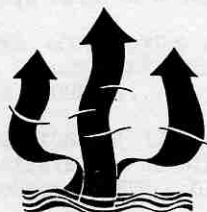


THE FIRST INTERNATIONAL WORKSHOP
ON POSIDONIA OCEANICA BEDS
PORQUEROLLES/FRANCE
12-15 OCTOBER 1983

INTERNATIONAL WORKSHOP ON POSIDONIA OCEANICA BEDS

Edited by

CHARLES-FRANÇOIS BOUDOURESQUE
ALAIN JEUDY DE GRISSAC
& JANNICK OLIVIER,



Published by G.I.S. POSIDONIE / Marseille / France / 1984

RELATIONS ENTRE LE SEDIMENTATION ET L'ALLONGEMENT DES RHIZOMES ORTHOTROPES DE *POSIDONIA OCEANICA* DANS LA BAIE D'ELBU (CORSE)

Charles F. BOUDOURESQUE*, Alain JEUDY DE GRISSAC** & Alexandre MEINESZ***

* Laboratoire d'Ecologie du Benthos et de Biologie végétale marine, Faculté de Luminy -
13288 MARSEILLE CEDEX 9 - FRANCE

** Laboratoire d'Océanologie marine et sédimentologie appliquées, Faculté des Sciences de Luminy -
13288 MARSEILLE CEDEX 9 - FRANCE

*** Laboratoire de Biologie et d'Ecologie Marines, Université de Nice, Parc Valrose - 06034 NICE CEDEX - FRANCE

RESUME

La datation des allongements, grâce à la lépidochronologie, permet de mettre en évidence, dans les herbiers à *Posidonia oceanica*, des fluctuations dans la vitesse de croissance des rhizomes au cours du temps. Ces fluctuations sont à rapprocher de celles du taux de sédimentation, liées non pas à des accidents météorologiques ou sédimentologiques, mais plutôt à des migrations de sédiments dans l'herbier lui-même, sous forme de rides sableuses transportées par les courants.

ABSTRACT

The dating (by Lepidochronology technics) of the growth of *Posidonia oceanica* rhizomes shows speed variations, in apparent relation with the sedimentation rate. These variations result rather from regular sand migration in *P. oceanica* meadows (sand-wave under current action) than from meteorological accident (storm).

1 - INTRODUCTION

Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile est une Phanérogame marine endémique de la Méditerranée (HARTOG, 1970; BOUDOURESQUE et al., 1977). Elle constitue, sur la plupart des côtes méditerranéennes, des peuplements denses nommés herbiers. En l'absence de pollutions, la limite inférieure de ces herbiers se situe généralement entre 30 et 40 m de profondeur (GIRAUD et al., 1979; HARME-LIN et LABOREL, 1976).

Les tiges de *P. oceanica*, partiellement souterraines, sont généralement désignées sous le nom de rhizomes; ces rhizomes peuvent être plagiotropes (horizontaux) ou orthotropes (verticaux); la différenciation des rhizomes orthotropes ou plagiotropes n'est pas irréversible : un rhizome orthotrope peut se transformer en rhizome plagiotope, et vice-versa (CAYE, 1980). La possibilité pour les rhizomes de *P. oceanica* de croître verticalement constitue une des caractéristiques essen-

tielles de l'espèce; elle explique l'édification de la matte, terme désignant le lacis serré de rhizomes et de racines (morts ou vivants) dont les interstices sont comblés par du sédiment (MOLINIER et PICARD, 1952). Le sédiment de la matte a été étudié, en particulier, par BLANC (1958) et BLANC et JEUDY DE GRISSAC (1978). Les groupes de feuilles, situés à l'extrémité des rhizomes autour des points végétatifs, sont désignés sous le nom de faisceaux.

Peu de données précises concernent la vitesse d'allongement des rhizomes (DREW et JUPP, 1976; JUPP, 1977; CAYE, 1980; PERGENT et al., 1983; MOSSE, 1984); on sait toutefois que les rhizomes plagiotropes s'allongent plus vite que les rhizomes orthotropes (Tabl I). Dans le présent travail, nous avons étudié l'allongement des rhizomes orthotropes en fonction de divers paramètres (stationnels, biotiques, sédimentologiques) utilisant les techniques

récentes de la lépidochronologie (CROUZET, 1981; PERGENT et al., 1983; MOSSE, 1983, 1984; BOUDOURESQUE et al., 1983).

2 - MATERIEL ET METHODES

Dix stations ont été étudiées en plongée (scaphandre autonome), en juillet 1982; elles sont situées dans la baie d'Elbu (Parc naturel régional de Corse, Réserve naturelle de Scandola), entre 3 et 35 m de profondeur : les stations A (-3 m), B (-4 m), C (-5 m), E (-12 m), F et G (-17 m) dans la marina d'Elbu, la station D (-11 m) à cala Petraghja, les stations H et J (-27 m) devant u Camellu, la station K (-35 m) entre u Camellu et Punta Palazzu. Dans chaque station, nous avons prélevé des rhizomes de *P. oceanica* pour l'analyse lépidochronologique, effectué un carottage pour l'étude sédimentologique, et noté un certain nombre de paramètres.

Chaque prélèvement est constitué par 10 à 20 rhizomes orthotropes, terminés par un faisceau de feuilles vivantes; les rhizomes, non contigus, sont distants d'au moins 30 cm les uns des autres.

Le carottier est un cylindre en PVC de 11,5 cm de diamètre intérieur et de 11 cm de hauteur (volume intérieur $V = 1100 \text{ cm}^3$); il est enfoncé dans la matre avec un marteau; les feuilles vivantes des rhizomes inclus dans la carotte sont coupées au niveau de la ligule; un couvercle est placé à la partie supérieure du carottier; un puits d'accès, creusé dans la matre à l'extérieur du carottier, permet de placer un second couvercle à sa partie inférieure. Le lessivage du sédiment est ainsi évité lorsque le carottier et son contenu sont remontés à la surface.

Les carottes sont séchées à l'étuve (à 40°C pendant 48 h), puis pesées (Poids total Pt, en grammes). Après séparation des restes de *P. oceanica* (rhizomes, racines, écailles, vivants ou morts) du sédiment, ceux-ci sont pesés séparément (Poids de restes de Posidonies Pr et poids de sédiment Ps, en grammes). Le sédiment est analysé selon les méthodes classiques de granulométrie (CHAMLEY, 1966); nous avons noté le diamètre moyen (D50, en mm) des particules, la teneur en pélites (particules < 0.063 mm), le pourcentage de restes de Posidonies (Pr/Pt) et la densité de la carotte (Pt/V).

La densité des faisceaux a été mesurée au moyen d'un cadre métallique de 25 x 25 cm; 5 mesures au moins ont été effectuées à chaque station. Pour mesurer le déchaussement des rhizomes, BOUDOURESQUE et al. (1980) ont proposé de mesurer la distance entre la ligule de la feuille vivante la plus externe (la plus âgée) et le niveau du sédiment, diminuée de 2cm. De manière à prendre en compte et à simplifier cette procédure, nous proposons de considérer la distance entre la ligule et le sédiment, en la notant de façon positive quand le sédiment est situé plus bas que la ligule (déchaussement) et de façon négative quand le niveau du sédiment est situé plus haut que la ligule (enfouissement).

Pour l'analyse lépidochronologique des rhizomes, nous avons suivi les méthodes et les conventions proposées par PERGENT et al. (1983) et MOSSE (1983, 1984). Chaque cycle correspond aux écailles situées entre deux points d'inversion (minimums d'épaisseur des écailles) successifs; un cycle correspondant à une année (PERGENT et al., 1983; CROUZET et al., 1983), le nombre d'écailles situées entre deux points d'inversion successifs est une mesure du nombre de feuilles qui sont tombées au cours de l'année correspondante; pour simplifier, nous parlerons du nombre de feuilles par an. Dans les figures et le texte, l'identification des années porte sur l'année au cours de laquelle les feuilles sont tombées, et non sur celle pendant laquelle celles-ci ont vécu. La portion de rhizome située entre deux points d'inversion successifs (niveaux d'insertion sur le rhizome d'écailles d'épaisseur minimale) correspond à l'allongement annuel du rhizome.

3 - RESULTATS ET DISCUSSION

L'allongement annuel moyen des rhizomes orthotropes est très variable d'une station à l'autre (Tabl. II). Il varie également d'un rhizome à l'autre, dans une même station (Fig. 1 c et d; Tabl. III) et, le long d'un même rhizome, d'une année à l'autre (Fig. 1 et 2; Tabl. III). Les valeurs extrêmes mesurés ont été 3 et 77 mm/an.

La vitesse moyenne de croissance ne semble pas dépendre de la profondeur (Tableau II). La densité des faisceaux

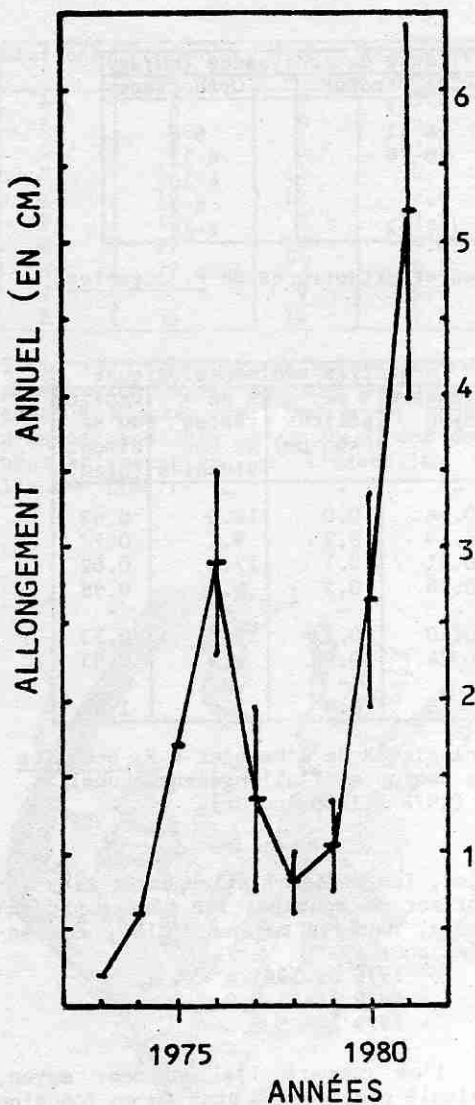


Fig. 1 : Allongement annuel moyen des rhizomes orthotropes (Marina d'Elbu, -4m). Les barres verticales correspondent à deux fois l'écart-type de la moyenne.

et la densité des feuilles par m^2 (produit du nombre moyen de faisceaux par le nombre moyen de feuilles par faisceau) n'influent pas non plus sur la vitesse de croissance, ce qui signifie que la vitesses d'allongement n'est pas déterminée par la recherche de la lumière dans un herbier devenu trop dense. Il semble en revanche que la posi-

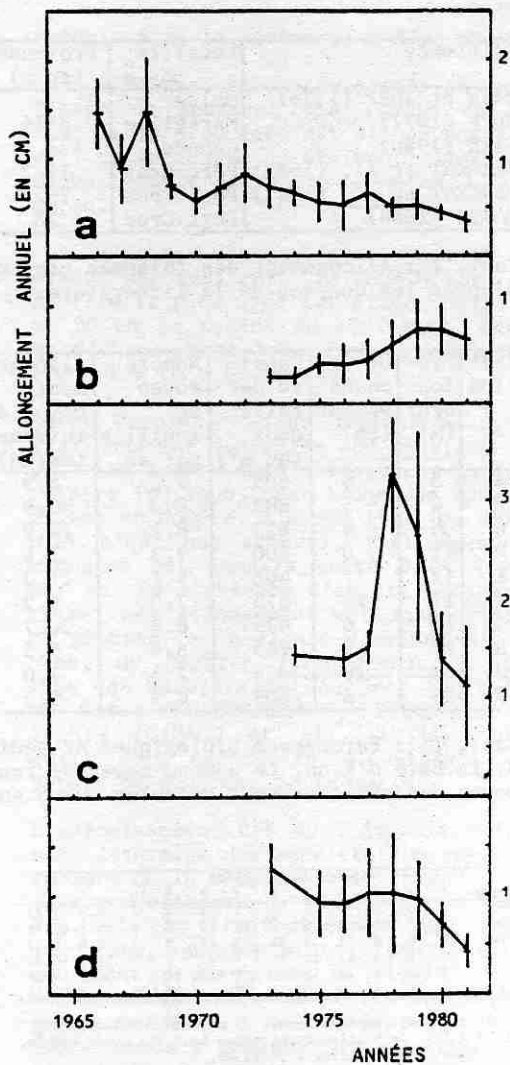


Fig. 2 : Allongement annuel moyen des rhizomes orthotropes. a: -35m, b: -3m, c et d = -17m (deux stations distinctes). Les barres verticales correspondent à deux fois l'écart-type de la moyenne.

tion orthotrope ou plagiotrope des rhizomes soit corrélée avec la quantité de lumière qui parvient en sous strate, ceux-ci étant orthotropes en dessous d'une certaine valeur, et plagiotropes en dessous : la détermination de cette valeur, plus exactement du bilan annuel d'éclairement correspondant, fera l'objet de recherches ultérieures.

Référence	Localité	Profondeur (en m)	Vitesse de croissance (mm/an)	
			Plagiotropes	Orthotropes
DREW et JUPP (1976)	Malta	-	17	6
JUPP (1977)	Marseille	8-16	4-11	6-8
CAYE (1980)	Cannes	3- 4	10-74	6-11
PERGENT et al. (1983)	Port-Cros	1- 2		4-10
PERGENT et al. (1983)	Port-Cros	7-23		6-7
MOSSE (1984)	Port-Cros	28	17-42	2-14

Tabl. I : Allongement des rhizomes plagiotropes et orthotropes de *P. oceanica*, d'après les données de la littérature.

Station	Profondeur (m)	Déchaussement (cm)	Densité des faisc-eaux (au m ²)	Nombre moyen de feuilles par an	Allongement moyen des rhizomes (mm/an)	Paramètres sédimentologiques			
						Diamètre moyen	% de pélites (<63 µm)	% de restes de Po-sidonies	Densité du sé-diment (g/cm ³)
A	3	6	608	7.2	5.9	-	-	-	-
B	4	- 5	683	8.3	20.9	0.44	0.0	10.0	0.62
C	5	- 4	625	8.1	14.9	0.19	0.2	9.1	0.78
D	11	0	900	7.3	7.6	0.61	0.1	17.5	0.62
E	12	7	408	9.1	15.3	0.18	0.2	4.0	0.98
F	17	15	875	7.0	9.2	-	-	-	-
G	17	6	475	8.9	20.7	0.20	0.3	12.7	0.53
H	27	9	283	6.9	5.5	0.24	0.9	4.5	0.83
J	27	19	376	7.3	7.0	-	-	-	-
K	35	6	208	6.9	5.3	0.18	0.9	1.0	1.48

Tabl. II : Paramètres biologiques et sédimentologiques de l'herbier à *P. oceanica* de la baie d'Elbu. Le nombre moyen de feuilles par an et l'allongement annuel moyen des rhizomes sont calculés sur 5 années (1976 à 1980 inclus).

Année	Numéro des rhizomes										Am (sd)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1981	3	3	4	7	3	4	5	7	4	2	4.2 (1.7)
1980	4	5	5	9	6	9	11	10	5	4	6.8 (2.7)
1979	6	6	8	11	7	16	13	15	5	7	9.4 (4.0)
1978	7	8	6	17	10	24	7	12	7	5	10.3 (6.0)
1977	6	9	4	15	10	20	9	11	10	9	10.3 (4.5)
1976	7	8	4	9	10	14	8	-	13	11	9.3 (3.1)

Tabl. III : Allongement annuel de rhizomes orthotropes (N° 1 à 10). Am = allongement moyen pour une année donnée. sd = écart type. Station F (- 17 m).

La granulométrie du sédiment ne constitue pas un élément prépondérant dans la compréhension des variations de la vitesse de croissance. D'après le diamètre moyen, la plupart des échantillons prélevés correspondent à des sables très fins, et les teneurs en pélites sont faibles. L'hydrodynamisme est élevé, mais l'herbier de posidonies joue ici son rôle de frein sur les houles et les courants (BOUDOURESQUE et JEUDY DE GRISSAC, 1983).

Enfin, la vitesse moyenne de croissance des rhizomes ne dépend pas de facteurs météorologiques : en effet, dans un même secteur, parfois à quelques dizaines de mètres de distance dans un même her-

bier, les années à allongement très important ne sont pas les mêmes; par exemple, dans la marina d'Elbu, ces années sont :

- 1976 et 1981 à - 4 m,
- 1978 à -17 m,
- 1979 à - 5 m.

Si l'on compare l'allongement moyen, calculé pour chaque station en fonction du plus grand nombre d'années possibles (Tabl. IV), au déchaussement des faisc-eaux (Tabl. II), la corrélation est faible ($r = -0,28$); on améliore cette corrélation en ne calculant l'allongement moyen que sur les années 1976 à 1980 (Tabl. II) ($r = - 0,46$). En revanche, la corrélation est significative ($r = - 0,58$; $0,10 < <0,05$) si l'on ne considère que l'allongement des deux années ayant précédé la récolte (1980 et 1981); il apparaît donc que l'allongement est lié au niveau du sédiment dans l'herbier au moment de l'étude :

- Points végétatifs profondément enfouis dans le sédiment (la ligule de la feuille la plus âgée est elle même

Stations	Profondeur (en m)	Nombre d'années	Allongement moyen
A	3	9	5.0
B	4	9	18.3
C	5	8	12.9
D	11	11	8.4
E	12	12	12.6
F	17	9	17.5
G	17	10	9.8
H	27	27	8.5
J	27	9	5.7
K	35	16	7.2

Tabl. IV : Allongement moyen des rhizomes orthotropes, calculé pour chaque station d'après le plus grand nombre d'années possible en fonction des données disponibles (à l'exception de l'année 1981).



Fig. 3 : Un faisceau de feuilles de *P. oceanica* enfoui sous 8 à 10 cm de sédiment pendant moins d'un an; les feuilles, qui ne sont pas parvenues à percer le sédiment, se sont pliées en accordéon. Marina d'Elbu, - 17 m.

enfouie dans le sédiment) : 27.1 mm/an.

- Points végétatifs situés au voisinage du sédiment (la ligule de la feuille la plus âgée est située entre 0 et 7 cm au dessus du sédiment), soit un déchaussement inférieur à 5 cm : 7.8 mm/an.

- Points végétatifs situés très au dessus du sédiment (la ligule de la feuille la plus âgée est située entre 8 et 20 cm au dessus du sédiment), soit un déchaussement très important, supérieur à 6 cm : 5.0 mm/an.

Cette dernière valeur représente donc l'allongement d'origine endogène; après prise en compte de l'allongement intercalaire (puisque, pour l'une des années prises en compte, l'année 1981, ce dernier n'est pas achevé), l'allongement endogène est compris entre 5 et 7 mm par an. En l'absence d'apport sédimentaire, cet allongement est susceptible de générer, en quelques dizaines d'années, un herbier très déchaussé, du type des herbiers qui ont été observés en Corse (BOUDOURESQUE, 1980) ou à Ischia (GIRAUD et al., 1979), sans qu'il soit nécessaire d'envisager un départ du sédiment de la matre.

L'enfouissement des apex dans le sédiment détermine une accélération spectaculaire de la vitesse de croissance des rhizomes orthotropes (Tabl. II, - 4 m; Fig. 1). Si l'enfouissement est trop important, ou trop brutal (peut-être 6 ou 7 cm au dessus de la ligule), les nouvelles feuilles ne peuvent se dégager du sédiment; se développant néanmoins pendant quelque temps, elles se plient en accordéon sous le sédiment (Fig. 3); en moins d'un an, en des points parfaitement localisés du carré permanent de la Marina d'Elbu (BOUDOURESQUE et al., 1981), nous observons qu'il y a mort du point végétatif, dans ce cas, en moins d'un an.

4 - CONCLUSIONS

La datation des allongements, grâce à la lépidochronologie, permet de mettre en évidence, dans tous les herbiers, des fluctuations dans la vitesse de croissance des rhizomes au cours du temps. Dans certains cas, il y a ralentissement, plus ou moins régulier, de la vitesse de croissance (Fig. 2, a et d), traduisant un ralentissement de la

sédimentation. Dans d'autre cas (Fig 1 et 2c), on observe des fluctuations pluriannuelles, avec des accélérations suivies de décélérations; à des années où la sédimentation est importante succèdent des années sans sédimentation (avec ou sans départ de sédiment et déchaussement des rhizomes); le fait que les accélérations et décélérations de la vitesse de croissance des rhizomes ne soient pas brutales, mais étalées sur plusieurs années, suggère que ce ne sont pas des accidents météorologiques qui sont responsables de ces fluctuations, mais plutôt le déplacement, dans l'herbier, de petites sand-waves (rides de sable). Les résultats que nous présentons ici ont servi de base à BOUDOURESQUE et JEUDY DE GRISSAC (1983) pour proposer un modèle pour la dynamique de l'édification des mattes d'herbier à P. oceanica.

REMERCIEMENTS : Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme de recherches inter-espaces protégés du Ministère de l'Environnement, et du Comité Scientifique de la Réserve Naturelle de Scandola (Parc Naturel Régional de Corse). Nous tenons à remercier le Professeur Roger MOLINIER, Président du Comité Scientifique, M. Michel LENHARDT, Directeur du Parc Naturel Régional de Corse, et M. Charles Henri BIANCONI, dont l'aide efficace et amicale a été précieuse lors du travail de terrain.

BIBLIOGRAPHIE

BOUDOURESQUE C.F., 1980. Phytocénoses benthiques de la réserve naturelle de Scandola. Compte-Rendu de la mission Rara-Avis sur la façade maritime du Parc naturel régional de Corse. Parc naturel régional de Corse et Laboratoire de Biologie Végétale Marine de l'Université d'Aix-Marseille 2-Luminy : 1-76.

BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A., PERGENT G., 1983. Un nouvel outil au service de l'étude des herbiers à Posidonia oceanica : la lépidochronologie. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. internation. Explor. sci. Médit., Monaco, 28 (3) : 111-112.

BOUDOURESQUE C.F., GIRAUD G., PANAYOTIDIS P., 1980. Végétation marine de Port-Cros (Parc National). XIX : Mise en place d'un transect permanent. Trav.

sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., 6 : 207-221.

BOUDOURESQUE C.F., GIRAUD G., PERRET-BOUDOURESQUE M., 1977. Posidonia oceanica : Bibliographie. Centre National pour l'Exploitation des Océans et Université d'Aix-Marseille 2 - Luminy : 1-191.

BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., 1983. L'herbier à Posidonia oceanica en Méditerranée : les interactions entre la plante et le sédiment. J. Rech. océanogr., Fr., 8 (2-3) : 99-122.

BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., PANAYOTIDIS P., 1981. Mise en place d'un carré permanent dans un herbier de Posidonies. Rapp. P. V. Réunion. Commiss. intl. Expl. sci. Médit., Monaco, 27 (9) : 245-246

CAYE G., 1980. Sur la morphogénèse et le cycle végétatif de Posidonia oceanica (L.) Delile. Thèse Doctorat 3^o cycle, Univ. Aix-Marseille 2 : 1-121.

CHAMLEY H., 1966. Guide des techniques du laboratoire de Géologie Marine. Univ. Aix-Marseille 2 : 1-168.

CROUZET A., 1981. Mise en évidence de variations cycliques dans les écailles des rhizomes de Posidonia oceanica (Potamogetonaceae). Trav. sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., 7 : 129-135.

CROUZET A., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., PERGENT G., 1983. Evidence of the annual character of cyclic changes of Posidonia oceanica scale thickness (erect rhizomes). Rapp. P.V. Réunion. Commiss. internation. Explor. sci. Médit., Monaco, 28 (3) : 113-114.

DREW E.A., JUPP B.P., 1976. Some aspects of the growth of Posidonia oceanica in Malta. Underwater Research, DREW, LYTHGOE and WOODS edit., Acad. Press publ., London, U.K. : 357-367.

GIRAUD G., BOUDOURESQUE C.F., CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., 1979. Observations dans l'herbier de Posidonia oceanica (L.) Delile autour de l'île d'Ischia (Italie). G. bot. ital., 113 (4) : 261-274.

HARME LIN J.G., LABOREL J., 1976. Note préliminaire sur la morphologie de l'herbier profond de Posidonies Posidonia oceanica (Linné) Delile, à Port-

Cros. Trav. sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., 2 : 105-113.

HARTOG C. den, 1970. The sea-grasses of the world. North-Holland publ. co., Amsterdam, Netherl. : 1-275, 31 pl. h.t.

JUPP B.P., 1977. The effects of organic pollution on benthic organisms near Marseille. Internation J. environm. Studies, U.K., 10 : 119-123.

MOLINIER R., PICARD J., 1952. Recherches sur les herbiers de phanérogames marines du littoral méditerranéen français. Ann. Inst. océanogr., Fr., 27 (3) : 157-234.

MOSSE R.A., 1983. Variations cycliques dans les écailles de Posidonia oceanica : rhizomes plagiotropes et orthotropes. Laboratoire d'Ecologie du Benthos et Parc National de Port-Cros, Fr. : 1-276.

MOSSE R.A., 1984. Recherches lépidochronologiques sur Posidonia oceanica : rhizomes plagiotropes et orthotropes des herbiers profonds de Port-Cros (Méditerranée, France). Trav. sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., 10 : 87-107.

PERGENT G., BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A., 1983. Variations cycliques dans les écailles des rhizomes orthotropes de Posidonia oceanica. Trav. sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., 9 : 107-148.