

Structure et organisation de l'étang de Thau d'après la faune benthique (macrofaune, méiofaune). Relations avec le confinement

Lagune
Macrozoobenthos
Méiobenthos
Confinement
Méditerranée

Lagoon
Macrozoobenthos
Meiobenthos
Confinement
Mediterranean

Olivier GUELORGET ^a, Jean-Pierre PERTHUISOT ^b, Nathalie LAMY ^a et Anne LEFEBVRE ^a

^a Laboratoire d'Hydrobiologie Marine, URA CNRS 1355, Université de Montpellier II, place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05, France.

^b Laboratoire de Biogéologie, Université de Nantes, 2 rue de la Houssinière, 44072 Nantes Cedex 03, France.

Reçu le 1/02/93, révisé le 25/11/93, accepté le 30/11/93.

RÉSUMÉ

L'analyse granulométrique des sédiments, l'étude de la distribution de la macrofaune et de la méiofaune benthiques de substrats meubles de l'étang de Thau ont permis de montrer que ce bassin lagunaire était géré quant à sa structure et son organisation par le confinement au sens de Guelorget et Perthuisot (1983 *a* ; 1992) c'est-à-dire par les échanges avec la mer et l'hydrodynamique propre du système.

Le bassin apparaît comme un ensemble constitué de deux sous-bassins séparés par une barrière hydrodynamique instable. Le sous-bassin septentrional se caractérise par une organisation concentrique avec une zone d'ombilic bien marquée. Le sous-bassin méridional présente une organisation transverse tout à fait originale en domaine lagunaire, due à la présence d'un lido qui constitue très probablement une vaste zone d'échange avec la mer.

Le bassin peut être considéré, dans son ensemble, comme peu confiné, mais présente cependant des signes d'engraissement organique lié à l'intensification de la conchyliculture.

Oceanologica Acta, 1994. 17, 1, 105-114.

ABSTRACT

Structure and organization of Thau lagoon in terms of benthic fauna (macrofauna-mei fauna). Relations with confinement

The biogeological organization of Thau lagoon was investigated through the granulometric analysis of surficial sediments and study of the qualitative and the quantitative distribution of benthic macrofauna and mei fauna. These show clearly that the lagoonal system is organized according to confinement as conceived by Guelorget and Perthuisot (1983 *a*; 1992), which depends upon the rate of exchanges with the open sea and the hydrodynamic pattern of the basin.

The latter appears to be composed of a pair of lagoonal subsystems separated by a hydrodynamically unstable barrier. The northern subsystem displays the classical concentric organization of Mediterranean lagoons with a clearly defined hydraulic umbilicus. The southern subsystem displays a transverse original organization due to a large zone of exchanges with the sea through the sand bar.

The basin is globally subject to only slight confinement, but displays signs of organic matter accumulation due to the intensification of shellfish culture.

Oceanologica Acta, 1994. 17, 1, 105-114.

INTRODUCTION

Le travail présenté ici a été mené dans le cadre du programme *Écothau* qui visait à conduire une «étude intégrée des mécanismes de la production biologique de l'étang de Thau en relation avec son environnement».

La synthèse des résultats présentée par Jouffre et Amanieu (1991) concerne principalement les descripteurs instantanés (hydrochimie, plancton). Ceux-ci fournissent des cartes de distribution très différentes selon la campagne d'échantillonnage envisagée (quatre au total). Il en résulte que les images globalisées sur l'ensemble des campagnes, dont on pouvait attendre *a priori* une image satisfaisante de l'organisation biologique de l'étang de Thau, sont difficilement interprétables.

En outre, les résultats obtenus à partir du benthos de substrat meuble, qui est un bon descripteur biologique intégrateur des conditions environnementales (Guelorget *et al.*, 1983 *a*), se relie mal aux données recueillies sur les autres compartiments biologiques et hydrochimiques, tous descripteurs instantanés.

Or, l'étude qualitative et quantitative de la macrofaune benthique est primordiale : elle permet, *via* le concept de confinement (Guelorget et Perthuisot, 1983 ; 1992), d'appréhender l'organisation hydrodynamique globale de chaque système paralique, laquelle intervient aussi dans son organisation sédimentologique.

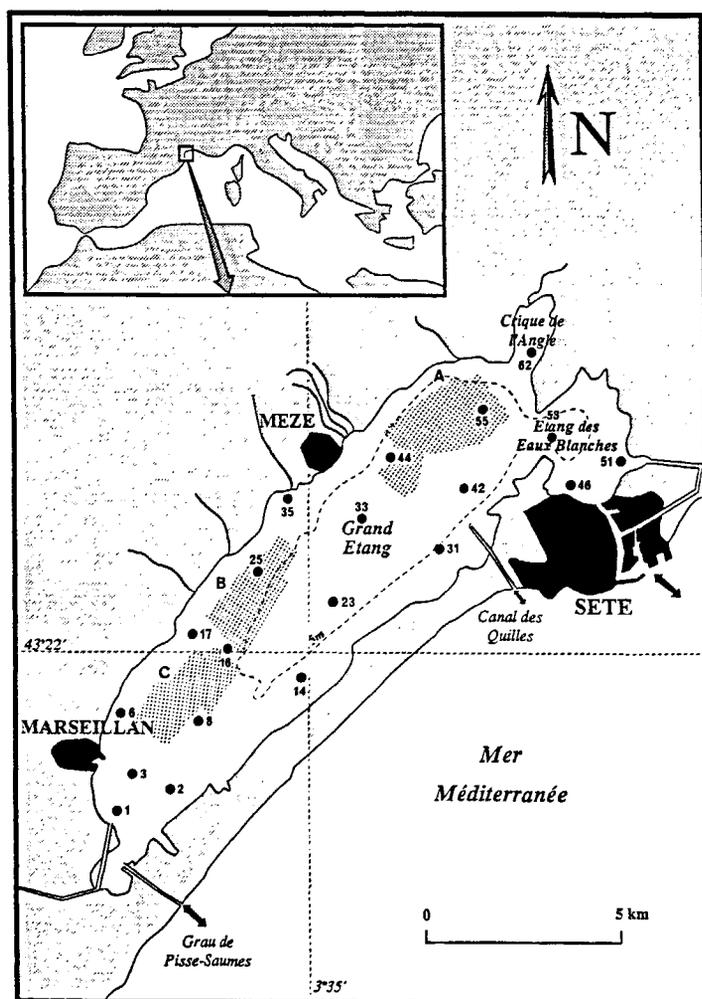
Certes, le concept de «confinement», et le sens du mot lui-même en écologie des systèmes paraliques, sont en partie intuitifs. Il en va ainsi de bon nombre de concepts scientifiques (la dureté des minéraux, la magnitude des séismes, par exemple). Ses auteurs se sont toujours défendus de vouloir en faire un dogme et persistent dans cette position, mais force est de reconnaître qu'il est, actuellement, le seul concept qui rende compte de l'organisation biogéologique zonale des aires paraliques. Il a été proposé à diverses reprises à la communauté scientifique internationale (Frisoni *et al.* 1984 ; Sonnenfeld et Perthuisot, 1989 ; Perthuisot, 1991 ; Perthuisot *et al.*, 1983 ; Guelorget *et al.*, 1983 *b* ; *c* et *d* ; 1986 *a* ; 1990 ; Nicolaïdou *et al.*, 1988 ; Guelorget et Perthuisot, 1992). Il a été accueilli très favorablement par les spécialistes des lagunes, qui ont émis une opinion (Carrada et Fresi, 1988 ; Day *et al.*, 1989), et n'a jamais jusqu'ici fait l'objet de critiques écrites et publiées sérieuses, même si certains préfèrent une autre approche des systèmes paraliques (Sacchi et Occhipinti Ambrogi, 1992). Il a surtout montré son efficacité dans la totalité des cas où il a été utilisé, que ce soit avec une zonation qualitative à partir du macrozoobenthos (Ibrahim Wahid Elsayed *et al.*, 1985 ; Guelorget *et al.*, 1986 *b* ; 1987 ; 1989 ; 1990 ; Nicolaïdou *et al.*, 1988 ; Perthuisot *et al.*, 1990 *a* et *b* ; Ponthoreau-Granet, 1987), avec un indice qualitatif à partir des foraminifères (Debennay, 1991), ou en combinant les deux approches (Debennay *et al.*, 1993). Il a enfin montré sa pertinence et son utilité dans les études à but appliqué, pour la mise en valeur et la préservation des systèmes paraliques (Carrada *et al.*, 1987 ; Day *et al.*, 1989).

La présente étude est, pour nous, la première à aborder la méiofaune dans un système paralique : c'est pourquoi celle-ci ne sera considérée qu'une fois connue l'organisation biogéologique du système de l'étang de Thau, telle qu'elle ressort de l'étude de la macrofaune et de la sédimentologie.

LE SITE

L'étang de Thau est une bahira-lagune (Perthuisot et Guelorget, 1992) qui s'étend entre Balaruc et Marseillan sur 7500 hectares, avec une longueur de 18 km et une largeur maximale de 4 km (fig. 1). Il se compose de deux bassins de superficies inégales.

Le bassin occidental, ou Grand Étang (7000 ha), communique avec la mer Méditerranée par la passe de Pisse-Saumes et le canal des Quilles, chenaux artificiels, longs, étroits et peu profonds, qui coupent le lido au voisinage de ses deux extrémités. La tranche d'eau peut y atteindre une épaisseur de 10 m. Ce bassin supporte la totalité des installations conchylicoles qui couvrent un cinquième de la



■ : Zone conchylicole

Figure 1

L'étang de Thau : situation générale et emplacement des stations d'étude

Thau lagoon: general situation and location of stations studied. Dotted areas: zones of shellfish culture.

superficie totale de l'étang. Celles-ci se répartissent en trois zones A, B, C le long de la rive nord-ouest du bassin. On notera l'existence d'un grand hiatus entre les zones A et B.

Le bassin oriental ou étang des Eaux Blanches (500 ha) est relié à la mer par les canaux, larges et profonds, du port de Sète. Ses rives concentrent une importante activité industrielle, urbaine et portuaire.

L'étang de Thau est alimenté en eaux continentales par une série de cours d'eau assez régulièrement répartis le long de la rive nord-ouest. Enfin, le Canal du Rhône à Sète et le Canal du Midi débouchent aux deux extrémités du plan d'eau.

MÉTHODES D'ÉTUDE

Les échantillonnages de sédiments, de macrofaune et de méiofaune ont été effectués au cours de deux campagnes en juillet 1986 et en avril 1987. Le programme *Écothau* était basé sur l'analyse de 63 stations implantées, arbitrairement et *a priori*, selon une grille à maille carrée de 1 km de côté. L'étude du benthos étant matériellement incompatible avec un nombre aussi élevé de stations, il a fallu se limiter à ne retenir qu'une station sur quatre de la grille originelle, soit 20 points.

Les échantillons (pour les sédiments et la macrofaune) ont été récoltés à l'aide d'une benne Ekman manipulée en plongée. La superficie totale prélevée en chaque station était de 0,5 m². La profondeur d'échantillonnage dans le sédiment était d'environ 30 cm.

La granulométrie des sédiments superficiels (0 à 3 cm) a été analysée par tamisage sous eau et par néphélométrie pour la fraction inférieure à 40 µm.

La macrofaune a été récoltée sur un tamis dont le vide de maille est un carré de 1 mm de côté, fixée au formol neutre à 10 % puis colorée au Rose Bengale. Les données prises en considération sont la richesse spécifique, la densité exprimée en nombre d'individus par m² et la biomasse évaluée en g.m⁻² de matière organique sèche après décalcification puis dessiccation par passage à l'étuve.

La méiofaune a été récoltée pendant la campagne de 1987. Chaque échantillon comporte deux prélèvements effectués avec un carottier de 10 cm² de section enfoncé de 5 cm dans le sédiment. Celui-ci a été fixé au formol neutre à 4 % puis coloré au Rose Bengale. Après tamisage sur un tamis de 40 µm de maille, la méiofaune est séparée du sédiment par centrifugation dans du Ludox (De Jonge et Bouwman, 1977). L'abondance est exprimée en nombre d'individus pour 10 cm².

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Les sédiments

La répartition de la fraction fine (< 40 µm) montre une organisation générale concentrique qui se marque par l'augmentation des pourcentages en particules fines vers les régions les plus profondes du bassin (fig. 2). On

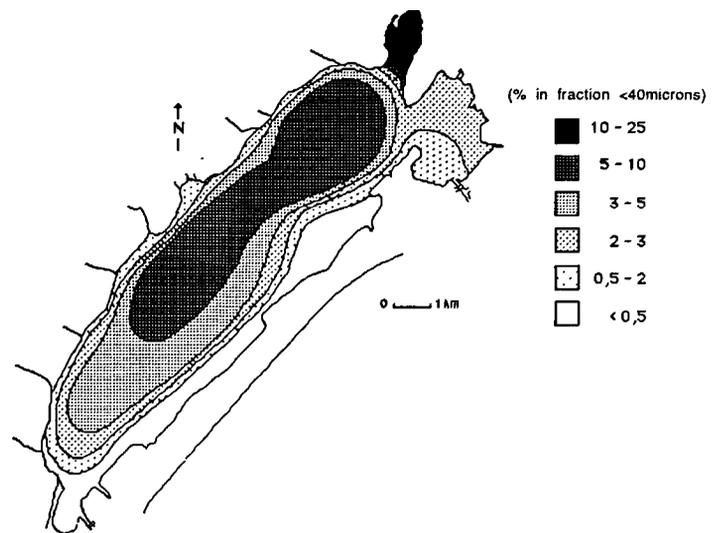


Figure 2

Répartition de la fraction fine (< 40 µm) dans les sédiments superficiels de l'étang de Thau (%).

Distribution of the fine (< 40 µm) fraction in surficial sediments of the Thau lagoon (%).

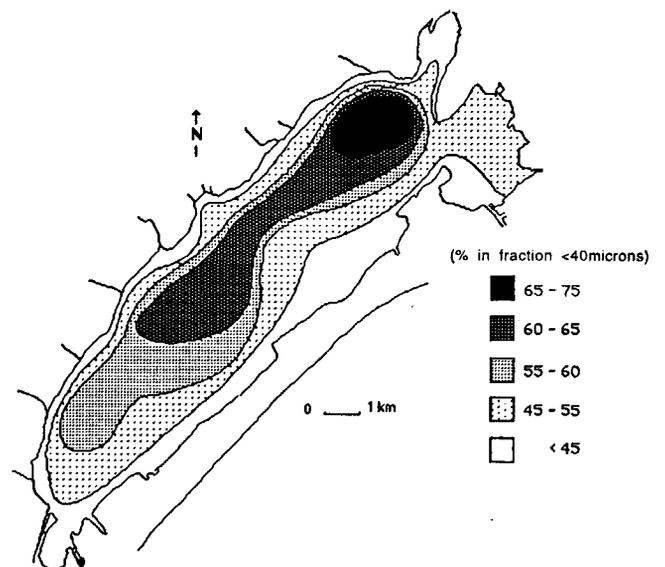


Figure 3

Répartition de la fraction argileuse (< 2 µm) dans la fraction fine des sédiments superficiels de l'étang de Thau.

Distribution of the clay (< 2 µm) fraction in the fine fraction of surficial sediments in the Thau lagoon.

remarque cependant une première anomalie le long du lido du Grand Étang, où les sédiments sont les plus grossiers, de la classe des sables. La seconde apparaît dans la baie septentrionale de l'étang de Thau (Crique de l'Angle), où les teneurs en fraction fine dépassent 20 %.

La répartition de la fraction la plus fine, inférieure à 2 µm, qui comporte des minéraux argileux, des carbonates de la classe des micrites et de la matière organique, montre elle aussi une répartition concentrique avec un maximum centré sur la zone A des tables conchylicoles, zone la plus profonde de l'étang (fig. 3)

On remarquera enfin, dans la zone médiane du Grand Étang et selon un axe oblique NO-SE, que les courbes d'isovaleurs ne suivent pas la bathymétrie et délimitent à cet endroit une zone de sédiments globalement plus grossiers qui s'étend profondément vers le centre du bassin.

La répartition globale des sédiments confirme les études précédentes (Chassefière, 1967 ; Pena, 1989) et s'explique aisément :

- à partir des sources de matériel détritique : sables marins grossiers du lido d'une part, apports de particules fines par les arrivées fluviales de la bordure continentale d'autre part ;

- par l'effet de vannage des particules les plus fines dans les zones externes peu profondes, sous l'effet du clapot et piégeage préférentiel de ces éléments fins dans les zones profondes et calmes du bassin.

Il s'agit d'un dispositif sédimentaire extrêmement classique dans les bassins paraliques méditerranéens (Gadel, 1968 ; Guelorget et Michel, 1977 ; Medhioub, 1979 ; 1984).

Le maximum de particules fines dans la zone A des tables conchylicoles correspond à la zone la plus profonde mais aussi au centre d'une cellule courantologique convective dont l'emplacement est pratiquement pérenne quelle que soit la direction du vent (fig. 4). Cette cellule convective apparaît de manière très nette dans le travail de Bocquillon et Tournoux (1991) sur la modélisation des champs de flux (hv) pour les quatre directions des vents dominants (Ponant du sud-ouest, Grec du sud-est, Mistral du nord-est

et Tramontane du nord-ouest). Ce travail montre aussi l'existence d'une deuxième cellule de convection qui couvre la presque totalité de la zone centrale du Grand Étang. Entre ces deux cellules bien individualisées (qui en fonction du vent tournent dans un sens ou dans l'autre) s'étend obliquement par rapport à l'axe du bassin, entre Mèze et le Canal des Quilles, une zone fortement perturbée du point de vue hydrodynamique, présentant souvent des courants forts de direction variable. Cette particularité hydrodynamique explique la présence de sédiments plus grossiers dans cette région du bassin, comme évoqué précédemment.

En définitive, la configuration sédimentologique du bassin est intimement liée au régime hydrodynamique du corps d'eau dont le moteur essentiel est, comme à l'accoutumée en milieu paralique méditerranéen, le régime des vents.

La macrofaune benthique de substrat meuble

Les résultats des deux campagnes sont très voisins tant du point de vue qualitatif que quantitatif et aboutissent aux mêmes conclusions quant à la structure et l'organisation des peuplements. En outre, comme la méiofaune n'a été collectée qu'en avril 1987, ce sont donc les résultats de cette dernière campagne que nous présenterons ici.

En termes de densité, les polychètes sont souvent dominantes (fig. 5), mais la zone Mèze-Canal des Quilles se distingue par une nette dominance des mollusques.

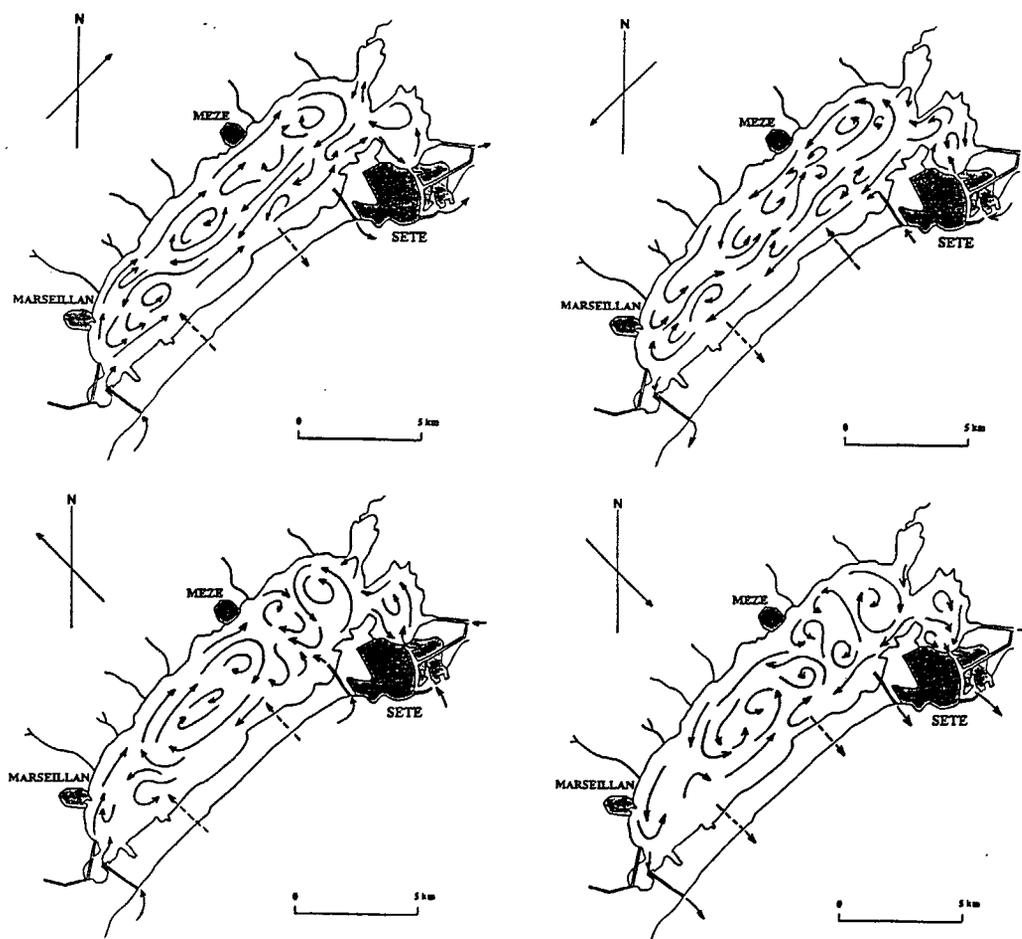


Figure 4

Représentation schématique de la circulation des eaux pour les quatre directions dominantes des vents. A partir des travaux de Bocquillon et Tournoux (1991).

Patterns of water circulation induced by the four prevailing winds. After Bocquillon and Tournoux (1991).

En termes de biomasse, les peuplements sont largement dominés par les mollusques (fig. 5), essentiellement les pélécytopodes, ce qui est un caractère fondamental de la faune des bassins paraliques (Guelorget et Perthuisot, 1983 et 1992). Les espèces les mieux représentées sont *Ruditapes aureus*, *R. decussatus*, *Abra alba*, *Loripes lacteus*, *Gastrana fragilis*, *Acanthocardia echinata* et *Modiolus barbatus*.

Dans la bande sableuse du lido, la faune malacologique est beaucoup plus diversifiée, avec des espèces à affinité marine telles que *Angulus tenuis*, *Donax trunculus*, *Mactra glauca* et *Thracia papyracea*. Dans les zones profondes, envasées, existent des associations à *Corbula gibba*, comme dans certains étangs profonds de la côte orientale corse tels que Diana et Urbino (Guelorget *et al.*, 1983 c). Notons que dans la région de la zone A des tables conchylicoles, la plus profonde et la plus enrichie en particules fines, les mollusques pélécytopodes disparaissent totalement au profit des crustacés détritivores et des petits polychètes indicateurs d'engraisement organique tels que *Capitella capitata*.

Les gastéropodes sont aussi classiques des environnements paraliques, avec des brouteurs de petite taille comme *Rissoa grossa*, *Natica josephina*, *Gibbula adamsoni*, *Akera bullata*, *Philine quadripartita*, et des carnivores perceurs de plus grosse taille comme *Murex trunculus*, *Cerithium vulgatum*, *Nassa incrassata*. Sur les bordures de reculées marginales colonisées par les chlorophycées (*Ulva* et *Enteromorpha*), on note l'abondance particulière d'hydrobiidés, principalement *Hydrobia acuta* (Géhan et Jeanneret, 1984).

Les crustacés sont représentés par des espèces diversifiées dont les mieux représentées sont *Ampelisca typica*, *Gammarus gr. locusta*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Phthisica marina* et *Dexamine spinosa*. Les crustacés sont surtout abondants dans les zones d'herbiers à *Zostera marina* et *Z. noltii* et dans les zones conchylicoles.

Les polychètes sont représentées par diverses espèces classiques des milieux paraliques méditerranéens telles que *Owenia fusiformis*, *Pectinaria koreni*, *Nephtys hombergii*, *Audouinia filigera*, *Eunice harassii*, *Nereis caudata*, *Heteromastus filiformis*, *Scolelepis fuliginosa* et *Capitella capitata*, ces trois dernières espèces étant caractéristiques des biotopes envasés et enrichis en matière organique.

Divers groupes d'échinodermes sont représentés dans la moitié sud-est de l'étang, où ils tiennent une place nettement plus importante que dans la plupart des lagunes nord-méditerranéennes. Citons *Holothuria polii*, *Cucumaria planki*, *Asterina gibbosa*, *Paracentrotus lividus* et plusieurs espèces d'ophiurides.

Les autres espèces forment deux groupes distincts. Un premier groupe est composé d'espèces à affinités marines que l'on rencontre essentiellement dans le Grand Étang le long du lido (*Sipunculus nudus*, *Botryllus schlosseri*, *Anemonia sulcata*...). Le deuxième comprend des espèces nettement

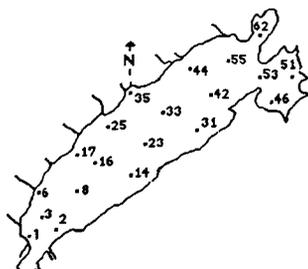
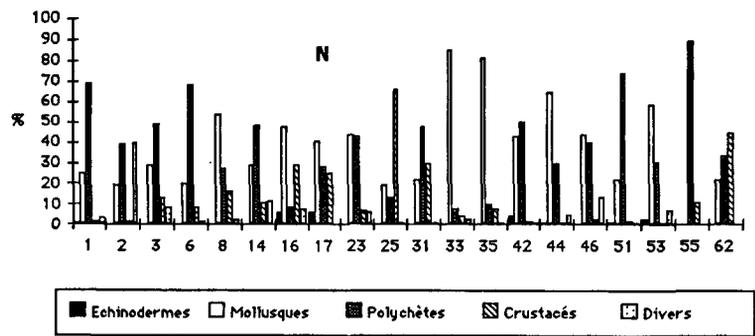
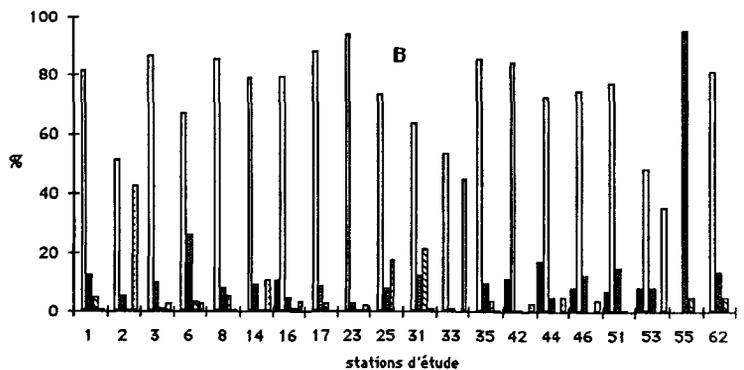


Figure 5

Dominances (%) numériques (N) et pondérales (B) des divers groupes taxonomiques de la macrofaune benthique.

Dominance (%) by number (N) and weight (B) of taxonomic groups of benthic macrofauna.



paraliques et se rencontre dans les reculées très marginales ou au voisinage des débouchés des tributaires fluviales (oligochètes, larves de chironomidés).

La richesse spécifique des peuplements décroît schématiquement depuis la rive sud-est maritime vers la rive nord-ouest continentale (fig. 6A). Les courbes d'isovaleurs font apparaître l'existence de deux zones à très faible richesse spécifique (inférieure à 20 espèces) : l'une se situe dans la zone A des tables conchylicoles, l'autre dans la partie médiane du bassin entre Mèze et le canal des Quilles.

Globalement la densité des peuplements s'organise en deux ensembles distincts séparés par l'axe Mèze-Canal des Quilles. Dans chacune des deux parties ainsi délimitées, la densité présente une disposition concentrique, les plus faibles valeurs se situant dans les zones centrales qui supportent les installations conchylicoles (fig. 6B). Le minimum de densité est atteint dans la zone A de celles-ci. Les deux sous-bassins présentent cependant des différences significatives : les densités sont, d'une manière générale plus élevées dans le sous-bassin sud que dans le sous-bassin nord. Enfin, les densités maximales observées se situent au voisinage du lido d'une part, où elles excèdent 4000 individus au mètre carré, et dans le Grand Étang au large de Sète, avec des valeurs du même ordre. Notons toutefois

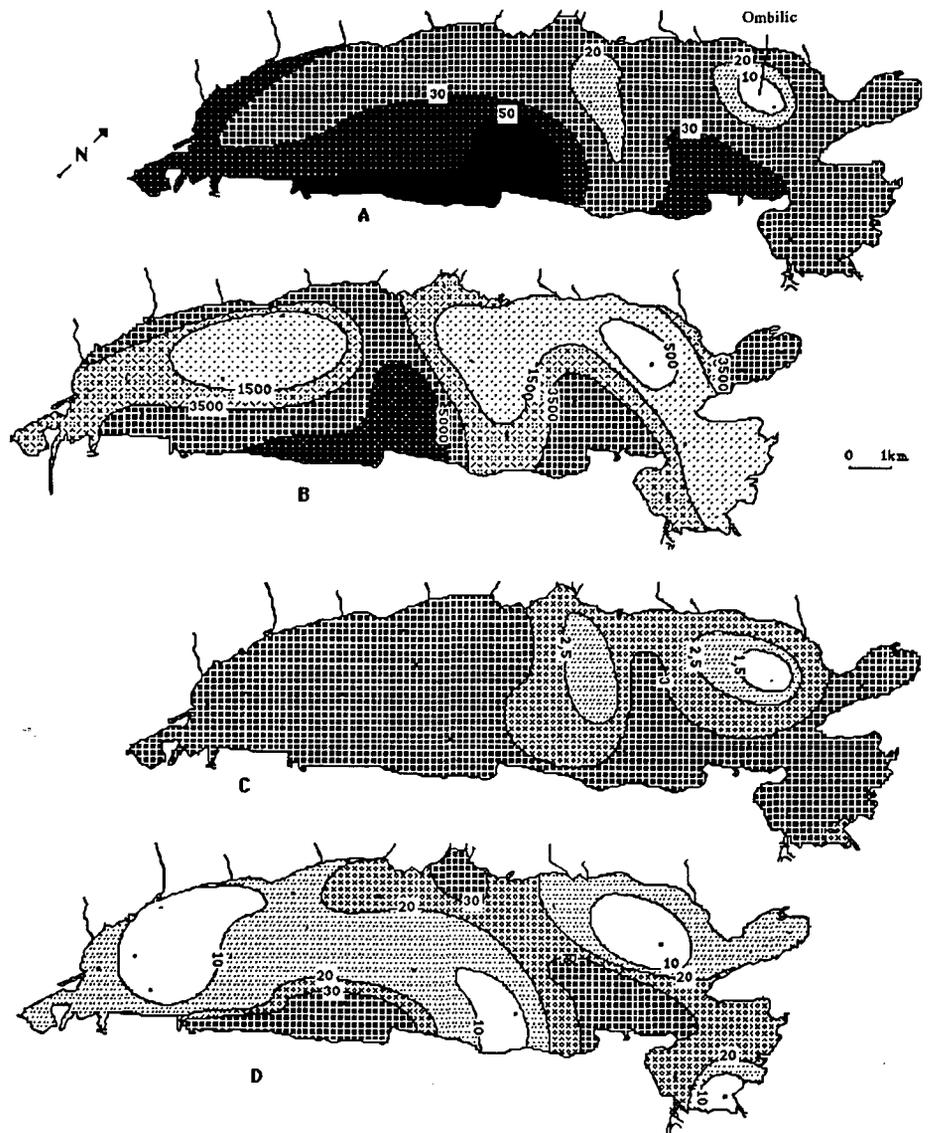
Figure 6

Organisation de la macrofaune benthique dans l'étang de Thau.

- A : répartition de la richesse spécifique (nombre d'espèces) ;
- B : répartition de la densité (nombre d'individus par mètre carré) ;
- C : carte de l'indice de Shannon calculé sur les effectifs ;
- D : répartition de la biomasse en g/m² de matière sèche après décalcification.

Organization of benthic macrofauna in Thau lagoon.

- A: distribution by number of species;
- B: distribution by density (number of individuals per m²);
- C: application of the Shannon index;
- D: biomass distribution by ash content (dry weight in grammes per m²).



que les valeurs moyennes des densités restent modérées avec des variations limitées par comparaison avec nombre de bassins paraliques méditerranéens (Guelorget et Michel, 1977 ; Guelorget *et al.*, 1983 *b ; c et d* ; 1986 *a et b* ; 1987 ; 1989 ; 1990 ; Nicolaïdou *et al.*, 1988).

La répartition de l'indice de Shannon (fig. 6C), calculé sur les effectifs, confirme un certain nombre d'observations précédentes :

- présence d'une zone particulière selon l'axe Mèze-canal des Quilles, qui se marque à la station 33 par une diminution notable de l'indice de Shannon ;
- séparation de l'ensemble du système en deux sous-bassins séparés par la zone médiane précédente, avec un sous-bassin sud marqué par un indice de Shannon globalement plus élevé et un sous-bassin nord comportant une zone d'indice très faible centrée sur les tables conchylicoles (zone A).

La distribution de la biomasse (fig. 6D) fournit une image moins claire que les précédentes, et il est vrai que ce paramètre intègre de nombreuses variables telles que la taille et la composition intrinsèque des différentes espèces présentes dans le milieu, les densités spécifiques et leur état

physiologique. Ceci est vrai, d'après notre propre expérience, dans la plupart des bassins paraliques fortement influencés par la mer.

Néanmoins, le bassin apparaît une fois de plus divisé en deux entités : le sous-bassin nord présente une biomasse moyenne nettement plus importante en faisant abstraction, là encore, de la zone A qui supporte la biomasse minimale.

Au niveau de l'axe médian séparant les deux sous-bassins s'opposent, côté continent une zone de forte biomasse au large de Mèze, et une zone de très faible biomasse au voisinage de la rive maritime. Le sous-bassin sud comporte le maximum de biomasse au voisinage du lido. La station 42 présente une valeur de biomasse très élevée (178 g.m⁻²), liée à une densité importante de gros vénérédés.

Les résultats qualitatifs, et en particulier la large représentation des échinodermes ainsi que la quasi-absence d'espèces strictement paraliques telles que *Cerastoderma glaucum* et *Nereis diversicolor*, hormis dans quelques reculée marginales, montrent que l'étang de Thau est soumis à un confinement modéré, le terme de confinement étant pris au sens de Guelorget et Perthuisot (1983 et 1992). Plus précisément, le bassin est à cheval sur les zones II et III de

l'échelle de confinement proposée par ces auteurs à partir des peuplements benthiques de substrat meuble (fig. 7). Rappelons que la limite entre zone II et zone III est définie comme la limite de la présence des échinodermes et que l'échelle de confinement comporte six zones notées I à VI à partir du domaine marin, dans le sous-domaine où sont représentées des espèces thalassoïdes (proche paralyque).

Dans l'étang de Thau, cette limite correspond très schématiquement à la ligne de richesse spécifique égale à 25. Cette ligne sépare l'étang en deux parties : la zone II le long de la rive maritime et la zone III le long de la rive continentale. En outre, la zone II s'étend très largement vers les zones centrales du bassin tout le long du lido. Ceci démontre, que pour toute la partie sud de l'étang les communications morphologiques (passe de Pisse-Saumes, Canal des Quilles) avec la mer jouent un rôle mineur dans le renouvellement du bassin en eau marine. Il paraît clair que ce renouvellement doit s'effectuer, pour l'essentiel, en inféoflux à travers les sédiments grossiers du lido, sous l'effet de la dénivelée (alternative) produite par les vents entre l'étang et la mer (fig. 4). Pour confirmer cette hypothèse, une étude hydrologique fine de la nappe du lido reste à entreprendre.

L'ensemble des résultats qualitatifs et quantitatifs montre que l'étang de Thau se subdivise en deux sous-bassins de surfaces sensiblement identiques séparés par une bande étroite reliant Mèze à la région du débouché du canal des Quilles. Cette zone, dont nous avons vu précédemment les caractéristiques originales, correspond à une région hydrodynamiquement instable à la limite entre deux cellules de convection courantologique (Bocquillon et Tournoud, 1991) qui affectent chacun des sous-bassins. Elle se manifeste par une indentation de la zone III à l'intérieur de la zone II. On remarquera que cette subdivision est d'ordre hydrodynamique et ne correspond en rien à la division morphologique et toponymique de l'étang de Thau (Grand Étang et étang des Eaux Blanches). On remarquera aussi que le sens de rotation de chacune des cellules de convection varie en fonction du régime des vents. Les considérations précédentes soulignent le caractère intégrateur des peuplements benthiques.

L'axe Mèze-canal des Quilles fonctionne donc comme une barrière hydrodynamique séparant deux écosystèmes individualisés. Celui du Sud présente une organisation zonale sensiblement parallèle au lido ; l'influence de la passe de Pisse-Saumes se manifeste seulement par une bande de zone II qui s'amenuise le long de la rive continentale. Le sous-bassin nord a une organisation spirale gérée par le trajet des courants à partir des canaux de Sète. La zone A des tables conchylicoles apparaît ainsi comme un ombilic hydraulique et en présente toutes les caractéristiques biogéologiques (Guelorget *et al.*, 1984 ; 1989) : accumulation préférentielle de particules minérales fines et de matière organique, absence de couverture macrophytique, disparition des pélecypodes filtreurs, prolifération des détritivores. Ce sous-bassin nord ressemble plus que l'autre à un système lagunaire classique où le champ de confinement s'organise effectivement à partir de la passe.

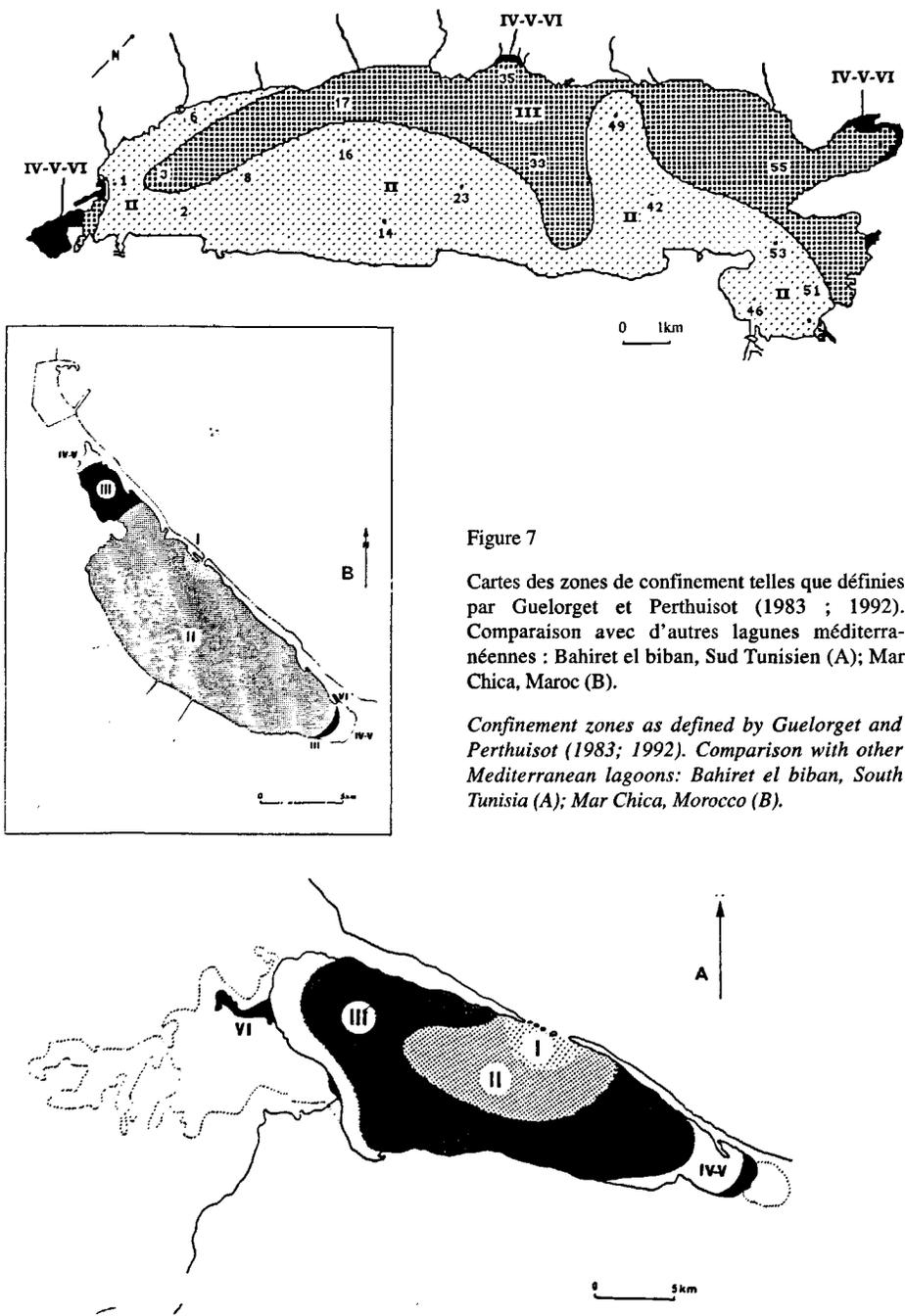


Figure 7
 Cartes des zones de confinement telles que définies par Guelorget et Perthuisot (1983 ; 1992). Comparaison avec d'autres lagunes méditerranéennes : Bahiret el biban, Sud Tunisien (A); Mar Chica, Maroc (B).
 Confinement zones as defined by Guelorget and Perthuisot (1983; 1992). Comparison with other Mediterranean lagoons: Bahiret el biban, South Tunisia (A); Mar Chica, Morocco (B).

Le caractère globalement plus confiné du sous-bassin nord se traduit par une richesse spécifique et une densité moyennes plus faibles et une biomasse, notamment de pélicypodes, plus forte que dans le sous-bassin sud. On peut rapprocher cette constatation des images obtenues par l'étude du phytoplancton (Jarry, 1990 ; Jarry *et al.*, 1990), qui semblent indiquer, pour ce compartiment biologique, une organisation similaire de l'ensemble de l'étang de Thau avec une partie nord plus riche et une partie sud plus pauvre. Ceci pourrait s'expliquer par une répartition analogue des nutriments (Casellas *et al.*, 1990 ; Pena, 1989). On notera à cet égard que la zone nord concentre l'essentiel des activités urbaines et industrielles du bassin versant.

La méiofaune

La méiofaune récoltée dans l'étang de Thau comporte plusieurs groupes taxonomiques : les nématodes très largement dominants, les harpacticoides, les polychètes, les ostracodes et divers autres d'importance numérique mineure.

L'abondance globale (fig. 8A) donne une image schématiquement inverse (en négatif) de celle de la densité de la

macrofaune benthique, les faibles valeurs caractérisant la bande au voisinage du lido, les fortes valeurs caractérisant les zones profondes de l'étang. La courbe d'isovaleur 1 500 individus pour 10 cm² circonscrit grossièrement les deux zones conchylicoles. L'axe Mèze-Canal des Quilles se marque ici encore par un abaissement notable de l'abondance totale. En outre, la zone A des tables conchylicoles présente les abondances maximales avec près de 7 500 individus pour 10 cm².

Les cartes des abondances relatives des nématodes, des harpacticoides et des polychètes fournissent des images semblables de la structure et de l'organisation de l'étang de Thau (fig. 8B, 8C et 8D). Les nématodes, par leur abondance relative, impriment à eux seuls la physionomie des peuplements méiofauniques. On remarquera encore l'anomalie constituée par la station 42, où les nématodes sont faiblement représentés et accusent la valeur la plus basse avec 47 %, alors que la biomasse de la macrofaune est maximale avec 178 g.m⁻².

Cette étude qualitative et quantitative de la méiofaune est en bon accord avec les interprétations issues de l'analyse de la macrofaune benthique quant au rôle prépondérant de l'hydrodynamisme et du confinement dans la structure et

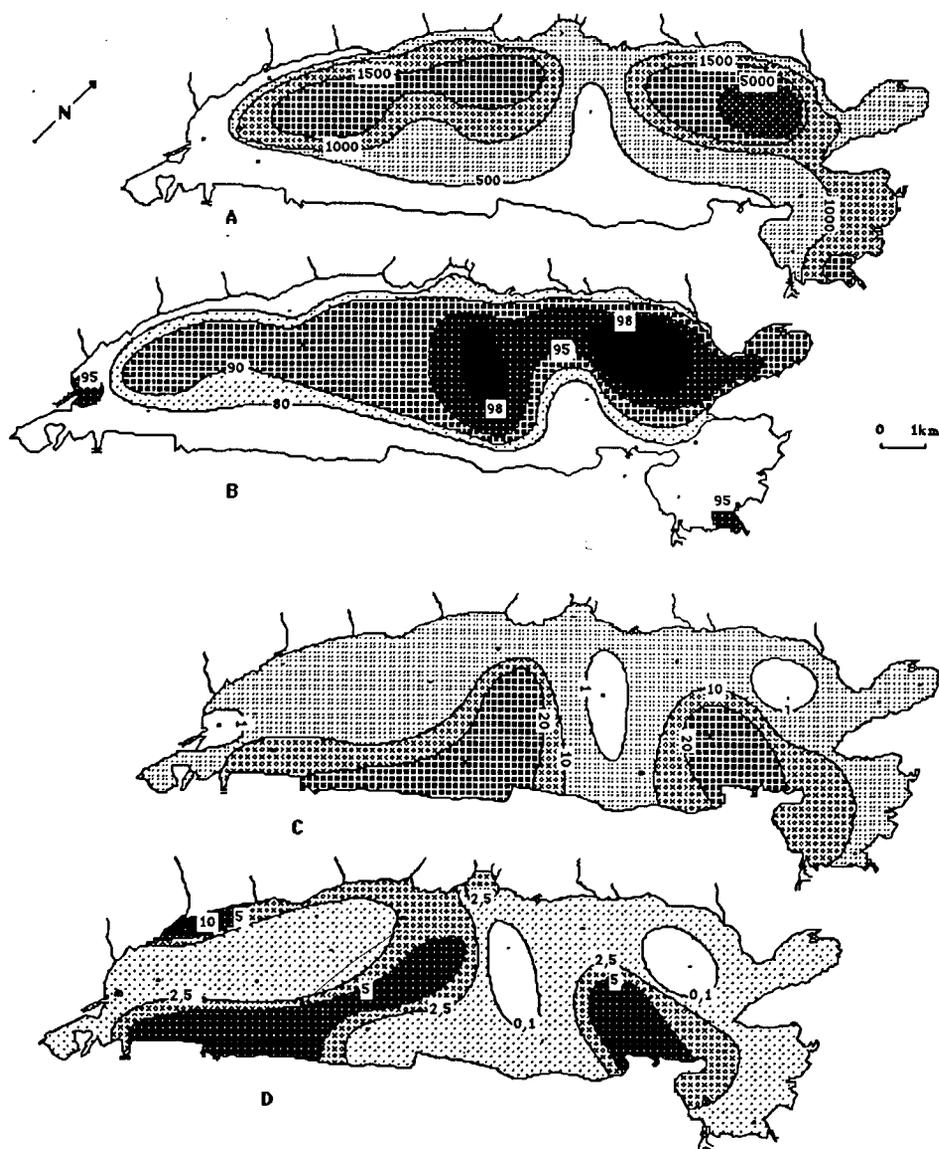


Figure 8

Organisation de la méiofaune dans l'étang de Thau. A : répartition de la densité de la méiofaune en nombre d'individus pour 10 cm² ; B : répartition de l'abondance relative (%) des nématodes ; C : répartition de l'abondance relative (%) des harpacticoides ; D : répartition de l'abondance relative (%) des polychètes.

Organization of meiofauna of Thau lagoon. A: distribution by density (number of individuals per 10 cm²); B: relative abundance (%) of nematodes; C: relative abundance (%) of harpacticoids; D: relative abundance (%) of polychaetes.

l'organisation du bassin de Thau. Cette étude comparative et concomitante montre en effet l'existence de relations fortes (même si elles sont inverses en ce qui concerne les abondances numériques globales) entre le compartiment macrofaunique et le compartiment méiofaunique bien que tous les essais de corrélations mathématiques se soient révélés peu concluants : il est presque certain que les paramètres sédimentaires interviennent largement dans l'abondance de la méiofaune, comme le suggère la comparaison entre la répartition des éléments fins (fig. 3) et la distribution quantitative de la méiofaune (fig. 8A).

CONCLUSION

Cette étude, bien que limitée dans le temps et au seul compartiment benthique apporte une conception nouvelle de la structure et de l'organisation de l'étang de Thau. Celle-ci transparaît en outre dans certaines images de la répartition des descripteurs instantanés (Jouffre et Amanieu, 1991).

Le bassin apparaît en effet scindé en deux sous-bassins individualisés, séparés par une zone étroite chroniquement perturbée par un hydrodynamisme anarchique. Cette zone fait office de barrière, ou, à tout le moins, de seuil entre les deux parties du bassin. La faible richesse spécifique qu'elle présente s'interprète, à notre avis, par des variations continues du champ de confinement qui empêche l'installation de peuplements biologiques stables.

Cette «barrière» délimite deux systèmes lagunaires de nature et de fonctionnement différents.

Le système nord possède une organisation classique de type bahira (Perthuisot et Guelorget, 1992) avec une passe unique qui assure les échanges avec la mer. Le champ de confinement (temps de renouvellement du milieu en éléments d'origine marine (Guelorget et Perthuisot, 1983 et 1992), tel que le décrit la zonation du benthos, s'y organise en fonction de la distance à la passe de Sète, le long du trajet des eaux selon un schéma très classique et voisin de celui de la Bahiret el Biban par exemple (fig. 7). En outre, il apparaît une zone d'ombilic, où stagnent les eaux, dans la région A des tables conchylicoles.

Le système sud, de type lagune, fonctionne de manière très différente avec une zonation biologique grossièrement parallèle au lido, probablement parce que l'essentiel des échanges avec la mer s'effectue à travers celui-ci sur toute sa longueur. De tels exemples sont rares. On évoquera cependant le cas de la lagune de Nador (Mar Chica), au Maroc, de type bahira-lagune, qui présente une organisation biogéologique similaire (Guelorget *et al.*, 1987).

RÉFÉRENCES

Bocquillon C. et M.G. Tournoud (1991). L'analyse chronologique des structures physiques de l'étang de Thau, in : *Écothau. Synthèse des résultats*. D. Jouffre et M. Amanieu, éditeurs. Université. Montpellier II, 47-58.

Cette alimentation multiple du complexe lagunaire que constitue l'ensemble de l'étang de Thau rend compte de son caractère fortement anomalique à première vue quand on considère sa morphologie générale (dont la taille et la position excentrée de la passe principale) au regard de son faible confinement global. Ainsi, ici encore s'applique la notion de confinement : elle rend compte de la disposition des zones biologiques en fonction des échanges avec la mer. Il est vrai que cette notion n'est pas totalement acceptée par tous les spécialistes des aires paraliques (Sacchi et Ambrogi, 1992). L'étang de Thau est cependant un nouvel exemple de sa valeur générale en ce qui concerne les lagunes méditerranéennes.

Il nous paraît utile d'insister ici sur l'organisation gémellaire de l'étang de Thau, car elle se marque de façon remarquable dans la disposition des zones conchylicoles. On remarquera, tout d'abord, que celles-ci se situent au voisinage immédiat du passage entre la zone II et la zone III de l'échelle de confinement : les conchyliculteurs ont empiriquement et intuitivement (par connaissance ancestrale du milieu lagunaire au bord duquel ils vivaient et en l'absence de substrats durs) implanté leurs installations dans la zone qui naturellement supporte les ostréidés. Le hiatus entre la zone A et la zone B des tables n'en paraît que plus significatif du point de vue biologique : il signale donc la présence du «seuil hydrodynamique» plus confiné qui sépare les deux systèmes. On ne s'étonnera pas, par ailleurs, que cette zone soit un terrain d'élection pour la pêche à la palourde.

Le complexe lagunaire de l'étang de Thau apparaît, à travers cette étude, comme relativement sain dans la mesure où les échanges avec la mer - la vivification marine- s'opèrent aisément. Cependant, la présence d'indicateurs d'engraissement organique, notamment dans les zones conchylicoles et à leur périphérie, doit être prise comme un signal d'alarme car elle dénote une dégradation du milieu sous l'effet de l'intensification de la conchyliculture.

Remerciements

Il nous est agréable de remercier ici, pour leur participation à cette étude, MM. J. Calvario, P. Borsa, E. Dutrieux, B. Gout ainsi que P.-Y. Hamon et H. Tournier pour leur pilotage sur l'étang. Nous sommes très redevables envers G. Cauwet et P. Vitiello de leurs études respectives sur les sédiments et sur la méiofaune. Le programme *Écothau* a été financé par le Centre National de la Recherche Scientifique (PIREN), l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer et le Ministère de l'Environnement, et placé sous la responsabilité de Monsieur le Professeur M. Amanieu.

Carrada G.C. et E. Fresi (1988). La lagune salmastre costiere. Alcune riflessioni sur problemi e sui metodi. in: *La lagune costiere : ricerca e gestione*, G.C. Carrada, F. Cicogna et E. Fresi, éditeurs. C.L.E.M., Massa Lubrense, Naples, Italie, 35-56.

- Carrada G., I. Ferrari, O. Guelorget, F. Lumare et J.-P. Perthuisot (1987). Les lagunes méditerranéennes. *Colloque franco-italien «Écologie littorale méditerranéenne»*, Marseille, France, juin 1986, *Bull. Ecol.*, **18**, 2, 185-186.
- Casellas C., G. Pena, B. Picot, S. Illes et J. Bontoux (1990). Structure spatiale des sels nutritifs au sein d'un écosystème lagunaire : l'étang de Thau. *Wat. Res.*, **24**, 12, 1479-1489.
- Chassefière B. (1967). Sur la sédimentologie et quelques aspects de l'hydrologie de l'étang de Thau. *Thèse 3^{ème} cycle*, Université Montpellier, France.
- Day J.W. A., Yanez-Arancibia, O. Guelorget et J.-P. Perthuisot (1989). Coastal lagoons, important results and recommendations. in : *3rd International Wetlands Conference «Conservation and development : the sustainable use of wetland resources»*, Rennes, France, J.-C. Lefeuvre, éditeur. 181-182.
- Debennay J.-P. (1991). Benthic foraminifera used as indicators of a gradient of marine influence in paralic environments of Western Africa. *J. Afr Earth Sci.*, **12**, 1/2, 335-340.
- Debennay J.-P., J.-P. Perthuisot et B. Collevil (1993). Expression numérique du confinement par les peuplements de foraminifères, Applications aux domaines paraliqes d'Afrique de l'Ouest. *C.r. Acad. Sci., Paris*, **316**, 2, 12, 1823-1830.
- De Jonge V.N. et L.A. Bouwman (1977). A simple density separation technique for quantitative isolation of meiobenthos using of colloidal silica ludox-TN. *Mar. Biol.*, **42**, 143-148.
- Frisoni G.F., O. Guelorget et J.-P. Perthuisot (1984). Ecological diagnosis applied to biological development of Mediterranean coastal lagoons : methodological approach, in: Management of coastal lagoon fisheries, J.M. Kapetsky et G. Lasserre, éditeurs. *Studies and reviews, F.A.O., Rome*, **61**, 1, 39-95.
- Gadel F. (1968). Sur un exemple d'évolution lagunaire : l'étang de Saint-Nazaire (Roussillon). *Vie Milieu*, **19**, 2B, 291-321.
- Géhan P. et H. Jeanneret (1984). La macrofaune benthique de l'étang de Thau : approche biocoénotique. *Thèse 3^{ème} cycle*, Université Montpellier II, France.
- Guelorget O. et P. Michel (1977). Étude sédimentologique d'une lagune saumâtre méditerranéenne, l'étang du Prévost (Hérault). *Vie Milieu*, **27**, 1B, 111-130.
- Guelorget O. et J.-P. Perthuisot (1983). Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. *Travaux du Laboratoire de Géologie de l'École Normale Supérieure*. Presses de l'ENS, Paris, 16, 136 pp.
- Guelorget O. et J.-P. Perthuisot (1992). Paralic ecosystems. Biological organization and functioning. *Vie Milieu*, **42**, 2, 215-251.
- Guelorget O., G.-F. Frisoni et J.-P. Perthuisot (1983 a). Caractérisation écologique des milieux en domaine paralique. Critères de choix des paramètres utiles. *Bull. Ecol.*, **14**, 1, 25-34.
- Guelorget O., C. Mazoyer-Mayere, J.-P. Perthuisot et M. Amanieu (1983 b). La production malacologique d'une lagune méditerranéenne : l'étang du Prévost (Hérault, France). *Rapp. P.-v. Réunion. Comm. int. Explor. scient. Mer médit.*, **28**, 6, 107-112.
- Guelorget O., G.-F. Frisoni, J.-P. Perthuisot et M. Amanieu (1983 c). Le rôle du confinement dans l'écosystème lagunaire méditerranéen. *Rapp. P.-v. Réunion. Comm. int. Explor. scient. Mer médit.*, **28**, 6, 337-340.
- Guelorget O., G.-F. Frisoni et J.-P. Perthuisot (1983 d). Structure et fonctionnement d'un écosystème-type du domaine paralique méditerranéen. *Rapp. P.-v. Réunion. Comm. int. Explor. scient. Mer médit.*, **28**, 6, 349-354.
- Guelorget O., G.-F. Frisoni, A. Ibrahim, A. Jauzein, K. Medhioub, J. Clastère, A. Maurin, J.-M. Rouchy et J.-P. Perthuisot (1984). Ombilics hydrauliques et chenaux, zones singulières des bassins paraliqes. Leurs caractéristiques biologiques et sédimentaires. *Congrès Européen de Sédimentologie, Marseille, France, avril 1984, Abstracts*, 202-203.
- Guelorget O., G.-F. Frisoni et J.-P. Perthuisot (1986 a). Οικολογία των λιμνοφαλασσών και υδατοκαλλιεργειών (Écologie des lagunes et aquaculture. *I Nea Οικολογία*, 37-42.
- Guelorget O., G.-F. Frisoni, D. Monti et J.-P. Perthuisot (1986 b). Contribution à l'étude écologique des lagunes septentrionales de la baie d'Amvrakia (Grèce). *Oceanologica Acta*, **9**, 1, 9-17.
- Guelorget O., J.-P. Perthuisot, G.-F. Frisoni et D. Monti (1987). Le rôle du confinement dans l'organisation biogéologique de la lagune de Nador (Maroc). *Oceanologica Acta*, **10**, 4, 435-444.
- Guelorget O., G.-F. Frisoni, M.C. Ximenes et J.-P. Perthuisot (1989). Expressions biogéologiques du confinement dans le lac Melah (Algérie). *Revue Hydrobiol. trop.*, **22**, 2, 87-99.
- Guelorget O., D. Gaujous, M. Louis et J.-P. Perthuisot (1990). Macrobenthofauna of lagoons in Guadeloupean mangroves (Lesser Antilles), Role and expressions of the confinement. *J. coast. Res.*, **6**, 3, 611-626.
- Ibrahim Wahid Elsayed A., O. Guelorget, G.-F. Frisoni, J.-M. Rouchy et J.-P. Perthuisot (1985). Expressions hydrochimiques, biologiques et sédimentologiques des gradients de confinement dans la lagune de Guemsah (Golfe de Suez, Égypte). *Oceanologica Acta*, **8**, 3, 303-320.
- Jarry V. (1990). Étude pluridisciplinaire en écologie lagunaire (étang de Thau, France) : stratégie d'échantillonnage et organisation spatiale du phytoplancton. *Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, France*, 174 pp.
- Jarry V., M. Fiala, G.-F. Frisoni, G. Jacques, J. Neveux et M. Panouze (1990). A pelagic ecosystem in a Mediterranean lagoon (étang de Thau) : the spatial repartition of phytoplankton. *Oceanologica Acta*, **13**, 4, 503-512.
- Jouffre D. et M. Amanieu, éditeurs (1991). *Écothau* : Programme de recherches intégrées sur l'étang de Thau. Synthèse des résultats. Rapport, Université Montpellier II, France.
- Medhioub K. (1979). La Bahiret el Biban. Étude géochimique et sédimentologique d'une lagune du Sud-Est tunisien. *Travaux du Laboratoire de Géologie de l'École Normale Supérieure*, Presses de l'ENS, Paris, 13, 150 pp.
- Medhioub K. (1984). Étude géochimique et sédimentologique du complexe paralique de la dépression de Ben Guirden (SE tunisien) Bahiret el Biban, Sebkhel bou Jmel, Sebkhel el Medina. *Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris*, 380 pp.
- Nicolaïdou A., F. Bourgovizani, A. Zeneto, O. Guelorget et J.-P. Perthuisot (1988). Distribution of molluscs and polychaetes in coastal lagoons in Greece. *Estuar. coast. Shelf Sci.*, **26**, 337-350.
- Pena G. (1989). Sels nutritifs et polluants métalliques dans un écosystème lagunaire : l'étang de Thau. *Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, France*, 143 pp.
- Perthuisot J.-P. (1991). On the concept and nature of athalassic (non marine) saline waters. *Salinet.*, **6**, 86-90.
- Perthuisot J.-P. et O. Guelorget (1992). Morphologie, organisation hydrologique, hydrochimie et sédimentologie des bassins paraliqes. *Vie Milieu*, **42**, 2, 93-109.
- Perthuisot J.-P., G.-F. Frisoni, O. Guelorget et A. Maurin (1983). Expressions hydrochimiques, sédimentologiques et biologiques du gradient de confinement dans un partènement salinier abandonné : le Triangle des Bermudas (Santa Pola, Espagne). *J. Rech. océanogr.*, **8**, 1, 37-56.
- Perthuisot J.-P., A. Ibrahim, O. Guelorget, J.-P. Margerel, C. Jusserand et A. Maurin (1990 a). L'organisation biologique du Lac Tamsah (Ismailia, Égypte). *Revue Hydrobiol. trop.*, **23**, 1, 77-90.
- Perthuisot J.-P., O. Guelorget, A. Ibrahim, J.-P. Margerel, A. Maurin et M. Piron-Frenet (1990 b). Étude hydrochimique, biologique et sédimentologique d'un lac intracontinental à peuplements lagunaires : la Birket Karoun (Fayoum, Égypte). *Geodin. Acta*, **4**, 2, 73-89.
- Ponthoreau-Granet C. (1987). L'organisation biogéologique des milieux paraliqes atlantiques, bassin d'Arcachon, Traich du Croisic. *Diplôme de Recherche Universitaire, Université de Nantes, France*, 144 pp.
- Sacchi F. et A. Occhipinti Ambrogi (1992). Confinement et biocénoses paraliqes. *Vie Milieu*, **42**, 2, 207-214.
- Sonnenfeld P. et J.-P. Perthuisot (1989). Brines and evaporites. *Short course in geology, 3rd International Geological Congress, Washington, USA*, 126 pp.