

Distribution des macrophytes benthiques dans la lagune de Smir (nord-ouest du Maroc)

Saïd BENHISSOUNE ¹, Abdellatif CHAOUTI ² & Abdellatif BAYED ²

1. Université Ibn Zohr, Faculté des Sciences, Laboratoire d'Océanographie et Limnologie,
B.P. 403, Agadir principale, 80000 Agadir, Maroc. e-mail : benhissounesaid@yahoo.fr

2. Université Mohammed V - Agdal, Institut Scientifique, Unité de recherche OCEMAR, B.P. 703, Agdal,
10106 Rabat, Maroc. e-mail : chaouti@israbat.ac.ma ; bayed@israbat.ac.ma

Résumé. Les macrophytes de la lagune de Smir ont été échantillonnées en novembre 2000 à travers 13 stations permettant ainsi de récolter 13 espèces d'algues et quatre espèces de phanérogames. Les analyses multivariées ont permis de subdiviser la lagune en trois secteurs. Le premier, localisé autour de la débouchée de l'Oued Smir dans la lagune, est dominé par les phanérogames *Potamogeton pectinatus* et *Zostera noltii*. Le secteur sud est localisé près du chenal venant des marais, et les macrophytes y sont dominés par *Ruppia maritima* et *Cymodocea nodosa*. Près de la mer, le peuplement est exclusivement marin et dominé par les algues *Bangia atropurpurea* et *Ceramium diaphanum*. Comparée avec d'autres lagunes méditerranéennes, la richesse floristique de la lagune de Smir est qualifiée de faible et les différences observées concernent principalement les algues alors que le nombre d'espèces des phanérogames varie entre un et quatre.

Mots clés : algues, phanérogames, distribution spatiale, lagune, Mer Méditerranée.

Distribution of the benthic macrophytes in the Smir lagoon (northwest of Morocco)

Abstract. The macrophytes of the Smir lagoon were sampled in November 2000 in 13 stations, which permitted to collect 13 species of algae and four species of seagrasses. The multivariate analyses allowed to divide the lagoon into three sectors. The first one, located around the Oued Smir outlet within the Smir lagoon, is dominated by the phanerogams *Potamogeton pectinatus* and *Zostera noltii*. The southern sector lies close to the channel coming from marshes and the macrophytes are dominated by *Ruppia maritima* and *Cymodocea nodosa*. At the vicinity of the sea, the community is exclusively composed by marine algae and dominated by *Bangia atropurpurea* and *Ceramium diaphanum*. The floristic richness of Smir lagoon is lower compared to the one existing in the other Mediterranean lagoons and the differences reported were related to the algae whereas the species number of phanerogams varied from one to four.

Key words: algae, seagrasses, spatial distribution, lagoon, Mediterranean Sea.

INTRODUCTION

Les lagunes, interface entre les milieux marins et les milieux continentaux, occupent 13% de la frange côtière mondiale (Nixon 1982). Elles sont caractérisées par une grande instabilité de leurs facteurs physico-chimiques (Amanieu & Lasserre 1982), qui peuvent provoquer des perturbations aussi fréquentes que brusques, qui à leur tour forcent la sélection des espèces qui fréquentent ces milieux (Petit 1953). Une telle sélection se traduit par des adaptations morphologiques ou génétiques des populations locales (Borsa 1990). A cette réduction de la diversité spécifique, s'oppose une capacité de production biologique importante liée à la richesse du milieu en sels nutritifs. Dans les lagunes, la production primaire développée par les macrophytes benthiques contribue pour une grande part dans la production primaire lagunaire et elle est équivalente à celle obtenue dans les milieux marins les plus productifs tels que les zones d'upwelling ou les champs de laminaires.

Les macrophytes benthiques participent dans les processus écologiques, énergétiques et économiques essentiels au

fonctionnement et au maintien de l'équilibre hydrologique de l'écosystème lagunaire, tels que l'oxygénation, la dynamique des sels nutritifs et le transfert d'énergie vers les échelons trophiques supérieurs (Gerbal & Verlaque 1995), même si l'eutrophisation de certaines zones favorise la prolifération d'algues, Ulvophyceae principalement (Sfriso *et al.* 1987), qui en été, peuvent être à la base de crises dystrophiques plus ou moins sévères (Frisoni 1990). Les herbiers de Zostères constituent des zones très productrices parmi les phytocénoses lagunaires ; ils assurent par ailleurs la fixation du sédiment et constituent un abri pour les alevins (Hillman *et al.* 1989, Frisoni 1990).

La présente étude menée dans le cadre du projet MECO de la communauté européenne (Contrat ERB-IC18-CT-98-0270, années 1999-2001) "Baseline research for the integrated sustainable management of Mediterranean sensitive coastal ecosystems" dresse un inventaire des espèces présentes et tente de mettre en évidence les facteurs du milieu impliqués dans leur distribution dans la lagune.

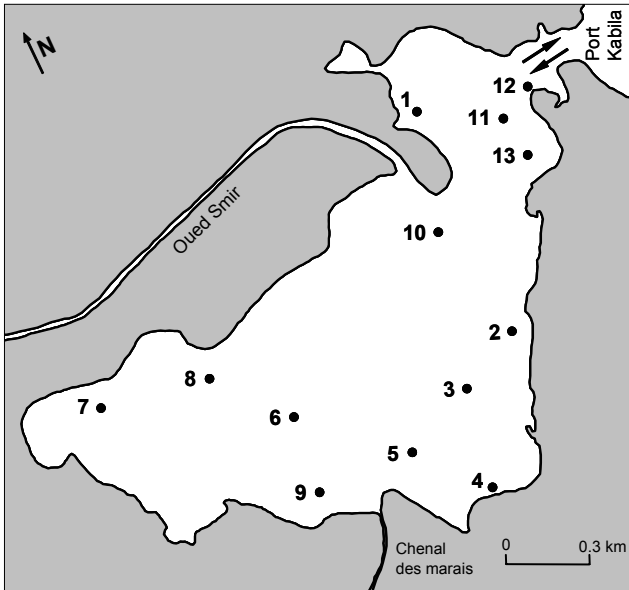


Figure 1. Localisation des stations d'échantillonnage des macrophytes dans la lagune de Smir.

MATERIEL ET METHODES

La lagune de Smir fait partie d'un grand complexe d'habitats écologiques portant le même nom. Elle est localisée juste au Nord de la ville de M'diq à quelques 25 km au sud de l'entrée méditerranéenne du détroit de Gibraltar. Par cette position géographique (25°43' Nord - 5°20'Ouest), la lagune de Smir est la lagune méditerranéenne la plus proche de l'Atlantique (Fig. 1). Sa superficie est de 30 hectares et sa profondeur moyenne y est de 1 m en vives-eaux. Le substrat de la lagune est un sédiment vaseux et sablo-vaseux très largement couvert d'algues et de phanérogames. Elle communique avec la mer à travers le port de plaisance de Kabila par le biais d'une ouverture de plus de 20 mètres de largeur. Bien que l'amplitude de la marée soit modeste, la topographie quasi plane de son fond favorise la pénétration de la marée sur toute sa surface.

Les eaux de l'Oued Smir qui débouchent dans la lagune et qui jouaient par le passé un rôle déterminant dans l'hydrologie de la lagune se trouvent actuellement à des débits réduits suite à la construction d'un barrage en 1991 à une dizaine de kilomètres en amont de la lagune. La lagune reçoit aussi d'autres eaux continentales et des eaux domestiques par le biais de petits chenaux dont le principal, dénommé ici 'chenal des marais', draine les eaux pluviales et de ruissellement des marais, auxquelles s'ajoutent des eaux usées excédentaires venant de la ville de M'diq et qui ne peuvent être traitées par la station d'épuration actuelle, de capacité réduite. Les marais jouent ainsi un rôle important en épurant ces eaux avant leur arrivée dans la lagune. Par le biais du 'chenal des marais', la marée pénètre progressivement dans les schorres imposant ainsi une tendance à la marinisation de la lagune et des parties adjacentes des marais. Cette interaction entre eaux marines, eaux continentales et eaux provenant des marais est accentuée par la succession des saisons, ce qui permet de qualifier les eaux de la lagune de mésosalines en hiver et euhaline en été avec une salinité qui varie entre 30 et 40

(Bayed & Chaouti 2001). La température de l'eau de la lagune varie entre 12°C en hiver et 32°C en été. Dans les différents endroits de la lagune, la température du sédiment à 5 cm de profondeur, se superpose généralement à celle de la colonne d'eau (Bayed & Chaouti 2001).

Les algues et les phanérogames aquatiques ont été étudiées en juillet 2000 à travers de 13 stations (Fig. 1). Les macrophytes ont été récoltées à la main en veillant à avoir un échantillon qui soit représentatif de la physionomie de chaque station sur une aire de 10 m² environ. Les échantillons ont été immédiatement fixés au formol à 5%. Au laboratoire ce sont déroulées les opérations de lavage, tri, étalage et observation au microscope stéréoscopique.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) (Benzecri 1973) constitue une première étape dans l'exploration des matrices stations-espèces et permet un traitement synthétique des données. Afin de mettre en évidence plus nettement les groupes et les unités de peuplement du macrophytobenthos de la lagune de Smir, l'AFC a été couplée à une classification ascendante hiérarchique (CAH) utilisant la distance euclidienne et le diamètre "complete linkage" comme critère d'agrégation. La CAH appliquée aux stations est réalisée à partir de leurs coordonnées sur les trois premiers axes factoriels de l'AFC (Legendre & Legendre 1984, Roux 1985). L'AFC et la CAH sont deux approches complémentaires, la première fait apparaître des gradients ou des évolutions, alors que la seconde situe les ruptures. La CAH sert également d'aide à l'interprétation de l'ordination, en permettant de retenir les groupes réellement formés sur les axes factoriels (Blanc & Laurec 1976, Leprêtre 1988).

RESULTATS

Dans les 13 stations échantillonnées dans la lagune de Smir, 17 espèces ont été récoltées, parmi lesquelles 13 sont des algues et 4 des phanérogames (Tab. I). Le terme général de cette matrice est une succession de "1" et de "0" correspondant respectivement à la présence ou à l'absence d'une espèce donnée dans une station donnée.

Les trois premiers axes factoriels de l'AFC totalisent 71,1% (F1=39,7% ; F2=17,5% ; F3=13,9%). L'analyse du nuage des stations (Fig. 2) et des inerties relatives supérieures à 10% (Tab. II) montrent la dominance des stations 1, 6, 7, 8 et 10 dans les valeurs positives de l'axe factoriel F1 (leur inertie relative totale est égale à 78,9%). La formation de ce groupe est due à la présence de deux espèces, *Potamogeton pectinatus* et *Zostera noltii* dont les inerties relatives respectives pour l'axe F1 sont de 26,0% et 47,6% (Fig. 3, Tab. II). Dans les valeurs négatives de F1, les autres stations forment un pool sans dominance particulière d'une ou d'un groupe de stations.

L'analyse de l'axe factoriel F2 permet de séparer entre la station 11 (36,3%) dans les valeurs positives avec les espèces *Bangia atropurpurea* (11,2%) et *Ceramium diaphanum* (11,2%) (espèces présentes uniquement au niveau de la station 11) et des stations 4 (14,2%) et 9 (36,0%) dans les valeurs négatives de cet axe avec les espèces *Cymodocea nodosa* (26,1%) et *Ruppia maritima* (17,8%).

Tableau I. Matrice des données exprimée en présence/absence des espèces benthiques de la lagune de Smir récoltées dans treize stations notées de 1 à 13. Les espèces sont classées selon leur ordre alphabétique.

Espèces	Code	Stations												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Bangia atropurpurea</i>	BA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Ceramium diaphanum</i>	CD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chondracanthus asicularis</i>	CAS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Cladophora albida</i>	CA	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cladophora vagabunda</i>	CV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ectocarpus confervoides</i>	EC	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Enteromorpha clathrata</i>	ECL	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	EI	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Enteromorpha linza</i>	EL	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1
<i>Gracillaria verrucosa</i>	GV	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Potamogeton pectinatus</i>	PP	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
<i>Rupia maritima</i>	RM	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
<i>Ulva fasciata</i>	UF	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ulva lactuca</i>	UL	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>Ulva rigida</i>	UR	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Zostera noltii</i>	ZN	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
<i>Cymodocea nodosa</i>	CN	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Nombre d'espèces		4	9	8	7	5	2	2	2	3	2	10	5	11

Tableau II. Stations et espèces les plus contributives (inertie>10%) de l'AFC appliquée aux macrophytes de la lagune de Smir avec indication de leurs inerties relatives.

Axe factoriel	F1		F2	
Contribution relative en %	39,77		17,51	
Signe	+	-	+	-
Stations	1 (13,6%) 6 (18,2%) 7 (18,2%) 8 (10,7%) 10 (18,2%)		11 (36,3%)	4 (14,2%) 9 (36,0%)
Espèces	PP (47,6%) ZN (26,0%)		BA (11,2%) CD (11,2%)	RM (17,8%) CN (26,1%)

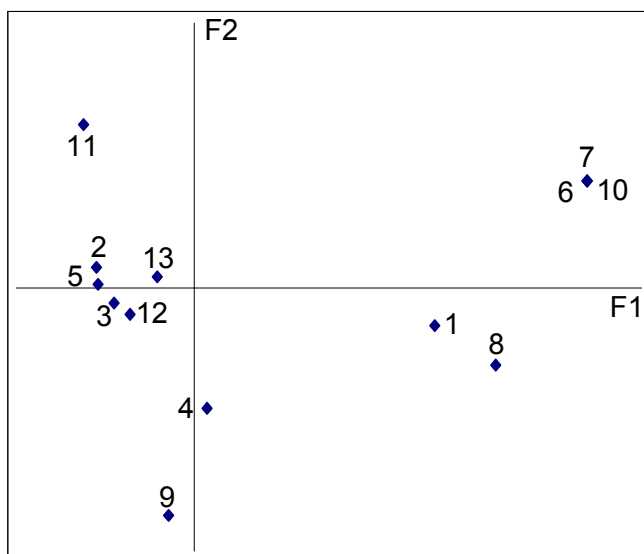


Figure 2. Distribution du nuage "stations" dans le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC appliquée aux macrophytes de la lagune de Smir

D'autre part, l'analyse des différents groupes floristiques et leur disposition dans le plan factoriel F1xF2 montre une séparation entre les phanérogames et les algues (Fig. 3), les quatre espèces qui composent les phanérogames constituent un nuage plus écarté que celui relatif aux espèces d'algues.

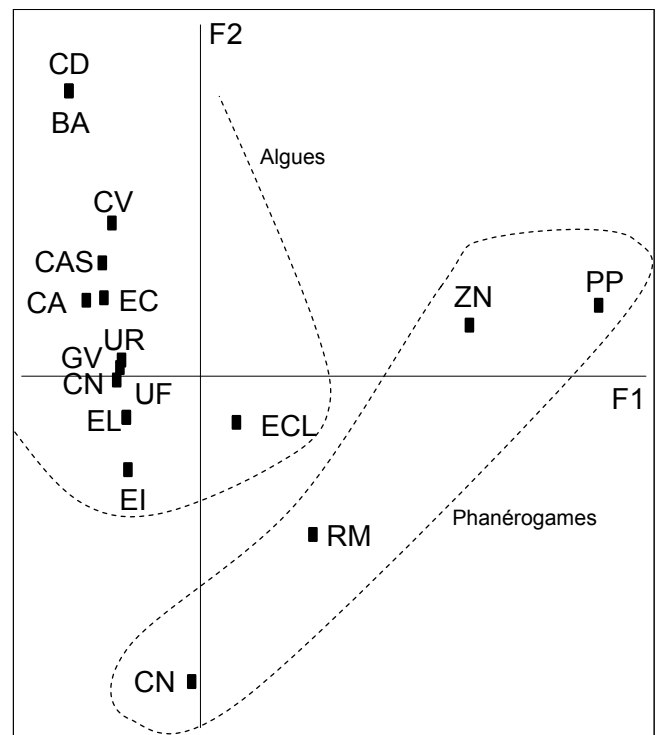


Figure 3. Distribution du nuage "espèces" dans le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC (pour le code des espèces, se référer au tableau I.)

La comparaison entre la distribution des stations les plus contributives dans le plan factoriel F1xF2 et leur positionnement dans la lagune met en évidence une distinction spatiale entre les trois groupes identifiés par l'AFC. Ainsi, dans la partie nord de la lagune, soumise à l'influence de l'Oued Smir, sont localisées les stations qui se trouvent dans les valeurs positives de F1. Dans la partie sud sont cantonnées les stations 4 et 9 qui se distinguent dans les valeurs négatives de F2, alors que la station 11 dominée par deux espèces d'algues se trouve à proximité du goulet de communication de la lagune avec la mer Méditerranée et qui occupe dans l'analyse factorielle les valeurs positives de l'axe F2.

L'analyse du dendrogramme issu de la CAH met en évidence trois groupes de stations (Fig. 4). Le premier groupe, formé par les stations 1, 6, 7, 8 et 10, a été mis en évidence également par l'AFC. Le second groupe est composé des stations 2, 3, 4, 5, 9, 12 et 13, dont les stations 2 et 3 forment un sous groupe. Le dernier groupe est formé par la station 11, mis en évidence également par l'AFC.

Dans le groupe 1, le nombre d'espèces est compris entre 2 et 4 dans chaque station ; en revanche, dans le groupe 2, et à l'exception de la station 3, toutes les autres ont une richesse spécifique au moins égale à 5, la moyenne du groupe étant de 7,1 contre 2,4 dans le groupe 1. Dans le groupe 3, 10 espèces ont été identifiées.

DISCUSSION

L'identification des groupes de stations par l'AFC et la CAH correspond à une répartition spatiale différenciée de ces stations dans la lagune de Smir. La prise en compte des arrivées d'eaux dans la lagune permet de chercher une corrélation entre facteurs hydrologiques et distribution spatiale des macrophytes benthiques. Le groupe A, identifié dans les valeurs positives de l'axe factoriel F1, est formé de stations ayant peu d'espèces et comportant des phanérogames, à l'exception de la station 1, localisée dans la partie nord de la lagune, où l'on trouve en plus l'algue *Enteromorpha clathrata*, ce qui est à l'origine de

l'identification de ce groupe aussi bien par l'AFC que la CAH. Dans ce secteur euryhalin (Chaouti 2003), la salinité reste relativement plus basse qu'ailleurs dans la lagune, d'une part, et l'oxygène dissous y est relativement faible, d'autre part, ce qui laisse penser à l'absence de conditions très favorables à l'installation des algues (Bayed & Chaouti 2001).

Près du chenal des marais, se distinguent, à partir de l'AFC, les stations 4 et 9 dont la composition spécifique compte à la fois des algues et des phanérogames avec des espèces indicatrices d'enrichissement en matière organique : *Gracillaria verrucosa*, *Entromorpha* spp. et *Ulva* spp. (Gerbal 1994). En effet, dans ce secteur, l'arrivée des eaux provenant des marais, plus salées et enrichies en matière organique par les rejets d'eaux usées de la ville de M'diq, contribuent à la prolifération de cette macroflore tolérant l'eutrophisation. D'autre part, la biomasse végétale qui meurt (feuilles des Phanérogames, algues séparées de leur support) est concentrée dans ce secteur par le vent (vent d'est "chergui" surtout) et se transforme en épave rejetée sur le rivage qui, en se dégradant localement, contribue de plus à l'enrichissement du milieu en matière organique

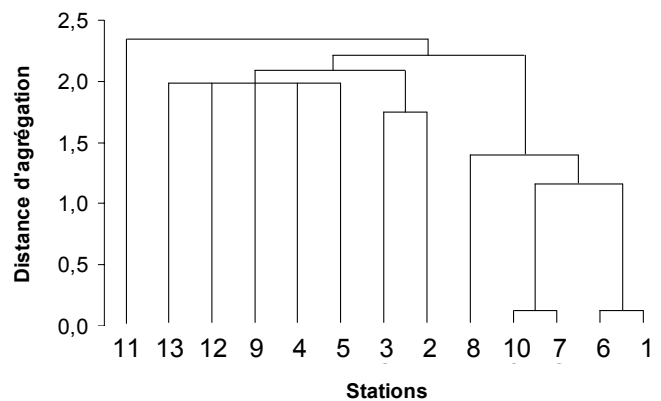


Figure 4. Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique inter-stations.

Tableau III. Richesse floristique (NT) de quelques milieux lagunaires méditerranéens pour les Rhodophyceae (Rh), Chlorophyceae (Ch), Fucophyceae (Fu) et Phanérogames (Ph), et superficie (S) exprimée en hectares (ha).

Localisation	Rh	Ch	Fu	Ph	NT	S (ha)	Auteurs
Mar Chica (Maroc)	62	31	18	2	113	1 140	Gonzalez & Conde (1991)
Smir (Maroc)	4	8	1	4	17	30	Présente étude
Ghar el Melh (Tunisie)	0	11	0	4	15	3 135	Romdhane & Chakroun (1986)
Bou Grara (Tunisie)	7	10	3	3	23	50 000	Zaouali (1980)
Venise (Italie)	31	28	9	3	71	267	Sfriso (1987)
Valli di Comacchio (Italie)	6	16	1	2	25	645	Giaccone & Piccoli (1974)
Mar Piccolo (Italie)	61	27	13	-	101	1 350	Cecere <i>et al.</i> (1991)
Mar Menor (Espagne)	29	27	19	4	79	5 240	Perez-Ruzafa (1990)
Bages-Sigean (France)	20	24	4	4	52	5 400	Mercier (1973)
Salses (France)	9	9	0	2	20	260	Feldmann (1954)
Prévost (France)	6	15	9	0	30	6 200	Riouall (1976)
Thau (France)	74	35	36	1	146	"	Ben Maïz (1986)
Berre (France)	13	23	4	4	44	4 400	Riouall (1972)
Diana (Corse, France)	26	13	7	3	49	28	Casabianca <i>et al.</i> (1972-73)
Urbino (Corse, France)	19	13	6	3	41	19	Casabianca <i>et al.</i> (1972-73)

Le groupe C identifié par la station 11, mis en évidence par l'AFC et la CAH, est composé exclusivement d'algues. Son individualisation est encore plus renforcée par la présence de *Bangia atropurpurea* et *Ceramium diaphanum* absentes ailleurs dans la lagune. Il y a également la présence de l'algue brune *Ectocarpus confervoides*, liée au caractère marin de ce secteur situé à l'entrée du goulet de communication de la lagune avec la mer.

La présente étude du macrophytobenthos a permis d'inventorier 17 espèces dont 13 algues et 4 phanérogames. Une analyse comparée de la richesse spécifique avec d'autres lagunes méditerranéennes (Tab. IV) révèle que la différence observée concerne essentiellement les algues, car le nombre de phanérogames varie entre 1 et 4, tandis que pour les algues, le nombre d'espèces oscille entre 11 et 145. Pour la lagune de Smir, la pauvreté algale peut être due à la faible superficie, la faible profondeur et la quasi absence de substrats durs. La prise en compte de cette combinaison de facteurs nous paraît essentielle pour toute comparaison, car la superficie seule ne permet pas de faire une distinction entre les richesses spécifiques des algues dans les milieux lagunaires méditerranéens (Tab. IV).

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet MECO financé par l'Union Européenne INCO-DC 4ème FP Contrat ERB-IC18-CT-98-0270 (1999-2001).

Références

- Amanieu M. & Lasserre G. 1982. Organisation et évolution des peuplements lagunaires. Proceedings of the International Symposium on coastal lagoons, *Oceanologica Acta*, 4 (num. sp.), 201-213.
- Battaglia B. & Fava G. 1982. Genetic adaptation to brackish-water environments. Proceedings of the International Symposium on coastal lagoons, *Oceanologica Acta*, 4 (num. sp.), 221-224.
- Bayed A. & Chaouti A. 2001. Caractérisation physico-chimique des eaux de la lagune de Smir en été. *Rapports du 36ème Congrès de la CIESM*, 36, 356.
- Ben Maiz N. 1986. *Flore algale (Rhodophyta, Phaeophyceae, Chlorophyceae, Bryopsidophyceae) de l'étang de Thau (Hérault)*. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Univ. Aix-Marseille II, 354 p.
- Benzécri J.P. 1973. *L'analyse des données ; 2. L'analyse des correspondances*, Dunod ed, Paris, France, 619 p.
- Blanc F. & Laurec A. 1976. De l'heuristique au thaumaturgique en traitement des données d'écologie marine. *Cah. ORSTOM*, sér. Océanogr., 16, 2, 539-545.
- Borsa P. 1990. *Génétique des populations de bivalves en milieu lagunaire : la palourde dans l'étang de Thau (Méditerranée)*. Thèse Doctorat, Univ. Paris VI, 147 p.
- Casabianca M.L., de Huve H. & Kiener A. 1972-73. Biotopes et biocénoses des étangs saumâtres corses : Biguglia, Diana, Urbino et Palo. *Vie & Milieu*, 23, 2, 187-227.
- Cecere E., Cormaci M. & Furnari G.. 1991. The marine algae of Mar Piccolo, Taranto (Southern Italy): a re-assessment. *Botanica marina*, 34, 3, 221-227.
- Chaouti A. 2003. *Biotypologie du macrozoobenthos de la lagune méditerranéenne de Smir : Analyses spatiale et spatio-temporelle*. Thèse Doctorat, Univ. Mohammed V, Fac. Sci. Rabat, 302 p.
- Feldmann J. 1954. Inventaire de la flore marine de Roscoff. Algues, champignons, lichens et spermaphytes. *Trav. Station. biol. Roscoff*, 6, 1-152.
- Frisoni G.F. 1990. *Les milieux lacunaires du Languedoc-Roussillon. Connaissance et aménagement*. Institut Aménagements Régionaux Environnement, Montpellier, i-vi, 95 p.
- Gerbal M. 1994. *Analyse spatio-temporelle des peuplements phytobenthiques de substrat meuble de l'étang de Thau (Hérault, France)*. Thèse Doctorat, Univ. Aix-Marseille II, 241 p.
- Gerbal M. & Verlaque M. 1995. Macrophytobenthos de substrat meuble de l'Etang de Thau (France, Méditerranée) et facteurs environnementaux associés. *Oceanologia Acta*, 18, 5, 557-571.
- Giaccone G. & Piccoli F. 1974. Ricerche idrobiologiche nelle valli di Comacchio. II : Contributo alla conoscenza della flora sommersa delle valli di Comacchio (alto Adriatico). *Ann. Univ. Ferrara*, ser. 1, Ecol., 1, 3, 55-69.
- González-García J.A. & Conde-Poyales F. 1991. Estudio florístico, fenológico y fitogeográfico del macrofitobentos de la Mar Chica (Sebcha Buareg de Nador, Mediterráneo Marroquí). *Acta Bot. malacitana* 16, 1, 63-80.
- Hillman K., Walker D.I., Larkum A.W.D. & McComb A.J. 1989. Productivity and nutrient limitation. In : Larkum A.W.D., McComb A.J. & Shepherd S.A. (Eds) - *Biology of seagrasses*. Elsevier Science publ., 635-685.
- Kinner A. 1979. *Ecologie, physiologie et économie des eaux saumâtres*. Masson Ed., Paris, 220 p.
- Legendre L. & Legendre P. 1984. *Écologie numérique*. I et II, Deuxième édition. Collection d'Écologie 12 et 13, Masson, Ed. 280p. et 344p.
- Leprêtre A. 1988. *Analyse multivariante des peuplements entomologiques. Établissement d'une méthodologie, application à une situation d'interface écologique*. Thèse Doctorat, Univ. Sciences et Techniques Lille-Flandres-Artois, Vol 1, 255 p., Vol 2, 155p.
- Mercier A. 1973. *Étude écologique de la végétation du complexe lagunaire de Bages-Sigean. Biomasse et production primaire des macrophytes*. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Univ. Paris VI, Vol 1, 105 p., Vol 2, 120p.
- Nixon S.W. 1982. Nutrient dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. In : Proceeding of the International Symposium on coastal lagoons. *Oceanologica Acta*, 4 (num. sp.), 357-371.
- Perez-Ruzafa I. 1990. Fenologia de las algas del Mar Menor (Murcia, SE de España). *Bot. Complutensis*, 16, 21-36.
- Petit G. 1953. Introduction à l'étude écologique des étangs méditerranéens. *Vie & Milieu*, 4, 569-604.
- Riouall R. 1972. *Contribution à l'étude des étangs de Berre et de Vaine (Bouches-du-Rhône)*. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Univ. Aix-Marseille II, 528 p.
- Riouall R. 1976. Étude qualitative des algues macrophytes de substrat meuble de l'étang du Prévost (Hérault). *Naturalia monspeliensia*, sér. Bot., 26, 73-94.
- Romdhane M.S. & Chakroun F.K. 1986. Les peuplements benthiques de la lagune de Ghar el Melh. *Bull. Inst. Natn. Sci. Tech. Océanogr. Pêche Salambô*, Tunisie, 13, 95-108.
- Roux M. 1985. *Algorithmes de classification*. Collection Méthodes et Programmes. Masson Ed., 152 p.

Sfriso A., 1987. Flora and vertical distribution of macroalgae in the lagoon of Venice: a comparison with previous studies. *G. Bot. ital.*, 121, 1-2, 69-85.

Sfriso A., Marcomini A. & Pavoni B. 1987. Relationship between macroalgal biomass and nutrient concentrations in a hypertrophic area of the Venice Lagoon. *Mar. Environ. Res.*, 22, 4, 297-312.

Zaouali J. 1980. Flore et faune benthiques de deux lagunes tunisiennes : le lac de Bizerte, Tunisie septentrionale, et la mer de Bou Grara, Tunisie méridionale. *Bull. Off. Natn. Pêche*, 4, 169-200.

Manuscrit reçu le 3 novembre 2004