

Impact sur la prairie à *Posidonia oceanica* de l'amarrage des bateaux de croisière, au large du port de Porquerolles (Provence, France, Méditerranée)

Anne GANTEAUME ¹, Patrick BONHOMME ¹, Eric EMERY ², Gilles
HERVÉ ², Charles-François BOUDOURESQUE ^{1, 3}

¹ GIS Posidonie, Parc Scientifique et Technologique de Luminy, 163 av. de Luminy,
Case 901, 13288 Marseille cedex 09, France.

² Centre Ifremer de Toulon-La Seyne, Zone portuaire du Brégaillon, BP 330, 83507 La
Seyne-sur-Mer cedex, France.

³ UMR CNRS Dimar, COM, Parc Scientifique et Technologique de Luminy, 163 av. de
Luminy, Case 901, 13288 Marseille cedex 09, France.

Résumé. Devant le port de l'île de Porquerolles, les bateaux de croisière, qui ne peuvent entrer dans le port, s'ancrent sur des fonds de 10-12 m, sur une prairie à *Posidonia oceanica*. Ce secteur a été étudié au moyen de photographies aériennes, du sonar latéral et d'une caméra sous-marine remorquée. Globalement, la prairie à *P. oceanica* est très dégradée (50-60% de recouvrement). Dans la zone située entre 500 et 1 000 m du rivage, où s'ancrent les bateaux de plaisance, les mattes mortes occupent 4.2 ha, avec en particulier deux taches d'environ 1 et 2 ha respectivement. Les ancres ont déterminé des stries larges (1-2 m), longues jusqu'à 296 m (en moyenne 155 m/ha). On y observe également des stries plus minces qui peuvent être dues à l'ancrage de bateaux de plaisance. Entre 1 000 et 2 000 m du rivage, les stries larges, longues jusqu'à 1 254 m, parallèles au rivage, sont sans doute dues aux arts traînants (ganguis). Deux espèces introduites, *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, ainsi que *C. prolifera* (Chlorobiontes, Plantae), espèce indigène en Méditerranée, sont présentes dans le secteur étudié.

Abstract. On the island of Porquerolles, cruise boats that are too big to sail into the harbour anchor off the harbour on bottoms of 10-12 m in a *Posidonia oceanica* meadow. This area has been studied by means of aerial photographs, sidescan sonar and a towed underwater camera. Overall, the *P. oceanica* meadow is severely degraded (50-60% cover). In the area situated between 500 and 1 000 m from the shore, where the cruise boats anchor, the dead mat occupies 4.2 ha, with in particular two patches of about 1 and 2 ha respectively. The anchors have etched out wide scars (1-2 m), up to 296 m in length (on average 155 m/ha). Narrower scars are also apparent, perhaps caused by the anchoring of smaller boats (pleasure craft). Between 1 000 and 2 000 m from the shore, the wide scars, up to 1 254 m in length, parallel to the shoreline, were no doubt caused by bottom trawling ("ganguis" fishing gear). Two introduced species, *Caulerpa taxifolia* and *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, as well as *C. prolifera* (Chlorobionta, Plantae), a species native to the Mediterranean, occur in the area studied.

INTRODUCTION

La demande croissante en matière de tourisme nautique (type croisière) en Méditerranée pose le problème de l'accueil de gros navires, de 60 à 120 m de longueur, dans des zones qui ne possèdent pas d'infrastructures portuaires adéquates pour cette grandeur d'embarcation. C'est le cas des îles d'Hyères et plus particulièrement de Porquerolles (Provence, France, Méditerranée), où les seules grosses unités ayant accès au port de l'île sont les bateaux faisant la navette avec le continent. Les bateaux de croisière qui font escale à Porquerolles mouillent sur une prairie à *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile) (Magnoliophyta), à 10-12 m de profondeur, face au port de l'île. Les plus gros, comme le "Club Med I", mesurent 200 m de longueur.

La prairie à *P. oceanica* est aujourd'hui considérée comme un des écosystèmes les plus importants, voire l'écosystème pivot de l'ensemble des espaces littoraux méditerranéens. Sa préservation est donc un élément majeur du maintien des équilibres littoraux méditerranéens, tant biologiques que physiques. Un arrêté de protection de *P. oceanica* a d'ailleurs été promulgué en France le 19 juillet 1988 (J.O. du 9 août 1988). Le déclin des herbiers à *P. oceanica* peut être dû à des processus naturels (Molinier et Picard, 1952) mais est surtout lié aux activités humaines (dommages mécaniques, rejets d'émissaires urbains et industriels, aménagement du littoral, etc.) (Pérès et Picard, 1975 ; Boudouresque et Meinesz, 1982 ; Astier, 1984 ; Pérès, 1984 ; Short et Wyllie-Echeverria, 1996 ; Boudouresque, 2003).

La prairie à *P. oceanica* présente entre le continent et les îles d'Hyères est la plus vaste des côtes continentales de France (Boudouresque et Meinesz, 1982). Concernant plus particulièrement la zone située entre Porquerolles et la presqu'île de Giens, la prairie à *P. oceanica* est du type "herbier de plaine", en pente douce à subhorizontale, sans reliefs notables ; elle présente des densités généralement élevées et son recouvrement est en moyenne très important (80 à 90%) (Charbonnel *et al.*, 1995). Connaissant l'impact du mouillage des bateaux sur les prairies de Magnoliophytes marines (Porcher, 1984 ; Walker *et al.*, 1989 ; Hastings *et al.*, 1995 ; Francour *et al.*, 1999 ; Milazzo *et al.*, 2004), et en particulier celui des grosses unités (Roy *et al.*, 1999), il était intéressant d'étudier l'impact du mouillage des bateaux de croisière sur la prairie à *P. oceanica* située devant le port de Porquerolles. En outre, l'île de Porquerolles est un site classé et un site Natura 2000 (milieu terrestre et zone marine jusque à 500 m du rivage) (Hétier, 2002).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le port de Porquerolles se situe sur la face nord de l'île (Fig. 1). L'analyse du profil bathymétrique montre que les fonds peu importants

(<20 m) se prolongent bien au large, contrairement à la face sud de Porquerolles, où les fonds de 50 m sont rapidement atteints. Sur la face nord de l'île de Porquerolles, plusieurs zones sont interdites à l'ancrage et au chalutage, en particulier le nord-ouest et l'extrême nord-est (Fig. 2).

L'étude cartographique des habitats marins a fait appel à de nombreuses sources de données existantes ou nouvelles. Dans le cadre de cette étude, les connaissances existantes dans la littérature ont été complétées par des acquisitions de terrain au moyen du sonar latéral, de photographies aériennes et d'une caméra sous-marine remorquée (vérité-terrain).

Les photographies aériennes en couleur naturelle enregistrent le rayonnement dans le domaine du visible. Les habitats identifiables (jusque vers 10-15 m de profondeur) par traitement de photographies aériennes sont la prairie à *P. oceanica*, les peuplements photophiles sur roche, le sable et, dans certaines conditions, la "matte morte". On désigne sous le nom de matte morte les fonds anciennement couverts par *P. oceanica* ; après la mort de *P. oceanica*, la matte (ensemble constitué par les rhizomes, les racines et le sédiment qui colmate les interstices) reste en place, en raison de la quasi-imputrescibilité des rhizomes (Boudouresque et Meinesz, 1982).

Le sonar latéral permet de visualiser (à partir de 5-10 m de profondeur) la présence de *P. oceanica* par les micro-reliefs qu'elle constitue et qui se détachent de la topographie du fond. Le sonar latéral permet, en outre, de distinguer l'environnement général de la prairie à *P. oceanica*, à savoir le caractère meuble (vase, sable ou gravier) ou dur (roche) des fonds, ainsi que certaines traces anthropiques (traces de mouillage, de chalutage, etc.) et les épaves. Les données ont été acquises en 2000, dans le cadre de la campagne POSICART¹ (Denis *et al.*, 2003). Pour les méthodes utilisées dans le traitement des photographies aériennes et du sonar latéral, nous renvoyons à Denis *et al.* (2003) et Leriche *et al.* (2004).

La technique d'acquisition d'images par caméra sous-marine remorquée (vidéo remorquée) permet des observations visuelles à grande échelle. Elle vient en complément des techniques de cartographie et de qualification des biocénoses marines par sonar latéral et photographie aérienne. Une campagne a été réalisée, sur la base des besoins identifiés après interprétation des sonogrammes (zones d'ombre, zones d'incertitudes, zones non acquises) et des photographies aériennes. Au

¹ La campagne POSICART a été réalisée par l'Ifremer, le GIS Posidonie et le Centre d'Océanologie de Marseille, à bord du Navire océanographique Téthys II de l'INSU, avec le financement de l'Agence de l'Eau, de la région PACA et de la DIREN PACA.

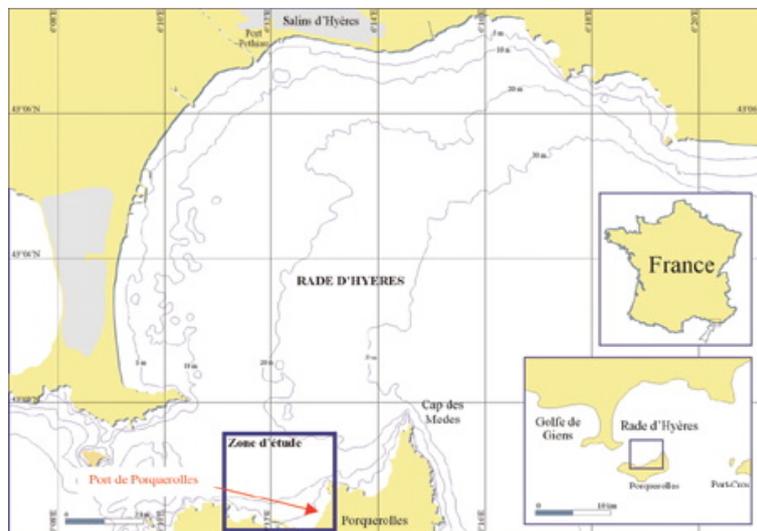


Figure 1. Localisation de la zone d'étude.

total, 3 heures d'enregistrement ont été réalisées. Les principales taches de matte morte ont été prospectées (10-12 m de profondeur). Trois transects ont été réalisés, partant du point de mouillage des bateaux de croisière donné par la Chambre de Commerce du Var (Fig. 2), en direction du large (direction nord-ouest, nord et nord-est), jusqu'à environ 16 m de profondeur, de façon à apprécier l'état de la prairie à *P. oceanica*.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Interprétation des photos aériennes

L'interprétation des photos aériennes a permis de mettre en évidence plusieurs étendues de matte morte au sein de la prairie à *P. oceanica*. A l'échelle de la carte, les plus petites taches de matte morte n'ont pas pu être représentées (Fig. 2). Trois zones ont été considérées, par rapport au point d'ancre des bateaux de croisière défini par la Chambre de Commerce du Var (Fig. 2) : zone des 500 m (en fait située en grande partie entre 500 et 1 000 m du rivage), zone des 1 000 m (entre 1 000 et 1 500 m du rivage) et zone des 1 500 m (entre 1 500 et 2 000 m du rivage).

(1) Zone des 500 m. C'est la zone où la dégradation de la prairie est la plus importante. Les mattes mortes couvrent 4.2 ha. Deux grandes taches de matte morte, distantes d'une centaine de mètres, s'individualisent très nettement, à une profondeur de 12 m. La plus à l'est est la plus étendue (2.28 ha) ; la plus à l'ouest (1.03 ha) est située au niveau du point de mouillage des bateaux de croisière recommandé par la Chambre de Commerce du Var (43°0.618' N ; 6°12.148' E ; Fig. 2). Ces deux taches de matte morte sont probablement la conséquence du

mouillage répété de gros navires. Leur taille et le fait qu'il y ait deux taches séparées démontrent la difficulté qu'ont les bateaux de longueur importante à mouiller sur un point précis.

(2) Zone des 1 000 m. Plusieurs taches de matte morte, de surface moins importante que dans la zone précédente, ont été localisées. Au total, la surface d'herbier détruit est de 0.37 ha.

(3) Zone des 1 500 m. Dans ce secteur, la surface des mattes mortes est de 0.40 ha.

Interprétation des sonogrammes

L'étude des sonogrammes a permis de confirmer les résultats précédents, comme la présence d'étendues importantes de matte morte, mais surtout de mettre en évidence et de cartographier une multitude de structures linéaires (stries) dans la prairie à *P. oceanica*. Seules les plus larges (traces principales : 1 à 2 m de largeur) ont été reportées sur la figure 2 (au total 38 km de longueur cumulée). En effet, il existe de nombreuses stries plus étroites (traces secondaires ; Fig. 3). La densité de ces stries explique le "mitage" important de la prairie à *P. oceanica* constaté sur les transects effectués en vidéo remorquée (voir plus bas).

Les stries larges les plus courtes (jusqu'à 296 m de longueur), dont la direction est variable, sont sans doute le résultat du mouillage des bateaux de croisière. Elles sont principalement localisées dans la première zone (zone des 500 m ; Fig. 2). En moyenne, la longueur cumulée de ces stries est de 155 m/ha. Elles sont particulièrement visibles au niveau de la grande tache de matte morte (Fig. 4), mais sont également présentes sur presque toute la largeur du secteur étudié, ce qui montre également (voir plus haut) la difficulté qu'ont les bateaux de croisière à mouiller sur un point précis.

Les stries larges les plus longues (jusqu'à 1 254 m de longueur), plus ou moins parallèles à la côte, sont sans doute les traces laissées par les arts traïnants ("ganguis") ; cette pratique de pêche est en effet très répandue dans la rade d'Hyères (Fig. 2). Elles sont surtout situées dans les zones des 1 000 et des 1 500 m. La réglementation fixant à 12 m la profondeur minimum pour l'utilisation des ganguis semble globalement respectée. On note toutefois la présence de traces de chalutage (et d'une trace de mouillage) dans le secteur où le mouillage, le chalutage et le dragage sont interdits, à l'ouest de la zone étudiée. L'utilisation des arts traïnants est considérée comme l'un des principaux facteurs de régression des prairies à *P. oceanica* ; sur les côtes nord de la Grèce, par exemple, les arts traïnant seraient responsables de 23 % des destructions (Dounas *et al*, 2001).

Les stries étroites (traces secondaires ; Fig. 3) sont sans doute dues au mouillage des bateaux de plaisance. La côte nord de

Porquerolles est en effet très fréquentée par les plaisanciers (Porcher et Jeudy de Grissac, 1985).

Interprétation des vérités-terrain par vidéo remorquée

Les vérités-terrain par caméra sous-marine remorquée (vidéo-remorquée) ont permis de constater que la prairie à *P. oceanica* est souvent très hétérogène, avec un "mitage" important (recouvrement moyen d'environ 50 à 60 %). De nombreuses stries, dont la largeur est de 1-2 m, ont été observées, confirmant les données du sonar latéral (Fig. 2). Ce n'est qu'autour des zones de matte morte que la prairie est relativement homogène, avec un recouvrement atteignant parfois 80 à 90 %.

Globalement, dans le secteur étudié, la prairie à *P. oceanica* est peu dense et très dégradée, d'une part à cause des mouillages répétés (de petites et de grosses unités) qu'elle subit (surtout dans la zone des 500 m), d'autre part à cause de la forte pression de chalutage (ganguis) qui s'y exerce, notamment dans les zones des 1 000 et 1 500 m. Sur la matte morte également, on observe par endroits de profonds sillons dus à l'ancrage ; la matte y est comme labourée et on y rencontre des blocs de matte arrachés.

L'hydrodynamisme important qui règne dans le secteur étudié (passe entre le continent et l'île de Porquerolles) accentue sans doute les brèches ouvertes dans la prairie à *P. oceanica* par le mouillage et les chalutages. L'hydrodynamisme explique également que la matte morte ne soit pas envasée et que sa structure soit compacte.

Les espèces du genre *Caulerpa*

L'espèce introduite *Caulerpa taxifolia* (Vahl) Agardh (Chlorobionte, Plantae) est signalée sur la face nord de Porquerolles depuis 1995 (Meinesz *et al.*, 2003) et ne cesse de s'étendre (C. Lefèvre, comm. pers. 2003). Depuis 1999, une autre espèce du même genre, *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman, Boudouresque, est signalée au niveau du Cap des Mèdes (Meinesz *et al.*, 2003) ; elle est, elle aussi, envahissante, et s'étend maintenant au-delà de la pointe Lequin (C. Lefèvre, comm. pers., 2003).

Une plongée effectuée sur la zone de matte morte qui se situe au point de mouillage recommandé par la Chambre de Commerce du Var a permis de mettre en évidence la présence de trois espèces de *Caulerpa* : deux espèces introduites et invasives, *Caulerpa taxifolia* et *C. racemosa* var. *cylindracea*, ainsi que *C. prolifera* (Forsskål) Lamouroux, l'espèce indigène de Méditerranée (C. Lefèvre, comm. pers., 2003). Seule cette dernière a été observée en vidéo remorquée. Elle occupe les principales étendues de matte morte, ainsi que certaines inter-

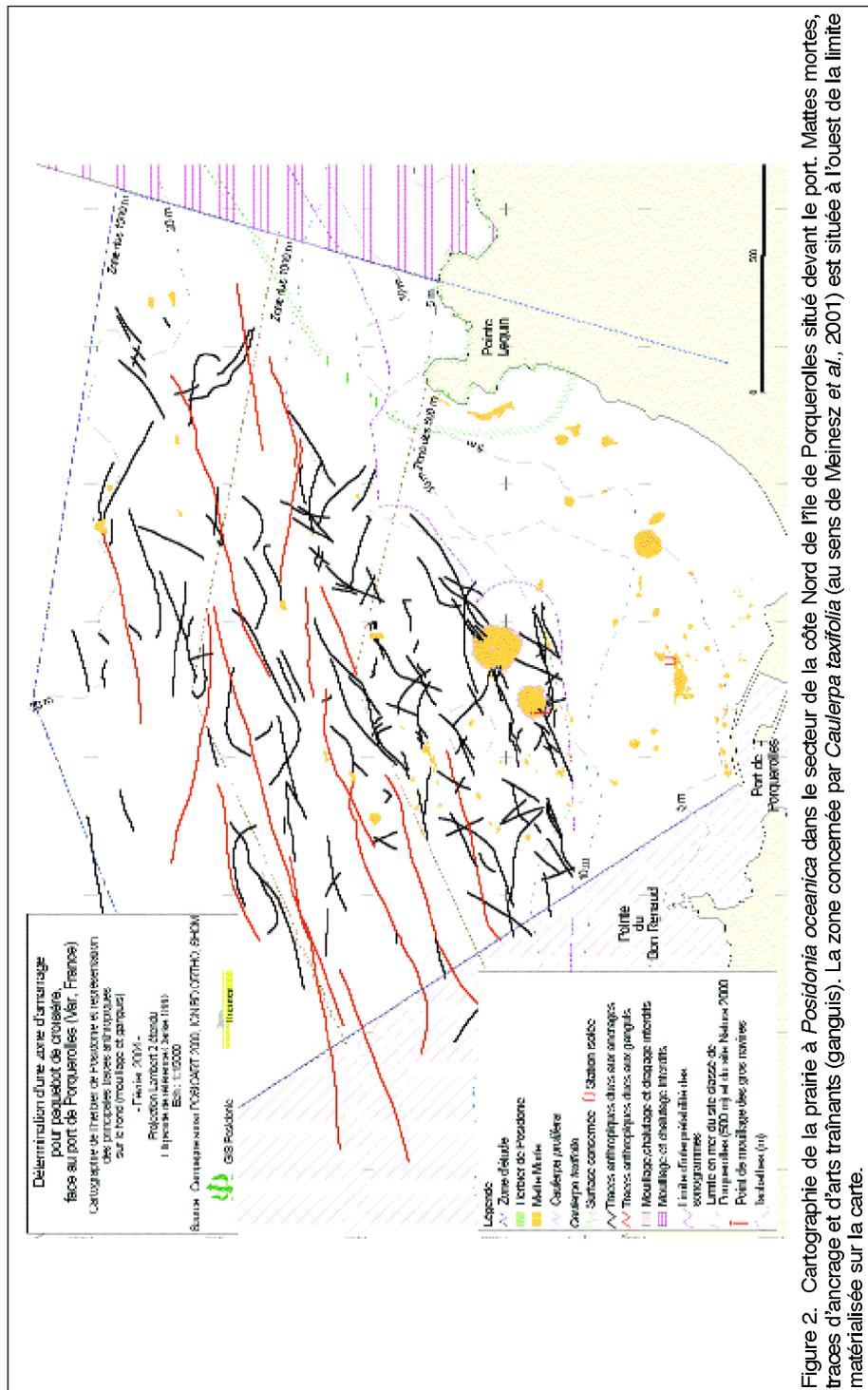


Figure 2. Cartographie de la prairie à *Posidonia oceanica* dans le secteur de la côte Nord de l'île de Porquerolles situé devant le port. Mattes mortes, traces d'ancrage et d'arts traînants (ganguis). La zone concernée par *Caulerpa taxifolia* (au sens de Meinesz *et al.*, 2001) est située à l'ouest de la limite matérialisée sur la carte.

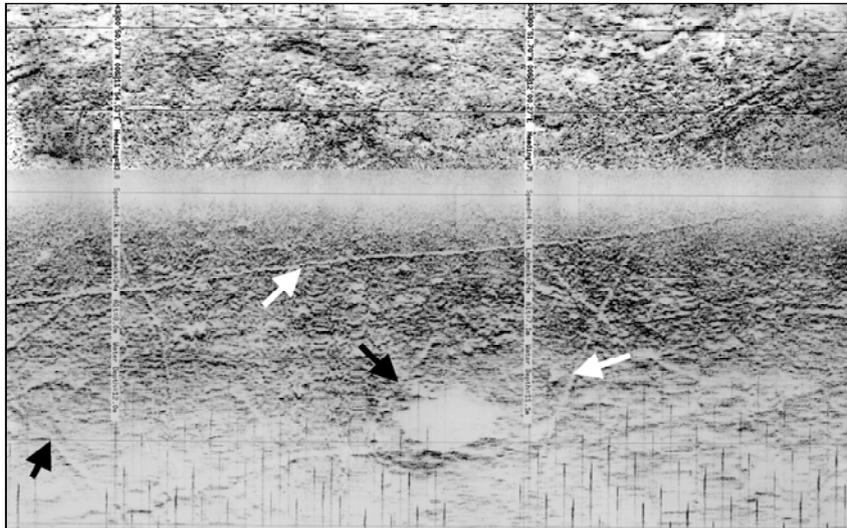


Figure 3. Traces anthropiques relevées au sonar latéral dans la prairie à *Posidonia oceanica*, au droit du port de Porquerolles (flèches blanches : traces principales ; flèches noires : traces secondaires).

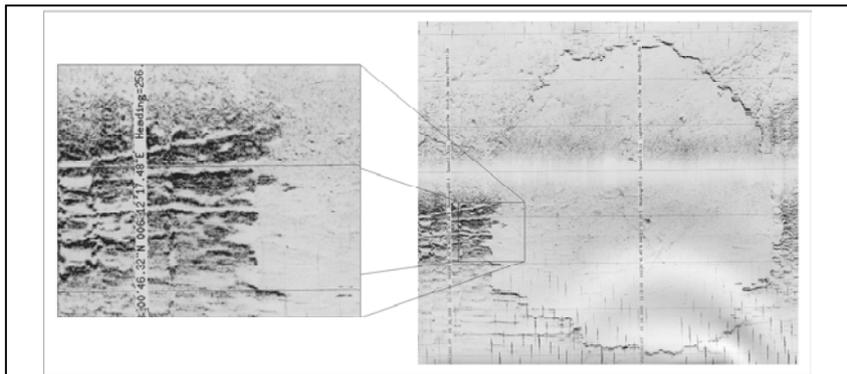


Figure 4. Sonogrammes montrant la plus grande tache de matte morte, au sein de la prairie à *Posidonia oceanica* (à droite) et détail des traces dues à l'ancrage de bateaux de croisière (à gauche).

mattes² sableuses. Son abondance est variable : de quelques stolons isolés à un peuplement dense.

La présence de *Caulerpa prolifera* a déjà été mise en évidence à Porquerolles, au pied de la jetée du port, par Molinier (1954) et Meinesz (1973) sur des fonds de 1 à 2 m. Depuis, cette station semble avoir disparu (Augier et Robert, 1981) et ces auteurs avaient, à l'époque, trou-

² Dans la prairie à *Posidonia oceanica*, les intermattes sont des taches dépourvues de *P. oceanica*.

vé une nouvelle station de *C. prolifera* dans la baie de l'Aiguade, à 5 m de profondeur. La colonisation de zones plus profondes (entre 10 et 12 m dans le secteur étudié) montre que les conditions de milieu sont devenues favorables au développement de cette espèce thermophile (tendance au réchauffement des eaux en Méditerranée). Il faut également noter que *C. prolifera* fait partie des espèces patrimoniales "déterminantes" au sens des ZNIEFF³ (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Floristique ou Faunistique).

L'ancrage sur des fonds colonisés par *Caulerpa taxifolia* et *C. racemosa* var. *cylindracea* constitue un risque de fragmentation de ces macrophytes, dont les boutures sont soit dispersées par l'hydrodynamisme, soit remontées avec l'ancre et transportées vers d'autres sites de mouillage (Meinesz *et al.*, 2001).

CONCLUSIONS

La prairie à *Posidonia oceanica* située devant le port de Porquerolles, dans le secteur d'ancrage des bateaux de croisière, présente de nombreuses traces de dégradation : taches de matte morte, stries larges attribuables aux ancres de ces gros navires (entre 500 et 1 000 m de la côte), stries larges attribuables aux arts traînants (ganguis), surtout entre 1 000 et 2 000 m de la côte, et stries étroites peut-être dues à des bateaux de plaisance de plus petite dimension que les bateaux de croisière.

Au total, dans le secteur étudié, la prairie à *P. oceanica* est plus dégradée que dans le reste de la zone située entre Porquerolles et la presqu'île de Giens. Bien qu'il ne faille pas attribuer cette dégradation uniquement aux bateaux de croisière, la présente étude montre que l'ancrage des gros navires, les bateaux de croisière en particulier, sur la prairie à *P. oceanica* pose un sérieux problème de conservation de cet écosystème emblématique de la Méditerranée, essentiel aux équilibres littoraux et protégé au niveau français et européen.

Nous n'avons considéré ici que l'effet mécanique des ancres. Il faut être conscient du fait que l'impact des bateaux de croisière sur le milieu doit également prendre en compte la quantité importante d'eaux usées rejetées à la mer, étant donné le nombre élevé de passagers (plusieurs centaines), l'ombre portée sur le fond par des navires dont la surface est importante, ainsi que le brassage d'eau généré par de grosses hélices, actionnées à faible profondeur, et remettant en suspension les sédiments.

³ Dans la terminologie des ZNIEFF, une espèce déterminante est considérée comme une espèce en danger, vulnérable, rare ou présentant un intérêt particulier (cotation UICN).

REMERCIEMENTS

Nous remercions Claude Lefèvre et Philippe Robert, du Parc National de Port-Cros, pour les informations et les observations concernant la zone étudiée, ainsi que Michael Paul pour la traduction en anglais du résumé.

REFERENCES

- ASTIER J.M., 1984. - Impact des aménagements littoraux de la rade de Toulon, liés aux techniques d'endigage, sur les herbiers à *Posidonia oceanica*. *International Workshop on Posidonia oceanica beds*, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. eds., GIS Posidonie publ., Fr., 1 : 255-259.
- AUGIER H., ROBERT P., 1981. – Sur la présence de *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux (Algue Bryopsidophyceae) dans les îles d'Hyères et sur sa signification bioclimatique et écologique. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., 7 : 119-128.
- BOUDOURESQUE C.F., 2003. - The erosion of Mediterranean biodiversity. *The Mediterranean Sea : an overview of its present state and plans for future protection*, Rodríguez-Prieto C., Pardini G. eds., Servei de Publicacions de la Universitat de Girona : 53-112.
- BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., 1982. - Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cah. Parc nation. Port-Cros*, Fr., 4 : 1-79.
- CHARBONNEL E., DE VAUGELAS J., CHIAVERINI D., COTTALORDA J.M., GRAVEZ V., FRANCOUR P., ABELLARD O., REMONNAY L., MENAGER V., BOUDOURESQUE C.F., 1995. - *Cartographie de l'herbier de Posidonie et des autres types de fonds dans le secteur des îles d'Hyères (Var) pour le passage d'un câble TELECOM à fibres optiques - Notice d'impact*. Contrat France TELECOM & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-124.
- DENIS J., HERVÉ G., DENEUX F., SAUZADE D., BONHOMME P., BERNARD G., BOUDOURESQUE C.F., LERICHE A., CHARBONNEL E., LE DIREAC'H L., 2003. - *Cartographie des biocénoses marines. Volet N°1 : l'herbier à Posidonia oceanica. Guide méthodologique*. IFREMER, Centre d'Océanologie de Marseille et Gis Posidonie : 1-93.
- DOUNAS C., KALIANIOTIS A., VIDORIS P., TRIANTAPHYLLOU G., ARVANITIDIS C., PETICHEKIS G., KOULOURI P., 2001. – Assessment of otter trawling impact on *Posidonia oceanica* meadows in the Thracian coasts (Greece) and application of relative national and European legislation. *Proceedings of the 10th Panellenic Congress of Ichthyologists*, Chania, Greece : 317-320.
- FRANCOUR P., GANTEAUME A., POULAIN M., 1999. – Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquat. Conserv.*, 9 : 391-400.
- HASTINGS K., HESP P., KENDRICK G., 1995. – Seagrass loss associated with boat moorings at Rottneest Island, Western Australia. *Ocean Coast. Manag.*, 26 : 225-246.
- HÉTIER J.P., 2002. - Plan de gestion de Porquerolles. Diagnostic, enjeux, objectifs. BRL Ingénierie publ., Nîmes : 1-197.
- LERICHE A., BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., DENIS J., 2004. - A one century suite of seagrass bed maps : can we trust ancien maps ? *Estuarine, Coastal Shelf Science*, 59 : 353-362.
- MEINESZ A., 1973. - Répartition de *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux sur les côtes continentales françaises de la Méditerranée. *Téthys*, 4 (4) : 843-858.

- MEINESZ A., BELSHER T., THIBAUT T., ANTOLIC B., BEN MUSTAPHA K., BOUDOU-RESQUE C.F., CHIAVERINI D., CINELLI F., COTTALORDA J.M. *et al.*, 2001. - The introduced alga *Caulerpa taxifolia* continues to spread in the Mediterranean. *Biological Invasions*, 3 : 201-210.
- MEINESZ A., JAVEL F., COTTALORDA J.M., 2003. - *Suivi de l'invasion des algues Caulerpa taxifolia et Caulerpa racemosa en Méditerranée : situation devant les côtes françaises et monégasques fin 2003*. Rapport final Laboratoire Environnement Marin Littoral, Université Nice-Sophia Antipolis, LEML publ., Fr. : 1-103.
- MILAZZO M., BADALAMENTI F., CECCHERELLI G., CHEMELLO R., 2004. - Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean) : effect of anchor types in different anchoring stages. *Journal Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 299 : 51-62.
- MOLINIER R., 1954. - Observations sur les Caulerpes méditerranéennes. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 12 : 113-123.
- MOLINIER R., PICARD J., 1952. - Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *Ann. Inst. océanogr.*, 27 (3) : 157-234.
- PÉRÈS J.M., 1984. - La régression des herbiers à *Posidonia oceanica*. *International Workshop on Posidonia oceanica beds*, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. édés., GIS Posidonie publ., Fr., 1 : 445-454.
- PÉRÈS J.M., PICARD J., 1975. - Causes de la raréfaction et de la disparition des herbiers de *Posidonia oceanica* sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Aquat. Bot.*, 1 : 133-139.
- PORCHER M., 1984. - Impact des mouillages forains sur les herbiers à *Posidonia oceanica*. *International Workshop on Posidonia oceanica Beds*, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac, Olivier J. édés., GIS Posidonie publ., 1 : 145-148.
- PORCHER M., JEUDY DE GRISSAC A., 1985. - Inventaire des mouillages forains autour de l'île de Porquerolles (Var, France). *Posidonia Newsletter*, Fr., 1 (1) : 23-30.
- ROY D., DIVETAÏN N., BERNARD G., COQUILLARD Y., BONHOMME P., GRAVEZ V. 1999. - *Prospection de trois systèmes de mouillage en rade d'Hyères – Analyse et recommandations pour une éventuelle installation en baie de Port-Cros*. Contrat Parc National de Port-Cros & GIS Posidonie, Parc National de Port-Cros & GIS Posidonie publ., Fr. : 1-32.
- SHORT F.T., WYLLIE-ECHEVERRIA S., 1996. - Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environm. Cons.*, 23 : 17-27.
- WALKER D.I., LUKATELICH R.J., BASTYAN G., Mc COMB A.J., 1989. - Effects of boat mooring on seagrass beds near Perth, Western Australia. *Aquat. Bot.*, 36 : 69-77.