10 %. La détermination des espèces se fait à l'aide de faunes et documents spécialisés et le dénombrement des individus de chaque espèce aux différents quadrats est noté.

3- Traitement des données :

3-1 Les caractéristiques analytiques :

Il est intéressant de connaître dans un peuplement ; l'importance et l'influence de chaque espèce sur les autres espèces du même peuplement.

On définit un certain nombre de paramètres :

3-1-1 L'abondance :

L'abondance est le nombre d'individus dans un prélèvement donné.

3-1-2 La densité

La densité est le nombre d'individus sur une surface donnée (dans cette étude l'abondance est égale à la densité (individus /m²)). les prélèvements ont été effectués sur 1 m².

3-1-3 La fréquence :

Le calcul de la fréquence d'une espèce dans un peuplement a pour but de connaître, si cette espèce est rare, constante, ou commune dans le milieu étudié.

$$Fa = (Pa / P) \times 100$$

Fa : Fréquence de l'espèce A.

Pa : Nombre de prélèvement dans lequel se trouve l'espèce A.

P : Nombre total de prélèvements effectués.

On adopte la classification de Bakalem (1979) :

- les espèces constantes (C) : $F_a \geq 75\%$.
- les espèces très communes (Tc) : $50\% \leq F_a \leq 74\%$.
- les espèces communes (Co) : $25\% \leq F_a \leq 49\%$.
- les espèces rares (R) : $F_a \leq 24\%$.

3-1-4 La dominance :

La dominance exprime l'importance d'une espèce dans un peuplement.

$$D_a = \frac{N_a}{N_a + N_b + \dots + N_n} \times 100$$

D_a = Dominance de l'espèce A.

$N_a + N_b + \dots + N_n$ = Nombre d'individus des espèces A, B,, N.

3-1-5 La moyenne :

La moyenne est le nombre d'individus d'une espèce dans un peuplement donné par rapport au nombre total des prélèvements effectués.

$$m_a = X_a / P$$

m_a : moyenne de l'espèce A.

X_a : Nombre d'individus de l'espèce A.

P : Nombre total de prélèvements effectués.

3-1-6 La variance :

On définit la variance d'un ensemble de données par le carré de l'écart type, c'est à dire par S^2 .

$$S^2_a = 2/(n-1)$$

S^2_a : variance de l'espèce A.

n : effectif total de l'espèce A.

3-2 Les caractéristiques généraux :

3-2-1 L'indice de SHANNON :

C'est un indice quantitatif et qualitatif, tenant compte de la dominance des différentes espèces dans chaque prélèvement, il est donné par la formule suivante :

$$I_s = - \sum_{i=1}^{i=s} \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

S : Nombre d'espèces récoltés dans le prélèvement.

n_i : Nombre d'individus de l'espèce i.

N : Nombre total d'individus présents dans le prélèvement.

I_s : Indice de SHANNON.

3-2-2 L'équitabilité :

L'équitabilité apporte un complément d'information sur les diversités spécifiques et confirme les résultats de l'indice de Shannon.

L'indice d'équitabilité varie de 0 à 1.

L'équitabilité prend des valeurs faibles lorsqu'une ou plusieurs espèces sont dominantes ; elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont sensiblement les mêmes effectifs. Il est donné par la formule de Pielou (1966) :

$$E = I_s / \text{Log}_2 S$$

E : Equitabilité.

I_s : Indice de SHANNON.

S : Nombre d'espèces dans le prélèvement.

3-2-3 Le coefficient de fisher (d) :

Le coefficient de fisher est sans doute le plus utilisé.

La variance d'une série d'énumérations d'individus comprenant outre la variabilité aléatoire, une variabilité intrinsèque à l'espèce (Reys, 1971).

$$d = S^2/m$$

d : Le coefficient de fisher.

S^2 : La variance.

m : La moyenne.

Si $d=1 \Rightarrow$ distribution au hasard.

Si $d < 1 \Rightarrow$ distribution régulière.

Si $d > 1 \Rightarrow$ distribution agrégative.

3-2-4 L'indice de dispersion de fisher (I) :

$$I = \frac{S^2}{m} (n-1)$$

I : Indice de dispersion de fisher.

S^2 : La variance .

m : La moyenne.

n : nombre total de prélèvements effectués.

Si $I = n-1 \Rightarrow$ distribution au hasard.

Si $I < n-1 \Rightarrow$ distribution régulière.

Si $I > n-1 \Rightarrow$ distribution agrégative.

3-2-5 Indice de Morisita :

Les valeurs de l'indice de Morisita calculés pour différentes surfaces donnent des indications intéressantes sur le mode de répartition des individus.

Cet indice n'est pas influencé par la moyenne (Reys , 1971).

$$I_s = n \frac{\sum (x^2) - \sum X}{(\sum x)^2 - \sum X}$$

I_s : Indice de dispersion de Morisita.

n : Nombre de prélèvements.

$\sum X$: Effectif total.

x : Effectif du prélèvement .

Si $I_s = 1 \Rightarrow$ distribution au hasard.

Si $I_s < 1 \Rightarrow$ distribution régulière.

Si $I_s > 1 \Rightarrow$ distribution agrégative.

III-RESULTATS & DISCUSSIONS :

1- Granulométrie :

TABLEAU 4 : Caractéristiques du sédiment au cours du cycle annuel.

Saison	Médiane (µm)	Mode (µm)	Taux de pélites (%)	Taux de carbonates (%)	Indice de classement	Nature du sédiment	Facteur hydro-dynamisme
Printemps 1993	240	250	1,66	1,13	1,095	Sable	0,79
Eté 1993	240	250	0,68	1,10	1,095	Sable	0,64
Automne 1993	245	315	1	1,73	1,107	Sable	1,03
Hiver 1994	230	250	1,5	0,80	1,072	Sable	0,51

1-1- La médiane : (fig.8)

La médiane permet de définir le type dimensionnel du sédiment , l' ensemble des saisons présente un fort taux de sable moyen ; dont la médiane est homogène et elle est comprise entre 230 et 245 µm.

1- 2- Le mode : (fig.12)

L' aspect unimodale de la majorité des histogrammes des fréquences granulométriques , relève l' existence d'un stock granulométrique homogène (250µm) pour les 3 saisons , tandis que , pour l'Automne 1993 c'est le stock de 315 µm qui domine.

1- 3 - Le taux des pélites : (fig .9)

La fraction péltique définie précédemment est présente pendant tout le cycle annuel , il varie de 1,66% en printemps 1993 à 0,68% en été 1993.

1-4- Le taux de carbonates : (fig.9)

Pour le taux de carbonates , on remarque qu' en Avril 1993 , il est de 1,13% , ensuite il se stabilise légèrement en juillet 1993 à 1,10%.
Puis , il augmente en Octobre 1993 à 1,73 % et enfin il diminue en Janvier 1994 à 0,8%.

1-5- L'indice de classement : (fig.10)

L'indice de classement est relativement homogène pour l' ensemble des 4 saisons étudiés , avec des valeurs qui varient entre 1,072 et 1,107 ; d'où un sédiment très bien classé.

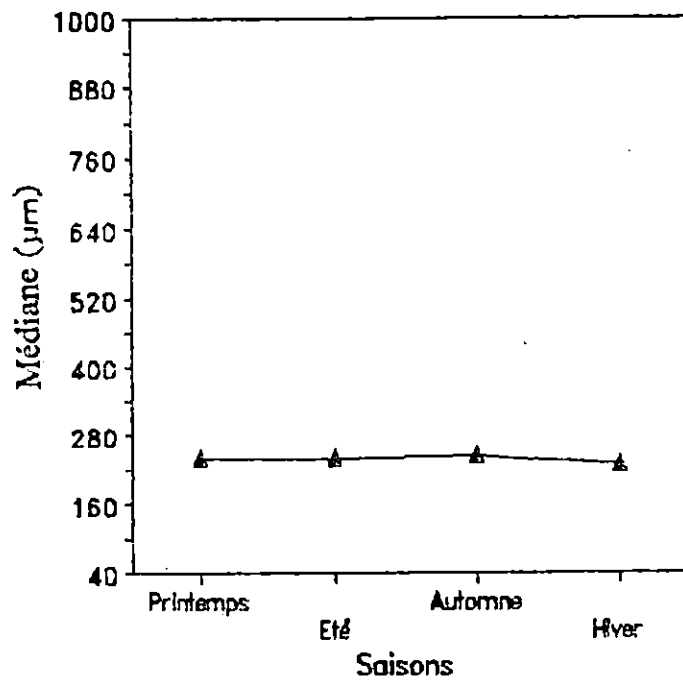


Figure 8 : Evolution saisonnière de la médiane.

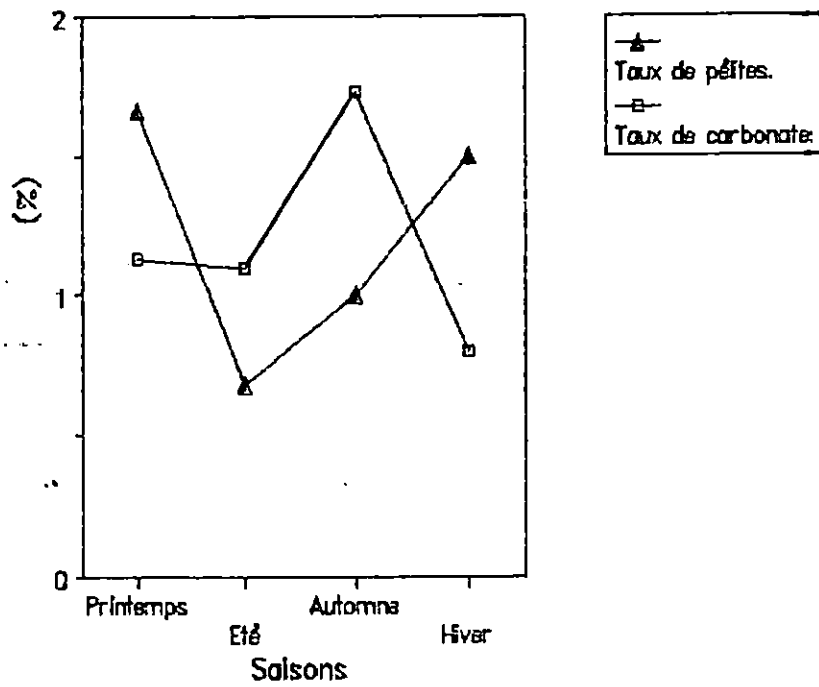


Figure 9 : Evolution saisonnière du taux des pétilles et du taux des carbonates.

1-6- Le facteur d'hydrodynamisme : (fig. 11)

Le facteur d'hydrodynamisme est lié à l'action hydrodynamique du milieu, les valeurs sont proches de 1, ce qui indique que l'action hydrodynamique est presque nulle et qui représente un hydrodynamisme moyen sur l'échelle d'estimation.

1-7- Comparaison avec les travaux antérieurs :

En comparant nos résultats avec ceux des travaux précédents (Tab. 5) :

On constate une faible évolution des paramètres granulométriques au niveau de la station étudiée, qui est caractérisée par un sable moyen propre bien classé avec de faibles concentrations en carbonates.

Cette similarité des résultats obtenus par les différents auteurs, indique une stabilité sédimentaire de la zone étudiée en raison de l'entraînement des particules fines sur le centre du lac comme l'indique Guelarget et al (1989).

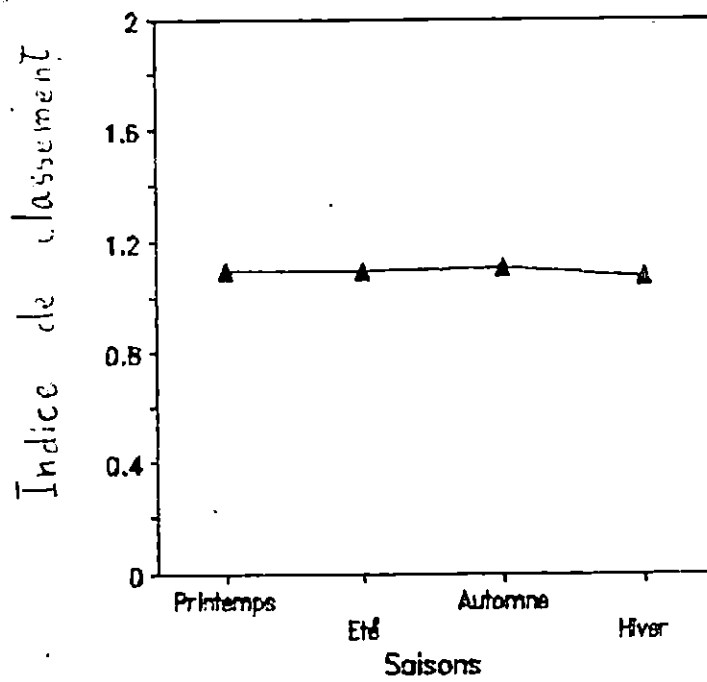


Figure 10 : Evolution saisonnière de l'indice de classement.

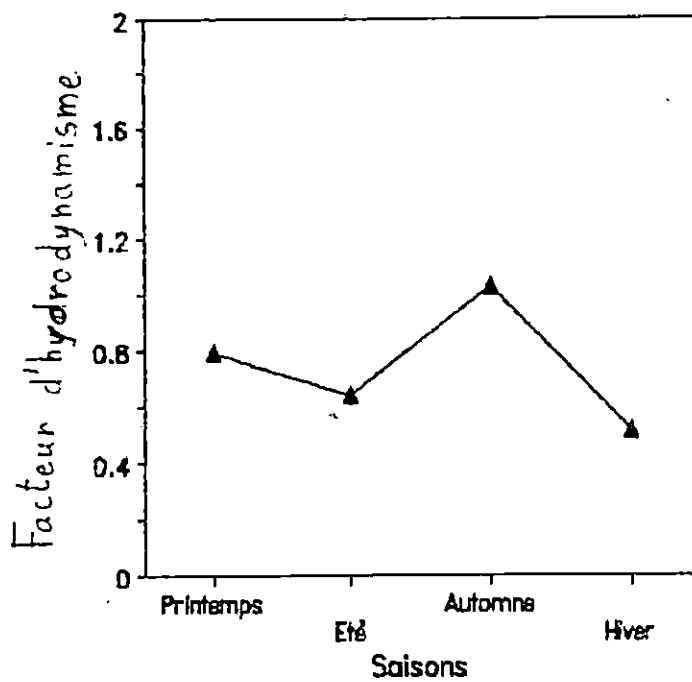


Figure 11: Evolution saisonnière du facteur d'hydrodynamisme.

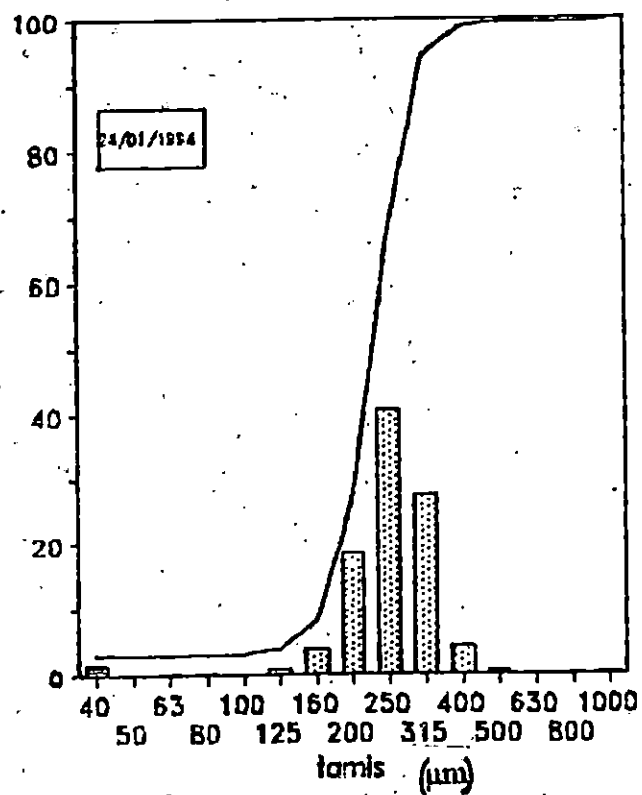
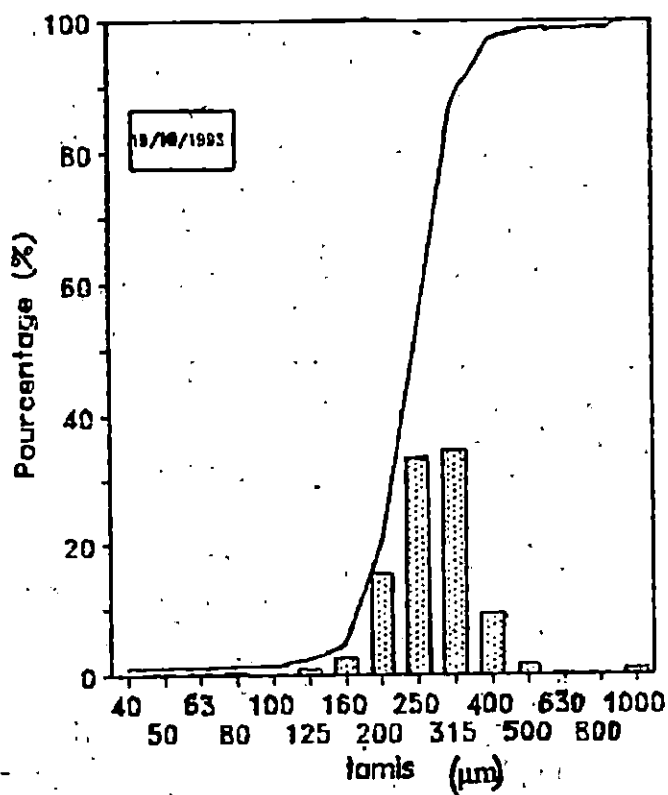
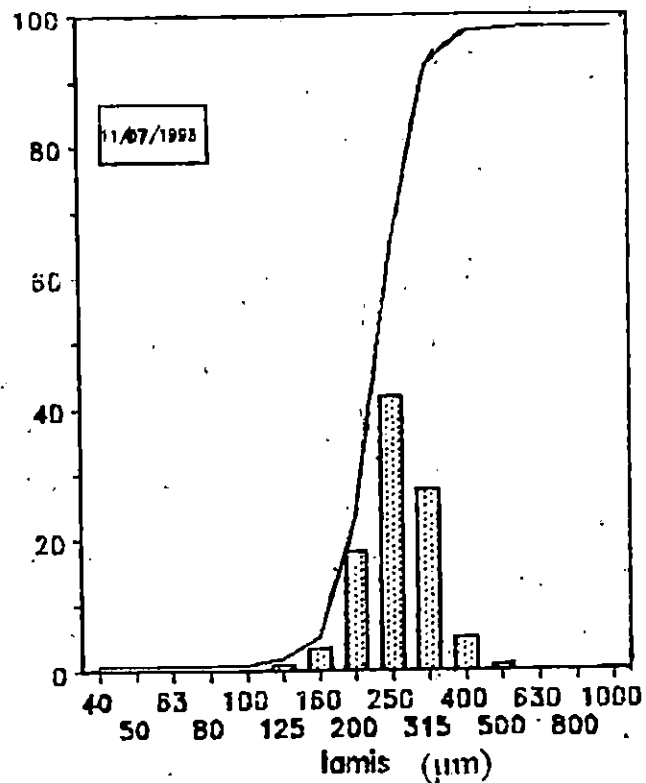
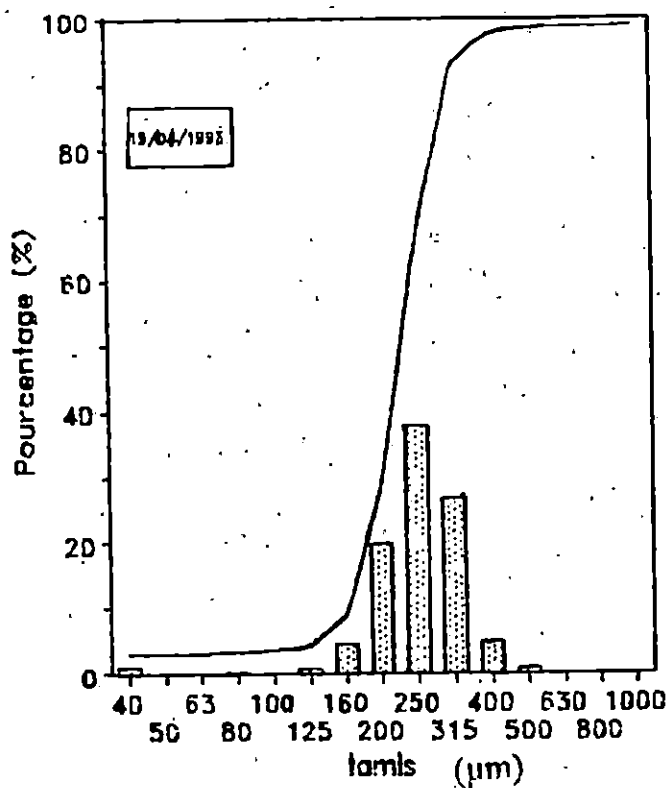


Figure 12 : Courbes granulométriques et histogrammes de fréquences des fractions sédimentaires aux différentes saisons.

TABEAU 5 : TABLEAU COMPARATIF DES RESULTATS AVEC LES TRAVAUX ANTERIEURS.

AUTEURS	TAUX DES PELITES (%)	SABLE (%)	TAUX DES CARBONATES (%)	MEDIANE (µm)	$\sqrt{[U3/U1]}$	MODE (µm)	FACTEUR D'HYDRODYNAMIQUE	DATE DE PRELEVEMENT	NUMERO DE LA STATION
MESSILI ET REBZANI-ZAHAF (1980)	1.58	96.64	\	230	\	\	\	\	1
	0.85	99.15	\	\	\	\	\	\	11
SEBROUD (1988)	3.35	96.64	\	\	\	\	\	Décembre 1979	1
GUELORGET et al. (1989)	\	\	≤ 5	\	\	\	\	\	\
DRAREDJA (1992)	9.84	90.16	0.24	240	1.28	\	\	AVRIL 1988	19
	8.96	91.04	14.11	240	1.17	\	\	AVRIL 1988	23
AOUAR ET OUDDA (ETUDE ^{présente})	1.66	\	1.13	240	1.095	250	0.79	AVRIL 1993	\
	0.68	\	1.10	240	1.095	250	0.64	Juillet 1993	\
	1.00	\	1.73	245	1.107	315	1.03	octobre 1993	\
	1.50	\	0.80	230	1.072	250	0.51	JANVIER 1994	\

2- Macrofaune benthique :

2-1- Evolution saisonnière de la macrofaune benthique :

2-1-1 Nombre d'espèces : (fig. 13)

Le recensement a permis de déterminer 5 groupes zoologiques : Mollusques, Crustacés, Polychètes, Cnidaires et Echinodermes.

Au total, 28 espèces ont été inventoriées au niveau du cycle annuel. Le printemps est la saison la plus riche qualitativement avec 20 espèces.

Puis on remarque une chute en période estivale (13 espèces), les raisons de cette fluctuation peuvent être dues aux changements saisonniers dans les conditions physico-chimiques (augmentation de la salinité et de la température et simultanément une diminution du taux d'oxygène dissous), ensuite en automne et en hiver on observe une augmentation graduelle du nombre d'espèces (15 et 18).

2-1-2- Densité : (fig. 13)

On remarque que la densité est liée au nombre d'espèces au cœur du cycle annuel étudié où elle varie entre 750 individus/m² en été et 3783 individus/m² au printemps.

Les variations des effectifs au niveau de la station étudiée sont régulières.

Les principales espèces du peuplement au cours du cycle annuel étudié se sont : Laripes lacteus (1496 ind/m²), Ruaitapes lecumatus (470 ind/m²) et Capitella capitata (427 ind./m²).

2-1-3- Diversité et équitabilité : (fig. 14)

La diversité et l'équitabilité sont relativement homogènes au cours du cycle annuel.

Les valeurs de ces deux descripteurs varient de 1,56 à 2,2 pour l'indice de SHANNON et de 0,31 à 0,51 pour l'équitabilité.

La période printanière possède la plus grande diversité en revanche, les autres saisons ont de faibles diversités à cause de la dominance nette de Laripes lacteus.

2-1-4- Groupe zoologique : (fig. 15)

Nous avons inventoriés 14 espèces de Mollusques, 6 espèces de Polychètes et 6 espèces de Crustacés, 1 espèce de Cnidaires et 1 espèce d'Echinoderme.

Pendant tout le cycle annuel le groupe des Mollusques a un nombre d'espèces nettement plus élevé que celui des Polychètes et des Crustacés. En janvier 1994, les Mollusques ont les plus fortes dominances (D=80,87%) ; alors que les dominances des Polychètes et des Crustacés sont respectivement de 11,84% et de 7,28%.

En avril 1993, les Crustacés sont les plus abondants, leur dominance est de 58,55% alors que celles des Mollusques et des Polychètes sont respectivement de 21,38% et de 19,37%. D'avril 1993 à Juillet de la même année, la dominance des Mollusques augmente rapidement (D=71,14%), alors que le nombre d'espèces est équivalent (7).

De juillet 1993 à Octobre 1993, la dominance des Mollusques et des Polychètes augmente respectivement à 80% et 14,67%, cela résulte d'une diminution de la dominance des Crustacés à 5,33%.

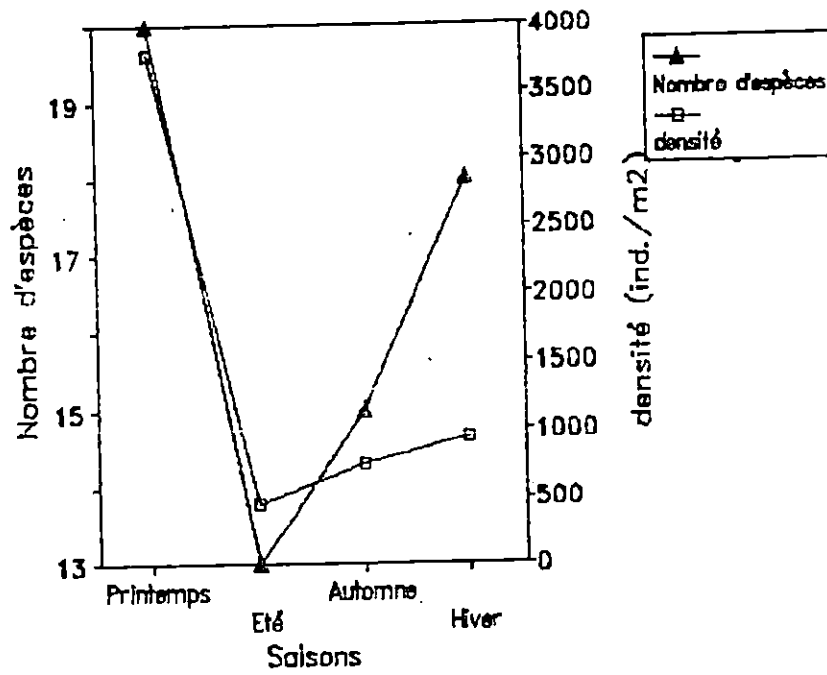


Figure 13: Evolution saisonnière du nombre d'espèces et de la densité.

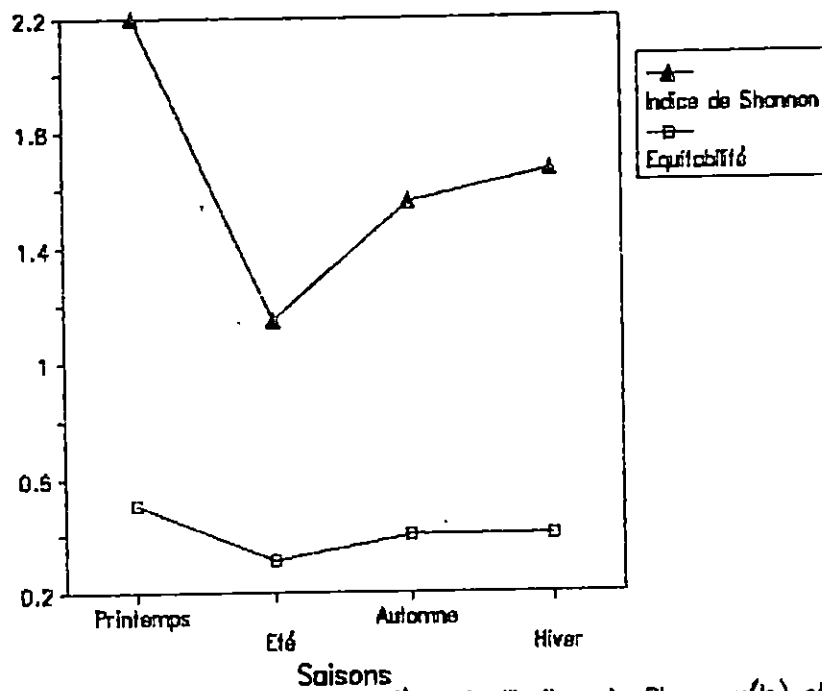


Figure 14: Evolution saisonnière de l'indice de Shannon (Is) et de l'équitabilité.

Le groupe des Polychètes est représenté par peu d'espèces : de 3 à 5 espèces. Sur le plan qualitatif, le nombre d'espèces varie peu, sauf au printemps où il est le plus élevé (5). Sur le plan quantitatif, les Polychètes restent peu abondantes pendant tout le cycle annuel, sauf au Printemps avec 733 ind./m², ce qui pourrait correspondre à une période de recrutement des juvéniles de Polychètes.

Le groupe des Mollusques, tant sur le plan qualitatif que quantitatif est le plus important du peuplement de la station étudiée d'avril 1993 à janvier 1994.

Le nombre d'espèces et la densité suivent une même évolution tandis que les dominances sont soumises à des antagonismes très prononcés entre espèces.

2-1-5- Groupe écologique : (fig.16)

Les groupes écologiques les plus importants sur le plan qualitatif sont les groupes des espèces sans signification écologique précisé (Sspr) (12 espèces), les biocénoses lagunaires euryhaline et eurytherme (LEE) (8 espèces), les biocénoses des sables vaseux en mode calme (SVMC) (4 espèces), le groupe des espèces indicatrices de la dégradation de la matière organique (I.m.o) (2 espèces), le groupe des espèces indicatrices de dessalure (I. DESS) (1 espèce) et enfin le groupe des espèces des sables fins à haut niveau (SFHN) (1 espèce).

Sur le plan quantitatif, le stock de la biocénose des sables lagunaires euryhaline et eurytherme (LEE) domine le peuplement en printemps (D=34,22%). Il diminue en été et jusqu'en automne (D=8,67%) et puis de nouveau, il augmente en hiver (D=14,59%).

Le stock de la biocénose des sables vaseux superficiels en mode calme (SVMC) a une dominance de 30,53% en période printanière et à partir de la période estivale, il domine tout le peuplement jusqu'en période hivernale.

Le stock des espèces indicatrices de la dégradation de la matière organique est important en printemps (D=21,70%).

On constate que le peuplement de la station étudiée est très nettement dominé par le stock de la biocénose des sables vaseux superficiels en mode calme (SVMC), particulièrement en été, automne et l'hiver. Le stock de la biocénose lagunaire euryhaline et eurytherme (LEE) ne domine qu'en printemps seulement.

2-1-6- Espèces principales : (fig. 17,18 et 19)

Nous avons retenu toutes les espèces dont la fréquence est égale à 100%.

Ce sont : Loripes lacteus, Cerastoderma glaucum, Ruditapes decussatus, Cyclope nerireia, Hinia reticulata, Capitella capitata, Heteromastus filiformis, Cyathura carinata, Eurydice affinis.

Sur le plan quantitatif l'effectif des espèces principales le plus important est celui enregistré en printemps (1478 ind./m²) par contre on observe une nette diminution en été (493 ind./m²) tandis que pour les deux autres saisons la densité des espèces principales est de 728 ind./m² pour l'automne et de 875 ind./m² pour l'hiver.

Donc le peuplement de la station étudiée subit des fluctuations très importantes sur le plan quantitatif, une relation avec la dynamique propre de chaque espèce (recrutement, migration, mortalité etc...).

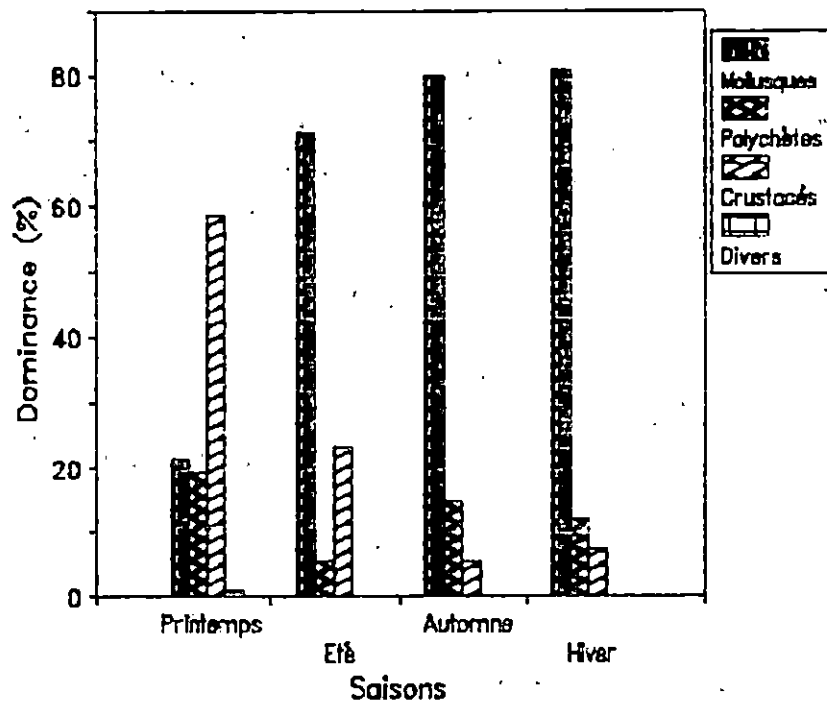


Figure 15 : Evolution saisonnière de la dominance des groupes zoologiques.

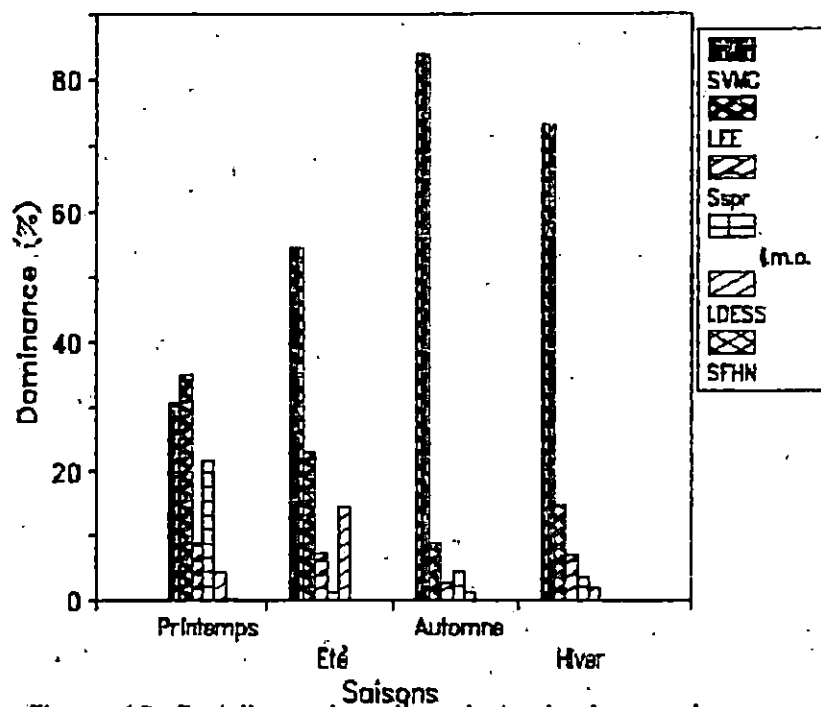


Figure 16: Evolution saisonnière de la dominance des groupes écologiques.

Légende :

- SVMC = Biocénose des sables vaseux superficiels en mode calme.
- LEE = Biocénose eurynaline et euritherme.
- Sspr = Espèces sans signification écologique précise.
- I.m.o = Espèces indicatrices de la matière organique.
- I.DESS = Espèces indicatrices de dessalure.
- SFHN = Espèces des sables fins à haut niveau.

- Loripès lacteus : Espèce caractéristique exclusive de la bicénose des sables vaseux en mode calme (SVMC).
Elle présente les densités les plus importantes rencontrées au cours du cycle d'étude, soit des densités comprises entre 193 ind./m² en Eté et 480 ind./m² en Hiver.
L'évolution saisonnière des densités, indique de fortes densités en Printemps et en Hiver, une chute des densités, en période estivale puis une augmentation en Automne.
- Cerastoderma glaucum : Espèce caractéristique exclusive des peuplements lagunaire euryhaline et eurytherme(LEE).
Elle présente des densités relativement basses qui varient de 79 ind./m² en Printemps à 13 ind./m² en Eté.
L'évolution saisonnière de la densité de cette espèce, se traduit par des densités élevées en Printemps et en Hiver, une chute des densités en périodes estivale puis une légère augmentation en Automne.
- Ruditapes decussatus : Espèce caractéristique exclusive de la bicénose des sables vaseux en mode calme(SVMC).
Elle présente des densités moyennes. L'évolution saisonnière de la densité, indique des densités élevées en Automne (203 ind./m²) et en Hiver (136 ind./m²), une diminution des densités en Printemps (85 ind./m²) et Eté (46 ind./m²).
- Cyclope neritea : Espèce indicatrice de dessalure (I.DESS).
Elle présente des densités relativement basses, sa densité varie de 8 ind./m² en Automne à 157 ind./m² en Printemps.
L'évolution saisonnière de sa densité se distingue par une densité élevée en Printemps, une diminution remarquable en Eté et en Automne puis une légère augmentation en Hiver.
- Hinia reticulata : Espèce caractéristique exclusive des peuplements lagunaire euryhaline et eurytherme (LEE).
Elle présente des densités très basses ; soit des densités comprises entre 3 ind./m² en Eté et en Hiver et 6 ind./m² en Printemps.
- Capitella capitata : Espèce indicatrice de la dégradation de la matière organique (I.m.o.).
L'évolution saisonnière des densités, indique une densité très élevée en Printemps (358 ind./m²), une chute sévère en période estivale (5 ind./m²) puis une légère augmentation en Automne (31 ind./m²) et en Hiver (33 ind./m²).
- Heteromastus filiformis : Espèce caractéristique exclusive des peuplements des sables vaseux en mode calme (SVMC).
Comme l'espèce précédente, sa densité se traduit par une valeur élevée en printemps (149 ind./m²) une chute brutale en Eté (8 ind./m²) ensuite une augmentation en Automne (78 ind./m²) et en Hiver (75 ind./m²).
- Cyathura carinata : Espèce caractéristique exclusive des peuplements lagunaire euryhaline et eurytherme (LEE).
Elle présente des densités basses, sa densité varie de 37 ind./m² en Automne à 74 ind./m² en Eté. L'évolution saisonnière des densités ; indique des densités élevées en Eté et en Hiver, une diminution des densités en Printemps et en Automne.
- Eurydice affinis : Espèce sans signification écologique précise (Sspr).
L'évolution saisonnière des densités, se distingue par une densité élevée en Printemps (120 ind./m²), une chute sévère pour les autres saisons de l'année (Eté (28 ind./m²); Automne (2 ind./m²); Hiver (1 ind./m²)).

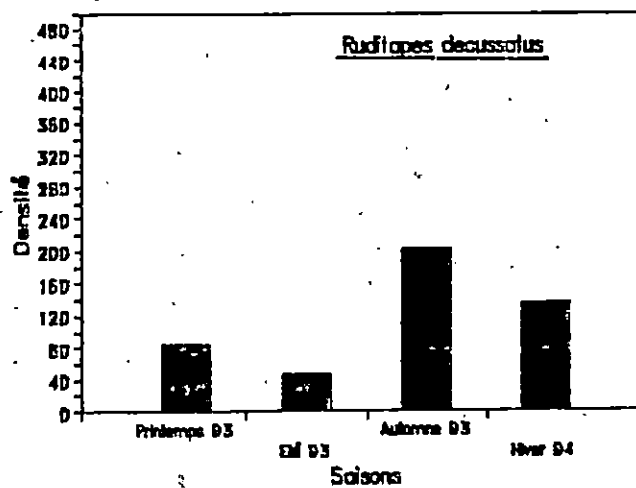
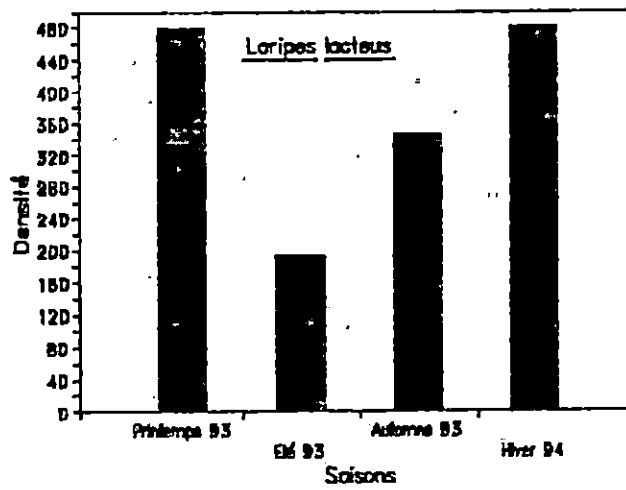
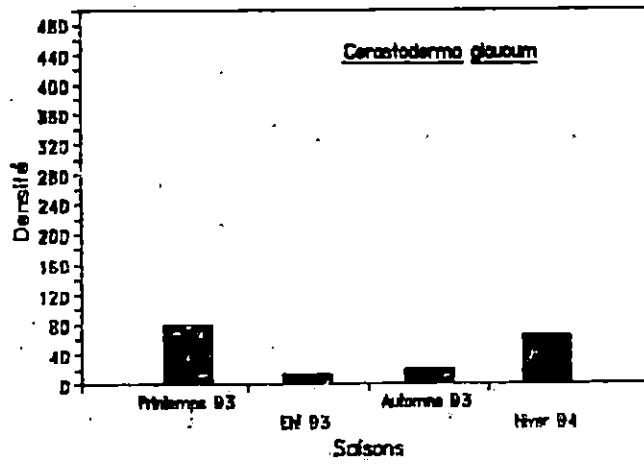
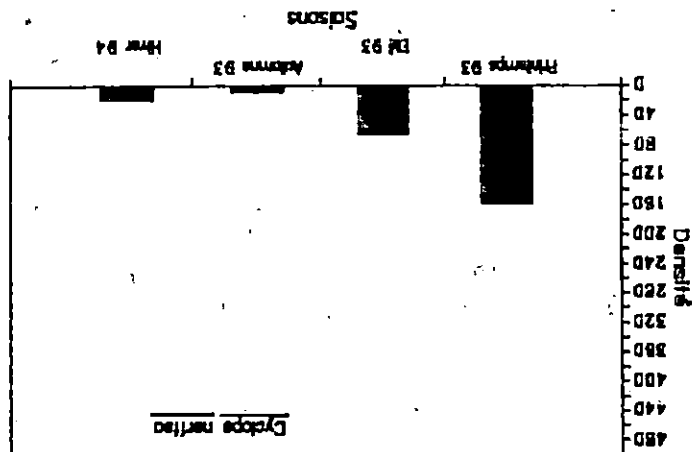
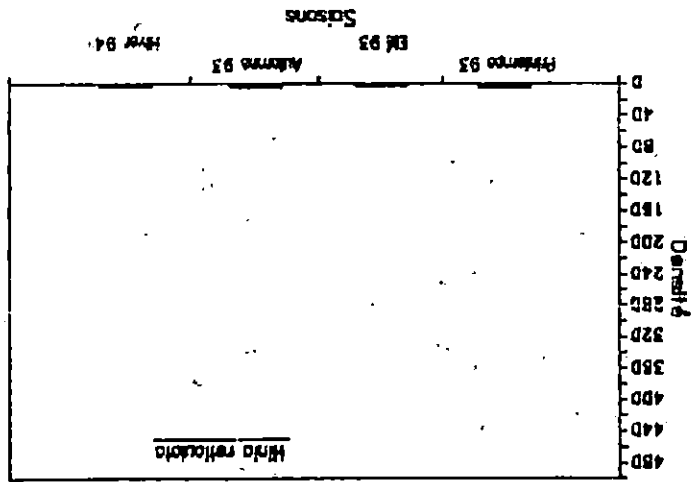
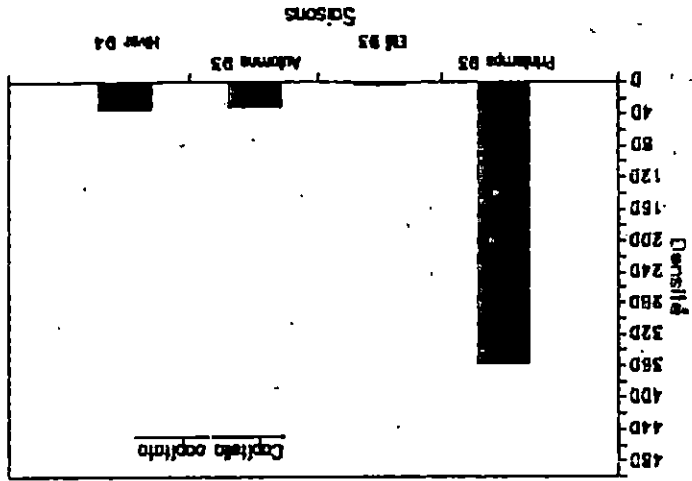


Figure 17: Evolution saisonnière des densités des principales espèces.

Figure 18: Evolution saisonniere des densites des principales especes.



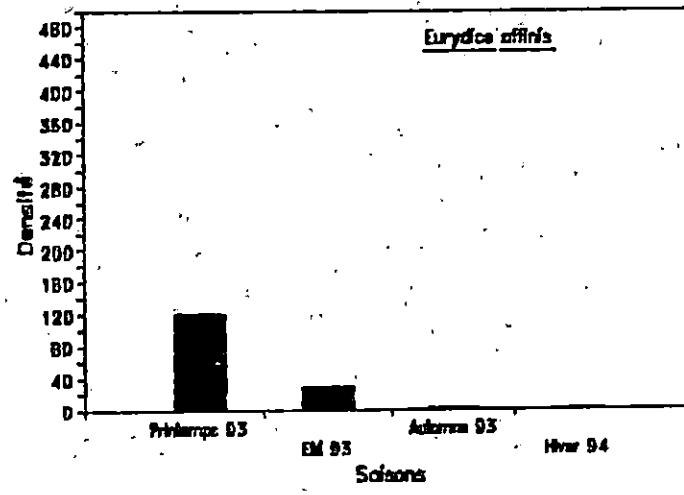
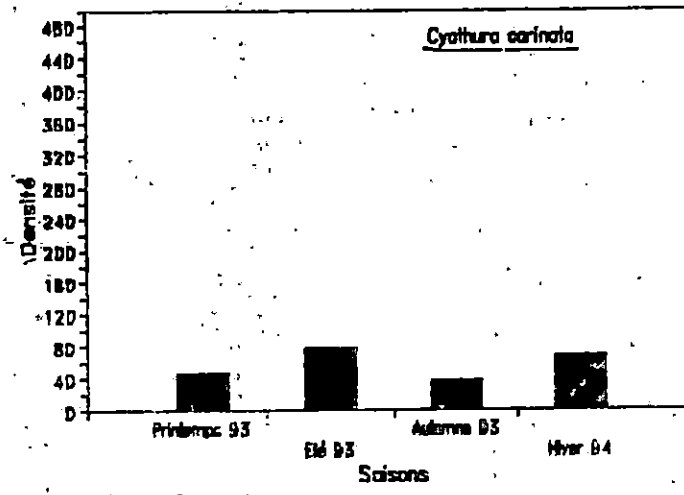
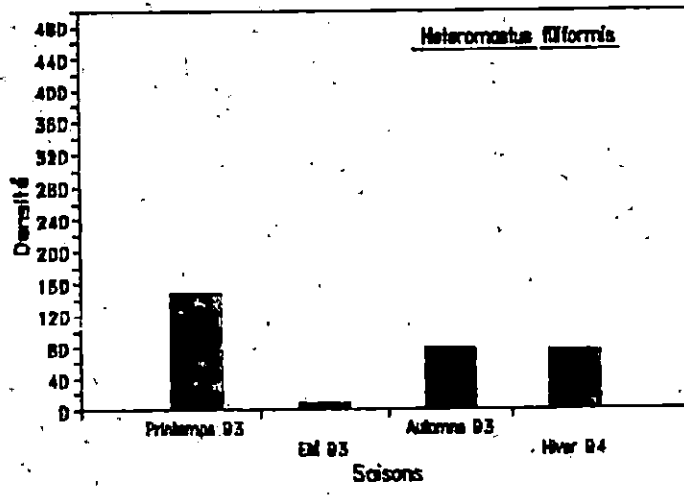


Figure 19: Evolution saisonnière des densités des principales espèces.

-Globalement Loripes lacteus, la densité la plus importante est rencontrée en Printemps et en Hiver. Elle représente 1,4 fois celle de L'Automne et 2,5 fois celle de l'Eté.

Pour ce qui est de Ruditapes decussatus, la densité la plus importante est enregistrée en Automne où elle représente 1,5 fois celle de l'Hiver et 2,4 fois celle du Printemps et enfin 4,4 fois celle de l'Eté.

-Pendant les 4 saisons qui font l'objet de notre étude, Loripes lacteus est beaucoup plus importante en densité que les autres espèces. En Hiver, Loripes lacteus y représente 14,5 fois Capitella capitata; 6,4 fois Heteromastus filiformis et 3,5 fois Ruditapes decussatus.

Même en Printemps où Capitella capitata est la mieux représentée, Loripes lacteus est l'espèce dominante, sa densité est 1,3 fois plus importante que celle de la première espèce. Enfin, en Eté où la densité est la plus faible, Loripes lacteus représente 38,6 fois Capitella capitata; 24,1 fois Heteromastus filiformis et 4,2 fois Ruditapes decussatus.

2-1-7 Etude comparative : (Tableau 6 et 7)

Les travaux de Messili et Rebzani-Zahaf (1980), Semroud (1983) et Guelorget et al. (1989) mettent en évidence la dominance de Brachydontes marioni et Loripes lacteus, et une richesse spécifique globale comprise entre 1 et 20 espèces. Il est à signaler que ces travaux ont été réalisés avant l'aménagement du chenal.

D'après Draredja (1992), cette partie sud du lac est située assez loin des influences marines et dans une zone d'apport en eau douce (oued El-Mellah et oued El-Arroug) où Hydrobia cf. acuta et Loripes lacteus, espèces caractéristiques des milieux sous influence continentale, elles représentent environ 86% du stock malacologique de la faune.

En comparant nos résultats à ces études antérieures, on distingue les quelques variations dont les espèces caractéristiques sort sans doute liées aux grandes quantités d'eau de mer qui y pénètre dans le lac après l'aménagement du chenal, c'est à dire qu'on assiste à la marinisation des eaux du lac Mellah.

TABLEAU 6 : COMPARAISON DES RESULTATS AVEC LES TRAVAUX ANTERIEURS.

AUTEURS	DATE DE PRELEVEMENTS	NUMERO DE LA STATION	ENGIN DE PRELEVEMENTS	INDICE DE SHANNON	EQUITABILITE	DENSITE (IND/M ²)	OMBRE D'ESPECES
MESSILI ET REBZANI-ZAHAF (1980)	DECEMBRE 1979	1	BENNE DE TYPE ORANGE PEEL	1.820	/	6020	20
SEMROUD (1988)	DECEMBRE 1979	1	BENNE DE TYPE ORANGE PEEL	1.800	/	3009	20
	MARS 1980			1.800	/	651	15
	SEPTEMBRE 1980			2.000	/	8	1
	NOVEMBRE 1980			2.500	/	135	12
DRAREDJA (1992)	AVRIL 1980	20	BENNE VAN-VEEN	2.550	0.65	2203	15
ADJAR ET OUADDA (ETUDE EN COURS)	AVRIL 1993	/	SYSTEMES DES QUADRATS	2.200	0.510	3783	20
	JUILLET 1993	/		1.150	0.310	454	13
	OCTOBRE 1993	/		1.560	0.390	750	15
	JANVIER 1994	/		1.670	0.400	946	18

TABLEAU 7 : Comparaison des résultats avec les travaux antérieurs.

Numéro de la station	Date de prélèvement	Dominance (%)	SVMC	LEE	I.m.o.	Sspr	SFHN	I.DESS
		Auteurs						
1	Décembre 1979	Messili et Rebzani-Zahaf 1980	11,93	59,08	\	28,97	\	\
1	Décembre 1979	Semroud (1983)	12	59	0	29	0	\
	Mars 1980		37	18	0	45	0	\
	Juin 1980		65	28	0	7	0	\
	Septembre 1980		0	100	0	0	0	\
	Novembre 1980		52	6	0	41	1	\
20	Avril 1988	Draredja (1992)	58,91	25,46	0,62	\	\	\
\	Avril 1993	Aouar et Ouadda (Etude en cours)	30,53	34,92	21,70	8,67	0,026	4,15
	Juillet 1993		54,40	22,91	1,10	7,27	0	14,32
	Octobre 1993		83,60	8,67	4,13	2,53	0	1,07
	Janvier 1994		73,26	14,59	3,49	6,87	0	1,80

2-2- Microrépartition :

Au sein de l'espace à deux dimensions occupés d'un peuplement, la répartition des individus qui la constituent peut se conformer à trois types fondamentaux : aléatoire, régulier, agrégatif. Les distributions agrégatives sont les plus communes dans la nature, mais les deux autres types ont parfois été mis en évidence. Les phénomènes générateurs de ces diverses modalités de répartition sont d'ordre physique et/ou biologique, et peuvent être identifiés à ceux qui contrôlent l'abondance des organismes et leur comportement individuel (Bachelet, 1987). Ainsi, une répartition en agrégats est le plus souvent liée à l'hétérogénéité de l'habitat (Dexter, 1971 ; Reys, 1972 ; Cattaneo et al., 1982 in Bachelet, 1987), mais peut être également due à une forme de commensalisme (Franz (1973), in Bachelet (1987)). Une répartition régulière, parfois mise en évidence chez les invertébrés benthiques de substrat meuble (Holme, 1950 ; Reise, 1979b ; Levin, 1981 ; Anderson et Kendziorek, 1982 in Bachelet, 1987), est à mettre en relation avec des interactions interindividuelles négatives, telles que territorialité ou comportement d'évitement.

Les phénomènes de distributions spatiales sont très complexes par le fait qu'il existe généralement des agrégats primaires de surfaces variables, eux-mêmes regroupés en agrégats secondaires de taille plus importantes, la répartition des individus à l'intérieur de ces différents agrégats pouvant à son tour, être du type régulier ou aléatoire.

L'affirmation d'une répartition aléatoire ou régulière des individus au sein d'une population apparaît sans réel fondement écologique, les lois de la nature étant rarement de ce type (Reise, 1979a in Bachelet, 1987).

Si une répartition aléatoire est mise en évidence, on peut simplement conclure que le hasard entre jeu à l'échelle de l'observation, mais que le résultat pourrait être infirmé avec une autre méthodologie d'échantillonnage. Ainsi plus la densité chute et plus la répartition tend à devenir aléatoire.

Par ailleurs, l'une des finalités essentielles de l'étude du mode de répartition spatiale des individus d'une population est de rechercher la meilleure qualité possible de l'échantillonnage en déterminant le nombre et la surface des prélèvements quantitatifs (densités, partition de la population en classe d'âge ou de taille, sex-ratio) (Bachelet, 1987).

Dans ce travail sur la distribution spatiale du macrobenthos, nous avons choisi d'étudier les phénomènes à une faible échelle dimensionnelle, choix dicté par l'importance numérique du macrobenthos.

2-2-1 Microrépartition de la macrofaune : (fig.20)

Les densités les plus élevées on les retrouve dans le quadrat printanier avec un maximum (430 individus) au niveau du quadrat primaire 6 ; par contre la valeur minimale (61 individus) on la rencontre au quadrat primaire 25.

Tandis que les trois autres quadrats saisonniers [les valeurs varient de 74 individus (quadrat primaire 3 du quadrat d'hiver 1994) à 10 individus (quadrats primaires 18 et 23 du quadrat d'été ; chose qui est due à l'absence de plusieurs espèces)].

La microrépartition de la macrofaune est du type régulière au niveau des 3 quadrats saisonniers par contre le quadrat printanier présente une distribution contagieuse.

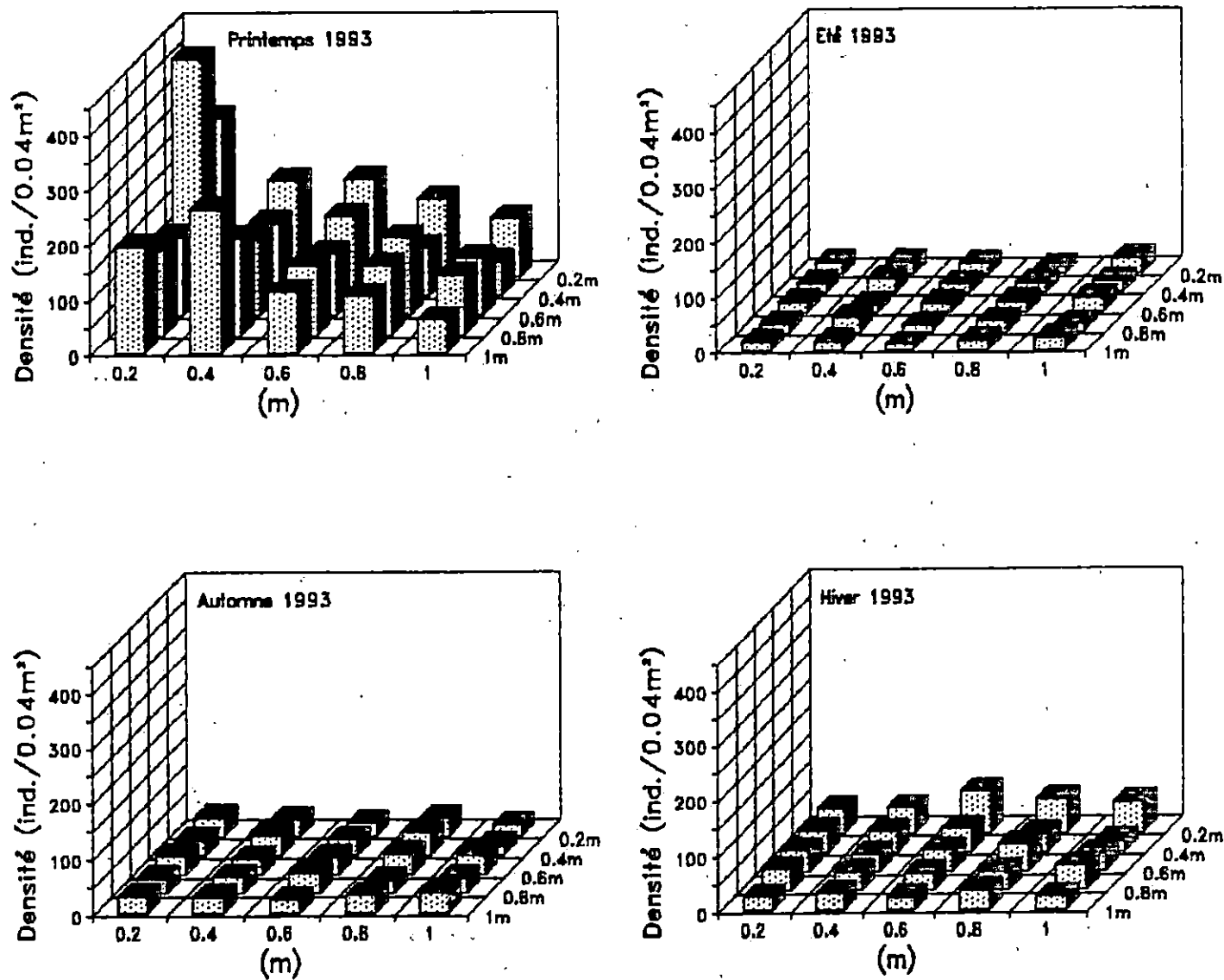


Figure 20 : Microrépartition saisonnière de la macrofaune au niveau d'un m².

2-2-2- Microrépartition des principales espèces :

Les configurations spatiales obtenues dans les quadrats de 1m² ont été représentées pour toutes les espèces principales (fig.21 à fig.29).

-Cerastoderma glaucum : (fig.21)

Espèce avec des densités élevées en Avril 1993 et Janvier 1994 (d= 79 et 64 individus par m²). le quadrat printanier présente un maximum de 7 individus (quadrats primaires 5 et 21) et on remarque l'absence de cette espèce dans les quadrats primaires 11 et 12, le quadrat estival présente 14 quadrats primaires vides.

Il est à signaler la distribution régulière au niveau des 4 quadrats saisonniers.

-Loripes lacteus : (fig.22)

Cette espèce représente de fortes densités pendant le cycle annuel étudié, elle est représentée dans la totalité des quadrats primaires, la densité maximale est de 45 individus / 0,04m² en période hivernale (quadrat primaire 3) tandis que la densité minimale se présente dans le quadrat d'été 1993 (d= 1 individu / 0,04m², quadrat primaire 12).

On remarque que le cinquième quadrat d'été 1993 a des densités les plus faibles sauf pour le cinquième quadrat primaire (d= 14 individus / 0,04 m²); cette espèce est numériquement dominante du peuplement.

L'ensemble des individus de cette espèce était réparti selon le mode régulier pendant le cycle annuel étudié.

-Ruditapes decussatus : (fig.23)

La valeur maximale est enregistrée dans le quadrat d'Octobre 1993 et Janvier 1994 (d= 14 individus / 0,04m²; quadrats primaires 21 et 20) par contre en Avril 1993 (q =4 et 23) et (q= 8,14 et 20) pour Juillet 1993 on observe l'absence de l'espèce.

La répartition était du type régulière pour les quadrats saisonniers.

-Cyclope neritea : (fig.24)

Pour cette espèce on décèle la valeur maximale en Avril 1993 au niveau du quadrat primaire 3 (d=13 individus) tandis qu'en Octobre 1993 on remarque l'absence de l'espèce dans la plupart des quadrats primaires. On signale une distribution régulière dans les quadrats d'Avril et Juillet 1993. Par contre au niveau de quadrats d'Octobre 1993 et Janvier 1994 on observe une distribution au hasard.

-Hinia reticulata : (fig.25)

L'espèce présente des densités très faibles. La valeur maximale est enregistrée au quadrat primaire 14 (Octobre 1993), 2 individus. Dans les quadrats saisonniers, elle présente une répartition aléatoire.

-Capitella capitata : (fig.26)

Le quadrat le mieux représenté est celui du printemps avec un maximum de 54 individus / 0,04m² (quadrat primaire 1) par contre aux autres saisons on observe l'absence de cette espèce dans le quadrat primaire 1.

On observe au niveau des quadrats primaires (2, 3, 10 et 16) du quadrat printanier 1993 une répartition en un mode régulier. Enfin, on observe au niveau des 4 quadrats saisonniers une distribution régulière.

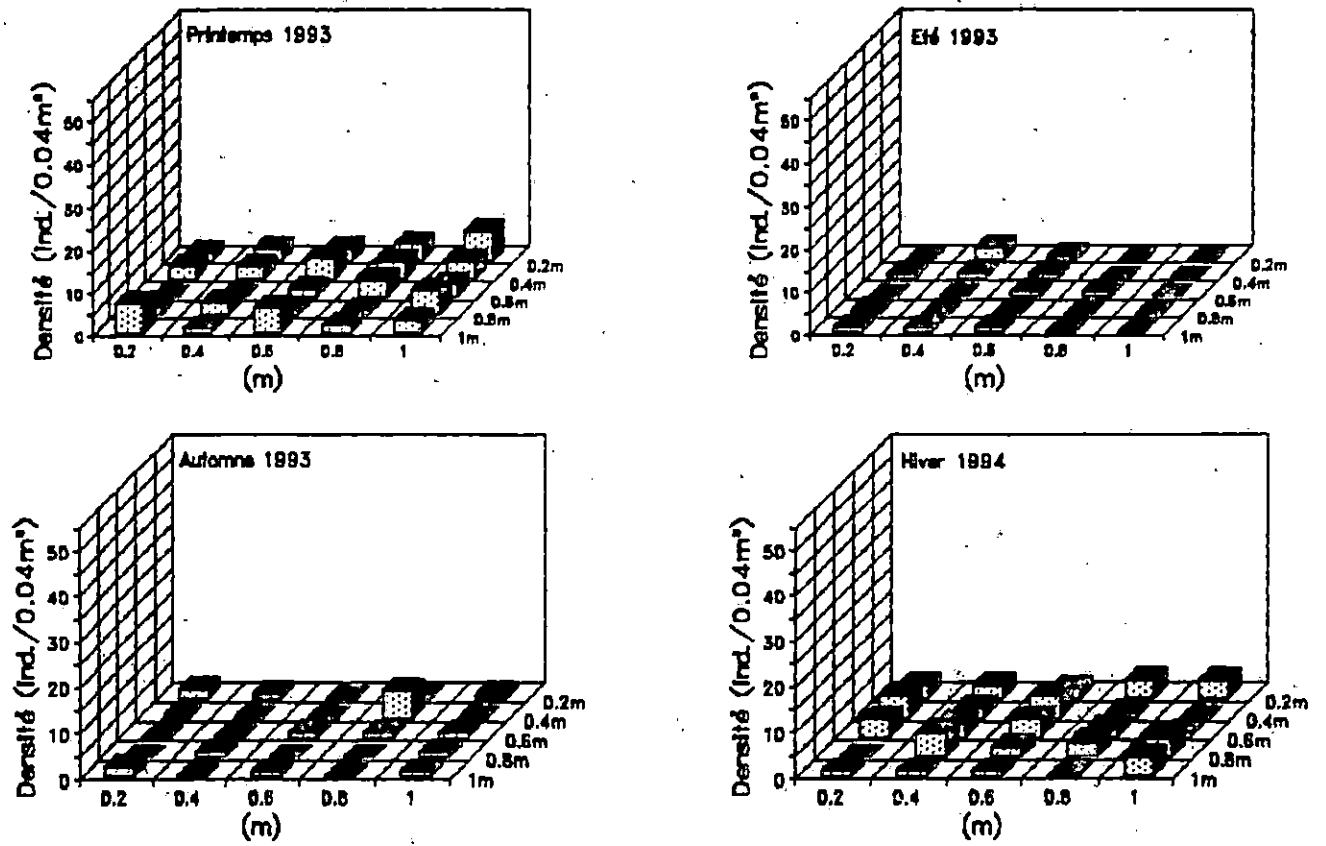


Figure 21 : Microrépartition saisonnière de *Cerastoderma glaucum* au niveau d'un m².

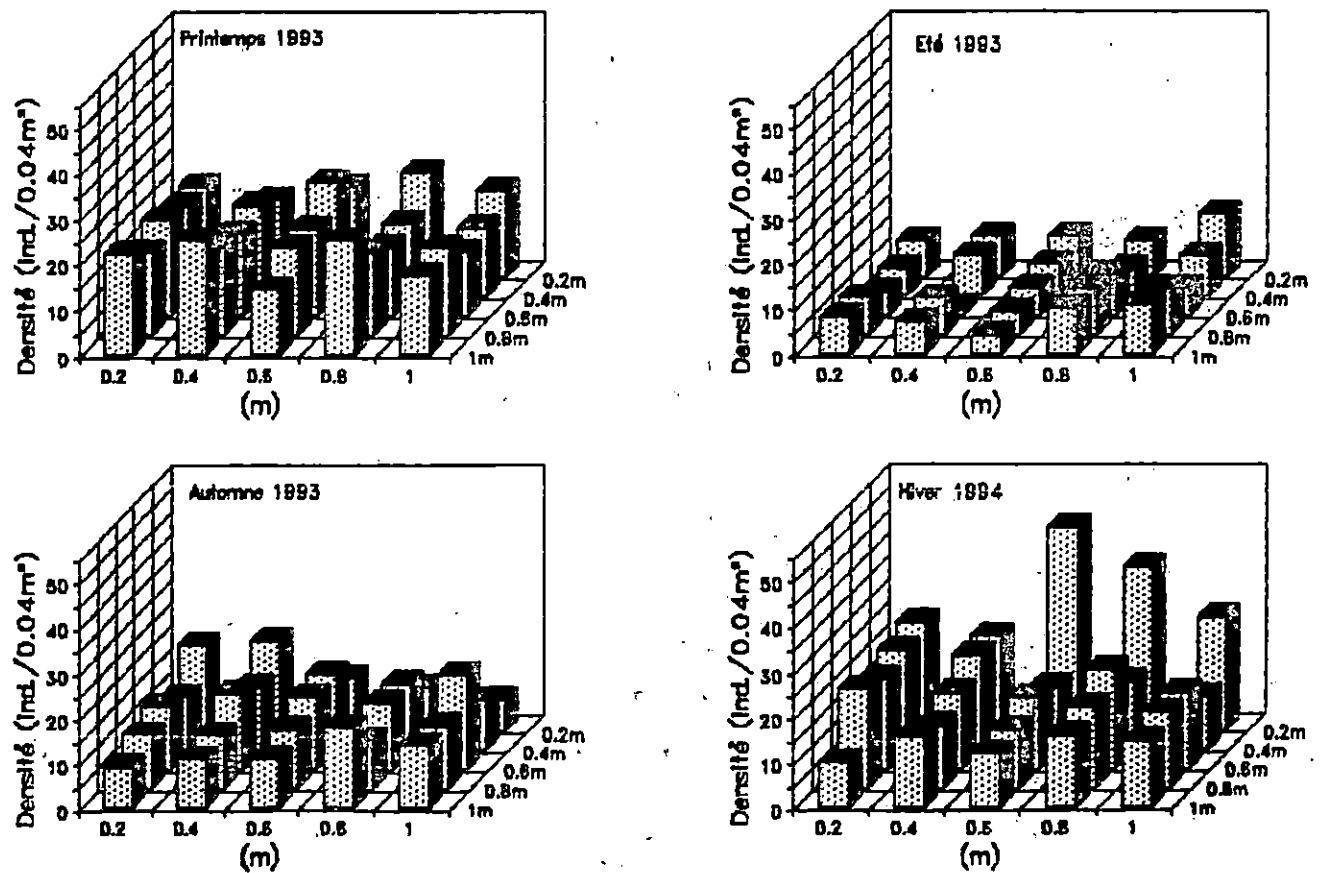


Figure 22 : Microrépartition saisonnière de *Loripes lacteus* au niveau d'un m².

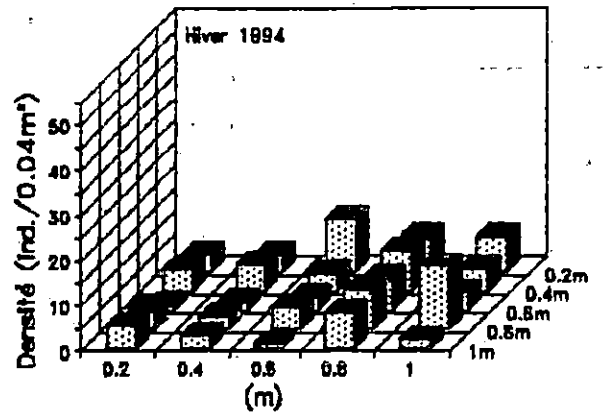
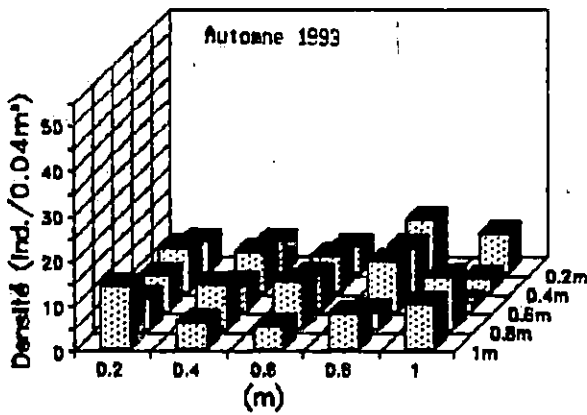
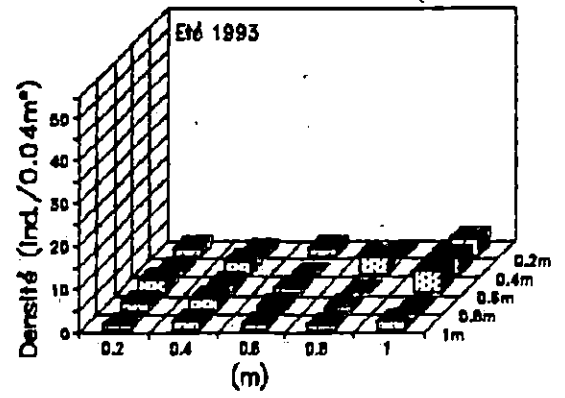
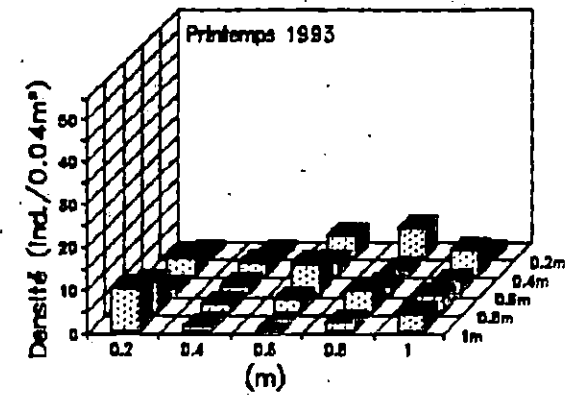


Figure 23: Microrépartition saisonnière de Ruditapes decussatus au niveau d'un m².

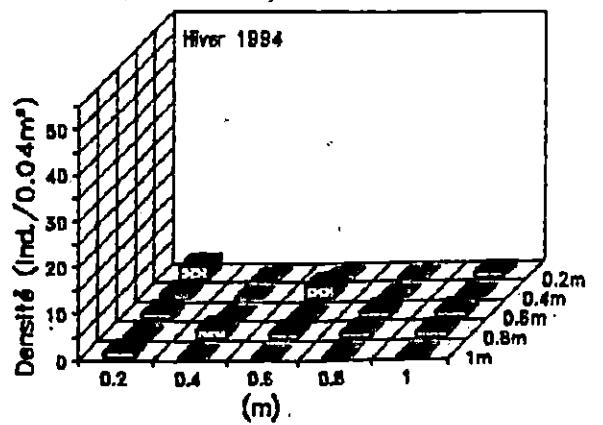
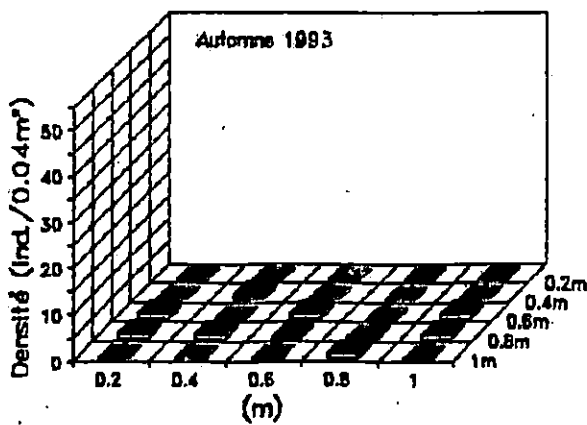
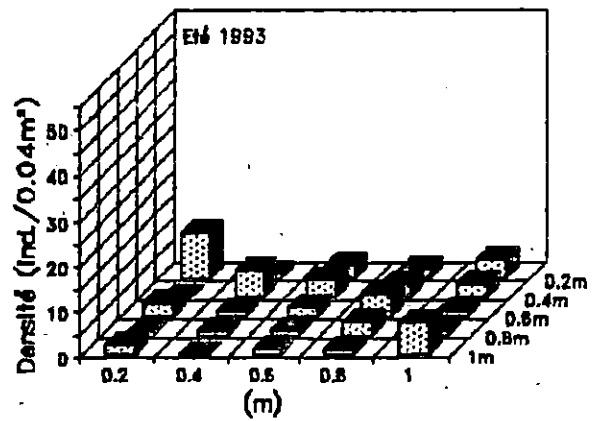
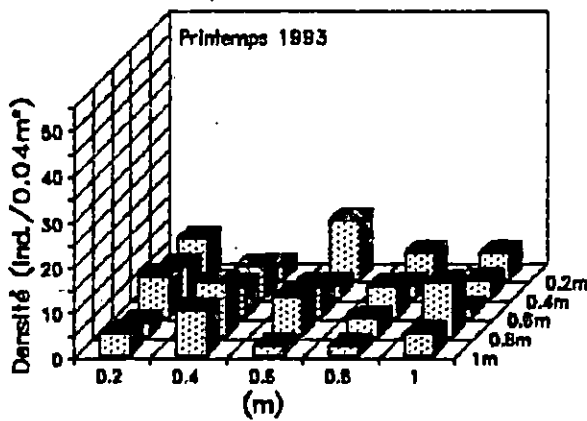


Figure 24: Microrépartition saisonnière de Cyclope neritea au niveau d'un m².

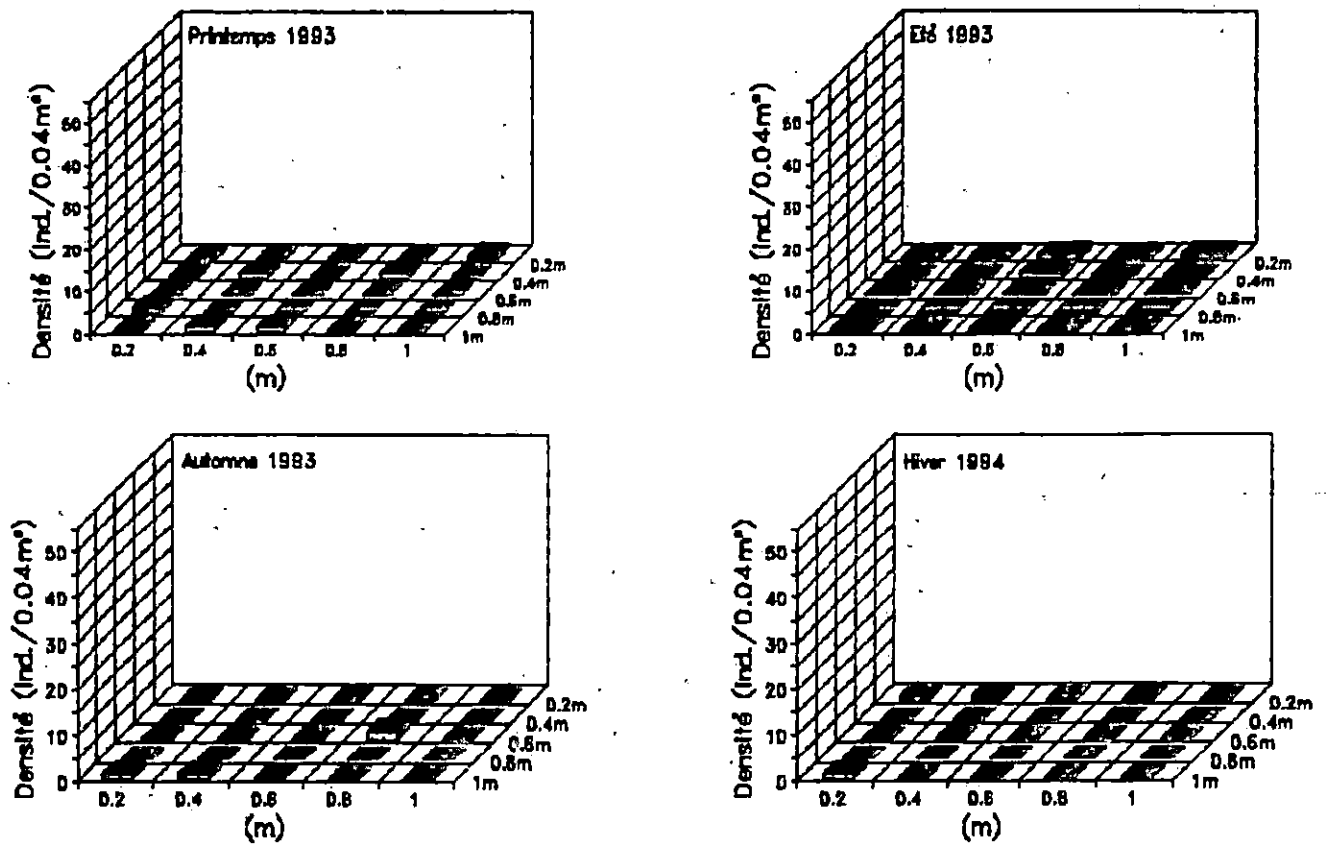


Figure 25: Microrépartition saisonnière de *Ilinia reticulata* au niveau d'un m².

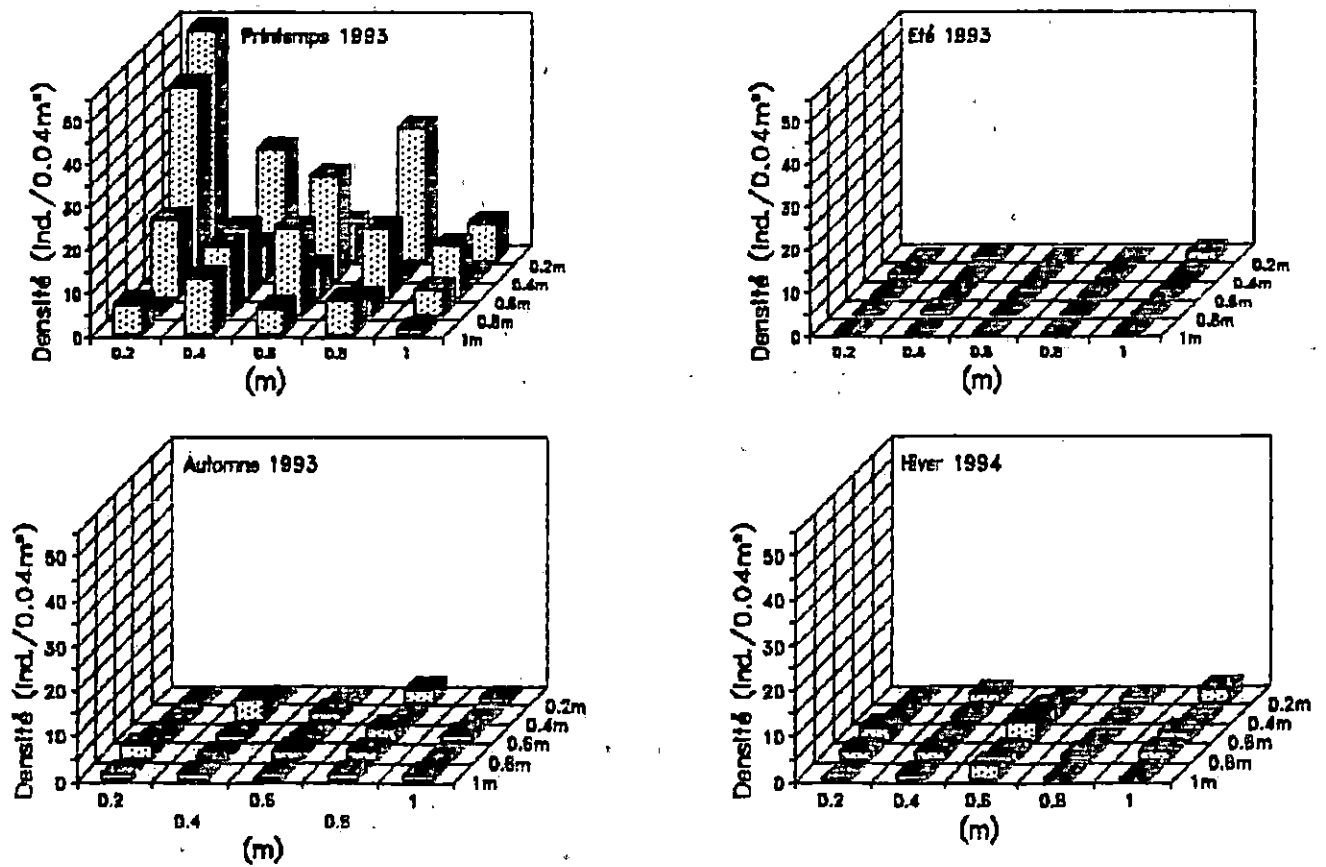


Figure 26: Microrépartition saisonnière de *Capitella capitata* au niveau d'un m².

-Héteromastus filiformis : (fig.27)

On remarque l'absence de cette espèce au niveau de 19 quadrats primaires du quadrat estival de 1993 qui présente les plus faibles densités, par contre, aux autres quadrats saisonniers, les valeurs présentent un maximum de 18 individus/0,04m² au quadrat primaire 3 du quadrat printanier de 1993.

Comme l'espèce précédente, elle présente une distribution contagieuse en Avril 1993 vu les fortes densités qui existent.

Selon Bachelet (1987), H. filiformis passe d'un mode contagieux en Janvier à un mode aléatoire en Juillet, bien que l'hypothèse d'un enfouissement des individus ne puisse être écartée. Le changement du type de répartition pourrait n'être dû à la chute sévère des effectifs.

-Cyathura carinata : (fig.28)

Espèce à faible densité, on signale la densité maximale est de 8 individus/0,04m² (quadrat primaire 15) du quadrat de Juillet 1993, l'espèce n'est absente qu'à un seul quadrat primaire du quadrat de Janvier 1994. Cette espèce présente une répartition régulière au niveau des quatre quadrats du cycle annuel.

-Eurydice affinis : (fig.29)

Espèce mieux représentée au quadrat printanier. On observe la densité la plus élevée (d= 10 individus/0,04m²) au niveau du quadrat primaire 16 du quadrat printanier, tandis que, en Automne et l'Hiver les quadrats présentent seulement 1 individu /m².

On distingue une distribution régulière pendant le cycle annuel.

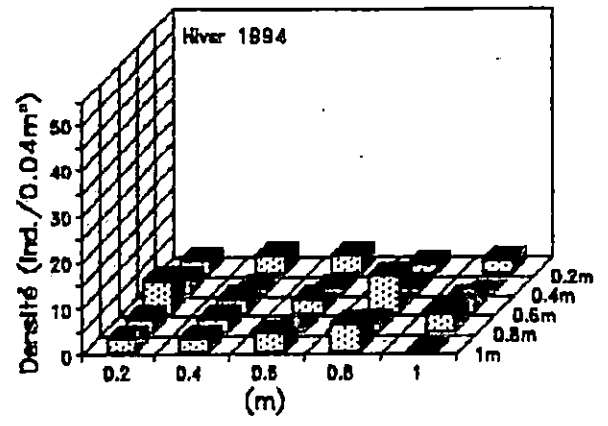
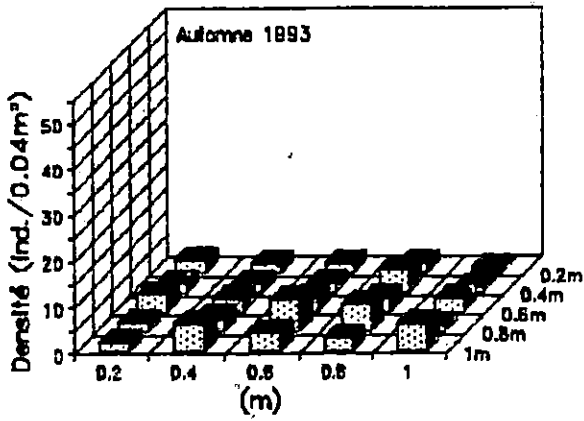
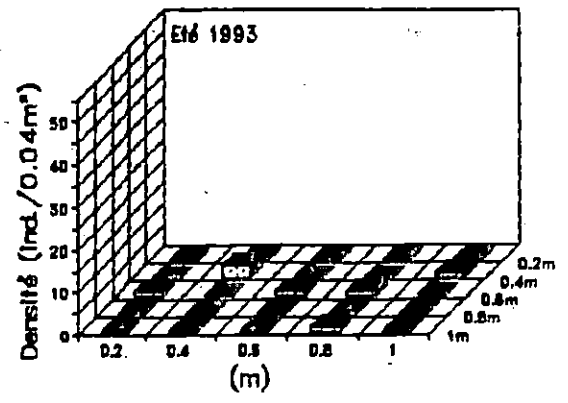
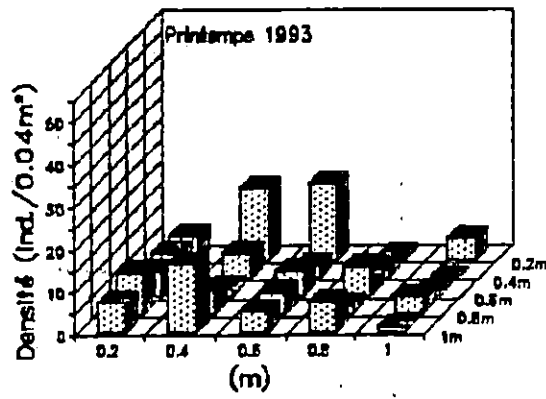


Figure 27: Microrépartition saisonnière de *Heteromastus filiformis* au niveau d'un m².

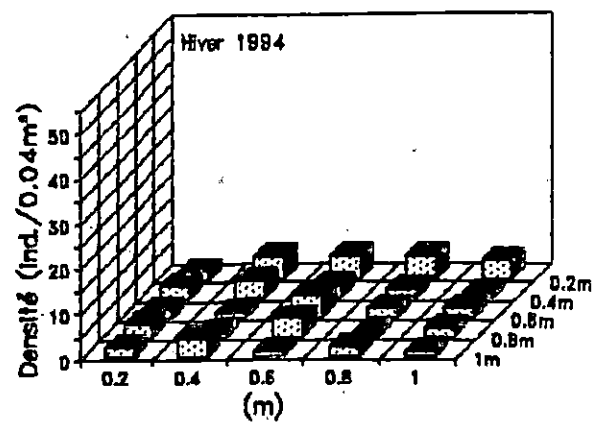
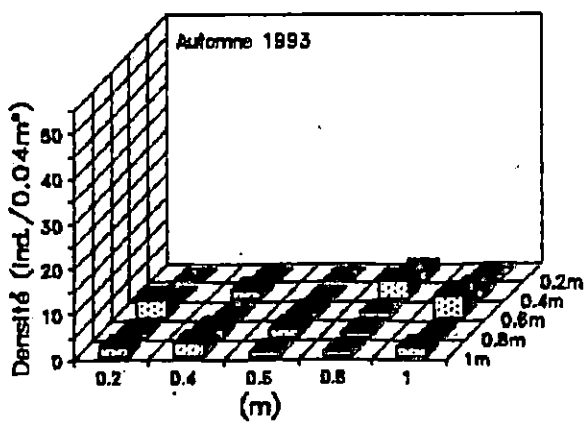
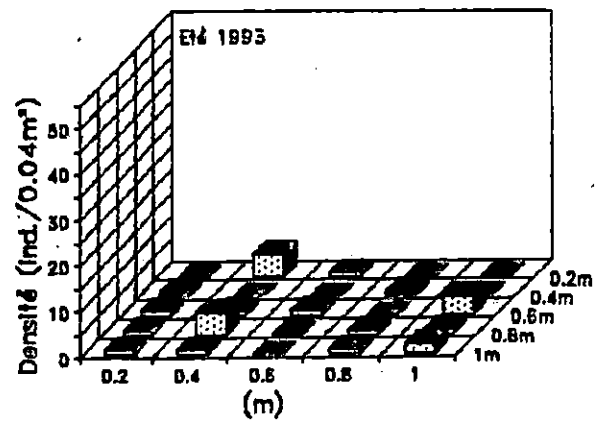
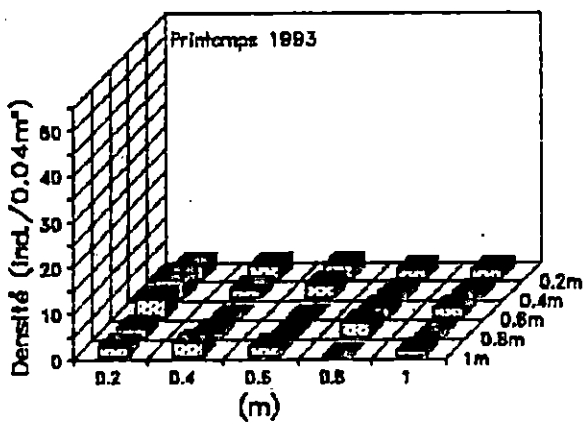


Figure 28: Microrépartition saisonnière de *Cyathura carinata* au niveau d'un m².

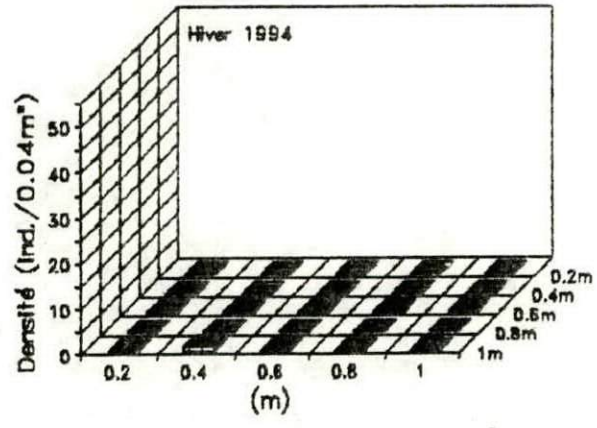
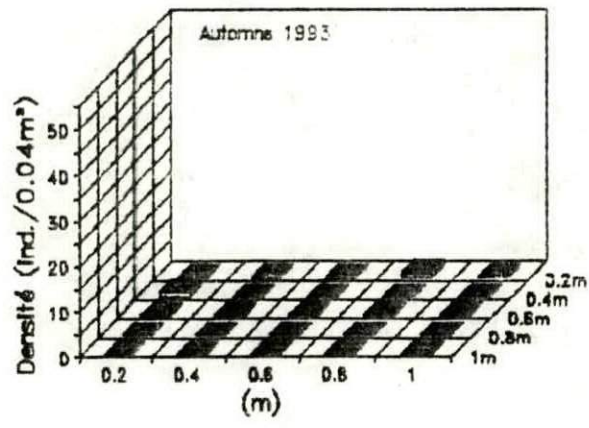
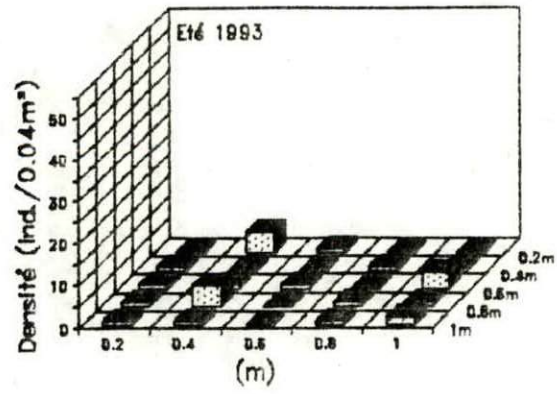
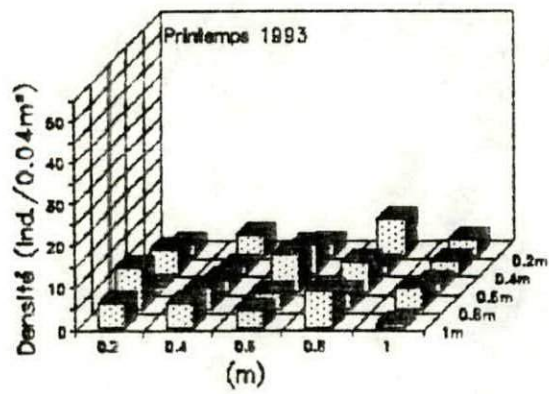


Figure 29: Microrépartition saisonnière d' Eurydice affinis au niveau d'un m².

DISCUSSION GENERALE & CONCLUSION :

L'étude granulométrique du sédiment indique que la nature substrat est un sable moyen (230 μ m à 245 μ m).

L'évolution saisonnière du sédiment a permis de mettre en évidence le facteur d'hydrodynamisme qui a une action presque nulle, ainsi que le taux des pélites et le taux de carbonates qui représentent des valeurs très basses (< 2 %) enfin on déduit à partir de l'indice de classement que le sédiment est très bien classé.

L'analyse du macrobenthos, nous a permis de remarquer que la période printannière 1993 constitue un groupe isolé, présentant une nette différence qualitative et quantitative avec les autres saisons de l'année.

On déduit que les Mollusques dominent qualitativement et quantitativement le peuplement pendant le cycle annuel, sauf en Avril 1993 où on observe une nette dominance quantitative des Crustacés.

Les fluctuations de l'Indice de SHANNON sont dues aux changements qui s'exercent sur la structure des peuplements d'une saison à une autre.

Sur le plan écologique, les espèces caractéristiques de la biocénose des sables vaseux superficiels en mode calme (SVMC), est dominante pendant le cycle annuel sauf au printemps 1993 où on constate une dominance de celui des espèces caractéristiques de la biocénose eurhalyne et eurytherme (LEE).

La suprématie des espèces du SVMC est due à la dominance des trois espèces leaders : Loripes lacteus, Heteromastus filiformis et Ruditapes decussatus.

Par contre, les espèces du LEE sont surtout représentées par Corophium insidiosum, Cerastoderma glaucum et Cyathura carinata.

Enfin le groupe des espèces sans signification écologique pré cise (Sspr) est dominé par Nainereis laeviagta et Eurydice affinis.

On signale la présence d'une nouvelle espèce pour le lac Mellah ; il s'agit de l'isopode : Eurydice affinis.

Toute étude de répartition spatiale d'organismes endogés au sein du territoire colonisé par une population est forcément limitée, en ce sens que les techniques d'échantillonnage du benthos marin ne prennent en compte d'un espace relativement restreint de ce territoire (Bachelet, 1987).

La méthode des quadrats subdivisés en une grille d'échantillons élémentaires, permet seulement d'étudier les phénomènes de répartition à une échelle minimale (1m²).

Les prélèvements ont, par ailleurs, été limités à une station (de faible profondeur), cette station ne représente pas obligatoirement le biotope préférentiel d'une espèce donnée, qui est donc susceptible de se répartir de manière différente en une autre localisation.

L'analyse de la microrépartition observée à l'échelle des 25 quadrats primaires échantillonnés pour chaque saison, nécessite de faire appel aux caractéristiques biologiques et comportementales des diverses espèces (mode de développement, régime trophique, territorialité) et aux densités de leurs populations.

L'idéal aurait été d'échantillonner à une échelle approchant la taille d'un individu, afin de maximiser l'information sur le mode de dispersion des organismes (Eckman (1979) in Bachelet (1987)).

Cependant, il est pratiquement impossible de sélectionner une surface de prélèvement adéquate pour l'ensemble de la communauté.

Le regroupement d'échantillons unitaires en blocs de dimensions croissantes a permis de mettre en évidence : une variation du mode de répartition de certaines espèces selon la surface considérée (Cerastoderma glaucum, Loripes lacteus, Ruditapes decussatus, Cyclope neritea, Capitella capitata, Heteromastus filiformis, Eurydice affinis).

Il apparaît à travers l'analyse des données que les paramètres directeurs de la distribution de la macrofaune ont leur exigence écologique car l'étude de la microrépartition de la macrofaune benthique de la station examinée indique que la faune a une répartition régulière dans l'ensemble en raison d'une distribution homogène des peuplements benthiques de la station prospectée.

BIBLIOGRAPHIE :

- AÏSSI, A ; ASSO, A.& SIBLOT, D. ; 1979-
Note préliminaire sur le niveau de concentration en métaux lourds de quelques organismes du lac Mellah.
Rapport préliminaire sur le lac Mellah, C.R.O.P. (Alger), Juin 1979 :
43-44.
- AÏSSI, A & SIBLOT, D.; 1981-
Etude du lac Mellah (Wilaya d'Annaba). Les métaux lourds dans certains organismes.
Journées Etud.Pollut., (C.I.E.S.M. (Cagliari), 5 :151-154.
- AIT ADJEDJOU, N. ; 1994-
Contribution à l' étude des mollusques benthiques du lac Mellah.
Mémoire de D.E.U.A. en science de la mer, I.S.M.A.L.(Alger).
92p+ Annexes.
- ALAIN, J.Y. ; 1980-
La pêche au lac Mellah.
Rapport préliminaire sur le lac Mellah, C.R.O.P.(Alger), 97pp.
- ALAIN ; J.Y.& MARINARO, J.Y ; 1980-
La pêche à EL-Kala. Quelques données sur les mises à terre.
Trav. Centre Rech .Océanogr.Pêches(Alger).
- ANONYME ; 1970-
Mode opératoire du laboratoire central des ponts et chaussés.
Analyse granulométrique par tamisage.
Ed.DUNOD (Paris), 31p.
- ANONYME ; 1979-
Etude préliminaire du lac Mellah (El-Kala).
Rapport préliminaire sur le lac Mellah, C.R.O.P.(Alger), 94p+Annexes.
- ANONYME ; 1980-
Les potentialités de l' aquaculture en Algérie :Description des sites retenus.
Rapport France -Aquacole, Octobre 1980: 141p.
- ANONYME ; 1981-
Les potentialités de l' aquaculture en Algérie :
Rapport final, France-Aquacole, 1981 : 204p
- ARRIGNON, J;1963-
Contribution à l'inventaire des marécages, tourbière et autres zones humides d'Algérie.
Ann.Centre Rech.Exp.forest.(Alger), 5:30-32.

- BACHELET, G. ; 1987-
 Processus de recrutement et rôle des stades juvéniles d'invertébrés dans le fonctionnement des écosystèmes benthiques de substrats meubles en milieu intertidal estuarien.
Thèse de Doctorat d'Etat es sciences, Université de Bordeaux I (Bordeaux), 478p.
- BAKALEM, A. ; 1979-
 Contribution à l'étude des peuplements benthiques de la baie d'Alger.
Thèse 3^e Cycle en Océanographie biologique, Université de Bretagne Occidentale (Brest), 228p.
- BAKALEM, A. ; BOUKELLA, H. & ROMANO, J.C. ; 1988-
 Microréparation de la macrofaune benthique de substrat meuble en milieu perturbé.
Rapport et P.V. C.I.E.S.M., 31(2) : 16.
- BAKALEM, A. ; BOUKELLA, H. & ROMANO, J.C. ; 1989-
 Microdistribution du macrobenthos des sables fins de la baie d'Alger.
Pelagos, VII (1) : 49-59.
- BAKALEM, A. ; GRIMES, S. ; KHENE, Z. ; REFES, W. & SEMAR, N. ; 1991-
Rapport préliminaire de la mission du 28/05 au 01/06/ 1991 au lac Mellah (El-Kala). Rapport du laboratoire de Benthologie, I.S.M.A.L. (Alger) ; 6p.
- BAKALEM, A. ; HYLI, C. & ROMANO, J.C. ; 1981-
 Contribution à l'étude des peuplements benthiques de la baie d'Alger. Cartographie et définition des peuplements.
Pelagos, XI(2), 8-11.
- BAKALEM, A. & ROMANO, J.C. ; 1979-
 Les peuplements benthiques du lac Mellah.
Rapport préliminaire sur le lac Mellah, C.R.O.P. (Alger), Juin 1979 : 13-22.
- BAKALEM, A. ; ROMANO, J.C. ; REBZANI-ZAHAF, C. ; SEBBANE, N. & BELLAN, G. ; 1988-
 Le peuplement benthique du port d'Alger : Evolution Spatio-temporelle. Rapport et P.V. C.I.E.S.M., 32(2) : 147p.
- BAKALEM, ROMANO, J.C. & SEMROUD, R. ; 1979-
 Contribution à l'étude des espèces macrobenthiques du lac Mellah.
C.R.O.P. -BP : 90, Alger.
Rapport. Con. Int. Mer Médit., 27 (4).
- BELLAN-SANTINI, D. ; KARAMAN, G. ; KRAPP-SCHICKEL, G. ; LEDOYER, M. ; MYERS, A. ; RUFFO, S. & SCHIECKE, U. ; 1982-
 The Amphipoda of the Mediterranean. Part 1 Grammaridae (Acanthonotozomatidea to Grammaridae).
Mémoire Institut Océanographique Monaco, 13, 364p.

- BOKRETAOUI, S. & BOUTOUILI, T.S. ; 1989-**
 Etude des paramètres physiques et chimiques-Approches
 Biosédimentaires de la baie de Bou -Ismaïl.
Mémoire d'Ingénieur d'Etat en halieutique, I.S.M.A.L.
 (Alger), 99p+Annexes.
- BOUDJELLAL, B. ; HOCINI, N. & SELLALI, B. ; 1993-**
 Contamination des sédiments superficiels du lac Mellah (milieu
 lagunaire) par les hydrocarbures polycycliques aromatiques.
 in" Colloque Méditerranéen sur la pollution par les hydrocarbures.
 (Alger), 5-6 Juin 1993", 6p.
- BOUKELLA, H. ; 1985-**
 Contribution à l'étude des peuplements benthiques du port de la baie
 d'Alger : - Structure et microrépartition.
Mémoire de D.E.S en Biologie animale, U.S.T.H.B. (Alger), 59p.
- BOUNHIOL, J. ; 1907a-**
 Sur quelques conditions physico-biologiques du lac Mellah,
 La Calle, Algérie.
C.R. Acad.Sc.Paris, 145: 443-445.
- BOUNHIOL, J. ; 1907b-**
 Sur les poissons comestibles du Lac Mellah, La Calle, Algérie.
C.R. Acad.Sc.Paris, 145: 513 - 515.
- BOUNHIOL, J. ; 1907c-**
 Un lac côtier Algérien : le Lac Mellah.
Bull. trim. Soc. Ens. prof. techn. Pêches marit. ; 8 :1-37.
- CATAUDELLA, S. ; 1982-**
 Analyse et développement d'exploitation lagunaire intensive.
 Exemple du lac Mellah (Algérie). Projet régional du
 développement de l'aquaculture en Méditerranée, F.D/82/07/
 F.A.O., Novembre 1982, 37p.
- CHASSANY-DE CASABIANCA, M.L. ; GAUMER, G. ; SAMSON-
 KECHACHA, F.L. & SEMROUD, R. ; 1981-**
 Note préliminaire relative à l'étude d'un écosystème saumâtre : le lac
 Mellah (Algérie).
Rapport. Comm. Int. Mer. Médit., 27 (4) :131-133.
- CHOUAKRI, S. ; 1992-**
 Pollution par les composés organochlorés chez deux espèces de moules
 (Mytilus galloprovincialis (Lmk.) et Perna perna (L.)) de la région
 Algéroise. Mémoire de T.S. en science de la mer, I.S.M.A.L. (Alger),
 65p + Annexes.
- DARBOUX, G. ; COTTE, J. ; STEPHAN, P. & VAN GAVEZ, E. ; 1906 -**
 L'industrie des pêches aux colonies.
Ed. Barlatier (Marseille), 515pp.

- DAUVIN, J.C.; 1979-
 Recherches quantitatives sur le peuplement des sables fins de la pierre Noire, Baie de Morlaix et sur sa perturbation par les hydrocarbures de l' AMOCO - CADIZ".
Thèse de Doctorat 3^{ème} Cycle en Océanographie Biologique, Université de Paris VI(Paris), 185p, Annexes.
- DRAREDJA, B.; 1992-
 Conditions hydrosédimentaires et structures de la macrofaune benthique en période printanière d'un écosystème lagunaire Méditerranéen : lac Mellah (Algérie).
Thèse de Magistère en Océanographie Biologique, I.S.M.A.L.(Alger), 146p.
- FAUVEL, P.; 1923-
 Faune de France : Polychètes errantes.
Ed. Paul Lechevalier(Paris), 473p.
- FAUVEL, P.; 1927-
 Faune de France ; Polychètes sédimentaires.
librairie de la faculté des sciences (Paris), 474p.
- FOLK, L.; 1965-
 Petrology of sedimentary rocks.
Ed. Hemphill (Texas), 139p.
- GAUTHIER -LIEVRE, L.; 1931
 Recherches sur la flore des eaux continentales de l' Afrique du Nord.
Soc.Hist .nat. Afr. Nord, Mémoire hors série : 1-298.
- GUELORGET, O.; FRISONI, G.F.; XIMENS & PERTHUISOT, J.P.; 1989-
 Expressions biogéologiques du confinement dans une lagune Méditerranéenne : le lac Mellah (Algérie)
Rapport préliminaire sur le lac Mellah, C.R.O.P.(Alger), 22,(2) : 87-99
- GUELORGET, O. & PERTHUISOT, J.P.; 1983-
 Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement.
Travaux du Laboratoire de Géologie E.N.S. (Paris), 16 : 136pp.
- HASSAM, N.; 1987-
 Etude qualitative et quantitative du peuplement des sables fins de la baie d'Alger et ses fluctuations Spatio- temporelles.
Mémoire de D.E.S. en Océanologie, U.S.T.H.B.(Alger), 95p.
- KHELAFI, H.D.; 1993-
 Initiation à la recherche en écologie benthique : les peuplements macrobenthiques de la baie d'Alger.
 Secteurs : Hussein- Dey, Caroubier.
Mémoire de T.S. en Aquaculture, I.T.P.A. (Alger), 88p.

- KHENE, Z. ; 1990-
 Contribution à l' étude des peuplements macrobenthiques de la baie d'Alger.
Mémoire de T.S. en Biologie des pêches , I.S.M.A.L. (Alger) , 56p.
- KIENER, A. ; 1978-
 Ecologie , physiologie et économie des eaux saumâtres.
Ed .Masson(Paris) , 220p.
- MARINARO , J. Y . ; 1980
 La pêche à El-Kala. Analyse de quelques chalutages dans le secteur d'El-Kala .
Rapport préliminaire sur le lac Mellah , C.R.O.P.(Alger).
- MARINARO , J.Y. ; AÏSSI A. ; SEMROUD , R. & SIBLOT , D . ; 1980-
 Contribution à l' étude des oeufs et larves pélagiques de poissons méditerranéens. X. - Présence d'oeufs d'anchois , Engraulis engrasicholus (L.) , dans le Lac Mellah.
Rapport préliminaire sur le lac Mellah , C.R.O.P.(Alger) , pp.1-95.
- MENESGUEN , A . ; 1980-
 La macrofaune benthique de la baie de Concarneau : Peuplements , Dynamique de populations , Prédation exercée par les poissons.
Thèse 3°Cycle Océanographie Biologique , Université de Bretagne Occidentale(Brest) , 127p.
- MESSILI , A. & REBZANI-ZAHAF , C. ; 1980-
 Contribution à l' étude d'un milieu saumâtre en Algérie : le lac Mellah.
Mémoire de D.E.S. en Biologie Animale , USTHB.(Alger), 157p.
- MURRAY , R.S. ; 1984-
 Théorie et applications de la statistique .
Série SHAUM (Paris) , 358p.
- OULMI , Y . ; 1987-
 Contribution à l'étude Spatio-temporelle de la macrofaune de la baie d' Alger .
Mémoire de D.E.S. en Biologie Animale , U.S.T.H.B.(Alger) , 101p.
- PICARD , J . ; 1965-
 Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région Marseillaise.
Revue travaux Station marine d' Endoume : 36 (52) : 1 -160.
- PIELOU ,E.C.; 1966-
 The measurement of diversity in different types of biological collection.
J.Théor.Biol. ,13 : 131- 144.
- PORA , A.E. & BACESCU , M. ; 1977-
 Biologie des eaux saumâtres de la Mer Noire.
Inst .Rech.Mar.(Constanza) , 1 : 7-16.

- REFES , W . ; 1989-
 Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la baie de Bou-Ismaïl . Les peuplements benthiques d'El-Djamila.
Mémoire d'ingénieur en Halieutique , I.S.M.A.L. (Alger) , 90p.
- REYS , J.P . ; 1971-
 Analyses statistique de la microdistribution des espèces benthiques de la région de Marseille.
Téthys , 3 : 381-403.
- RIEDEL , R . ; 1970-
 Fauna und Flora der Adria.
Verlag Paul Parey (Hamburg , Berlin).
- SAMSON , L . & GAUMER , G . ; 1979-
 Données préliminaires sur l'hydrologie et le phytoplancton.
Rapport préliminaire sur le lac Mellah , C.R.O.P.(Alger) , Juin 1979 : 36-42.
- SEBBANE , N . ; 1986-
 Contribution à l'étude de l'évolution saisonnière des peuplements benthiques dans le port d'Alger.
Mémoire de D.E.S. en Biologie Animale , U.S.T.H.B.(Alger) , 91p.
- SEMROUD , R . ; 1983-
 Contribution à l'étude écologique des milieux saumâtres méditerranéens : le lac Mellah(El-Kala. Algérie).
Thèse 3^e Cycle en Océanographie, U.S.T.H.B.(Alger) , 137p+ Annexes.
- SEURAT , L.G . ; 1940-
 La répartition actuelle et passée des organismes de la zone néritique de la Méditerranée nord-africaine(Algérie-Tunisie).
 In : Contribution à l'étude de la répartition actuelle et passée des organismes dans la zone néritique. Mémoire Soc.Biogéogr. , 7 : 139-179.
- TEBLE , N . ; 1966-
 British Bivalve Seashells.
Royal Scottish Museum (Edinburgh) , 207p.
- THOMAS , J.P . ; BOUGAZELLI , N & DJENDER , M . ; 1973-
 Projet du parc national marin , lacustre , terrestre d'El-Kala.
 Annaba , Algérie , 64pp.
- VITIELLO , P . & DINET , A . ; 1979-
 Définition et échantillonnage du méiobenthos
Rapport Comm .Int.Médit. , 25/ 26 (4) : 279-283.
- ZAOUALI , J . ; BAETEN , S . & SEMROUD , R . ; 1985-
 Contribution à l'étude écologique du lac Mellah (Algérie septentrionale) , les peuplements macrobenthiques : Analyse factorielle des correspondances.
Rapport Comm. Int.Médit . , 29(4) , 205-208.