

Définition d'une politique et d'une stratégie globale de gestion concertées du chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* à l'échelle des côtes et de l'aire maritime adjacente du Parc national de Port-Cros (Provence, France)

Alain BARCELO¹ ¶*, Jean-Michel COTTALORDA² ¶*,
Marion PEIRACHE¹, Thomas ABIVEN¹, Marie-Claire GOMEZ¹,
Rose-Abèle VIVIANI¹, Hervé BERGERE¹, Etienne BAUDIN¹,
Eric JULLIAN¹, Serge MOREAU¹, Laurent MAXIME¹,
Isabelle MASINSKI¹, Gilles ESPOSITO¹, Peggy FOURNIAL¹,
Céline OBADIA¹, David PONCIN¹, Jean-Yves FORMENTIN³,
Éric PIRONNEAU⁴, Marine NIRONI⁵, Bérangère CASALTA⁶,
Jean-Philippe MORIN⁶, Michel BARRAL⁷,
Charles F. BOUDOURESQUE⁸

¹Parc national de Port-Cros, Allée du Castel Sainte-Claire, BP 70220, 83406 Hyères Cedex, France.

²Université Nice Sophia Antipolis, CNRS, FRE 3729 ECOMERS, Parc Valrose 28, Avenue Valrose, 06108 Nice Cedex 2, France.

³Club de plongée IERO, Quai Milou Conio, 83400 Hyères, France.

⁴Telo Sub, 61 rue Frédéric Passy, 83100 Toulon, France.

⁵Ville du Pradet, Service Développement durable et Environnement, Mairie du Pradet, Parc Cravéro, 83220 Le Pradet, France.

⁶Observatoire marin - Communauté de communes du golfe de Saint-Tropez, Bâtiment le Grand Sud, 2 rue Blaise Pascal, 83310 Cogolin, France.

⁷Service Environnement, Hôtel de Ville, BP 62, 83250, La Londe-les-Maures, France.

⁸Aix-Marseille University, Mediterranean Institute of Oceanography (MIO), CNRS/IRD, UM 110, Campus of Luminy, 13288 Marseille cedex 9, France.

¶ Co-premiers auteurs : ces auteurs ont dirigé et coordonné ce travail à part égale.

*Auteurs correspondants : alain.barcelo@portcros-parcnational.fr et jean-michel.cottalorda@unice.fr

Résumé. Dès sa première observation à Port-Cros en 1994, *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh a fait l'objet d'opérations d'éradication. Selon un principe de précaution, l'objectif affiché par le Parc national - garant de la biodiversité terrestre et marine de l'île, de sa protection et de sa gestion - a toujours été que son cœur « historique » ne soit jamais colonisé par cette souche exotique invasive potentiellement dommageable pour l'environnement marin. Au début des années 2000, la principale baie de mouillage de l'île a présenté jusqu'à une centaine de colonies de *C. taxifolia*. Réparties sur 10 000 m², elles ont nécessité un travail de contrôle et d'éradication conséquent jusqu'en 2006. En ajustant d'années en années les stratégies, la situation a été stabilisée durablement à partir de 2007.

Le maintien d'une veille et la réussite des éradications et des stratégies mises en place, depuis, ont permis à l'Établissement public de conserver les eaux de son cœur « historique » sous contrôle et même semble-t-il exemptes de *C. taxifolia* depuis fin 2012. Epaulé par des partenaires scientifiques, institutionnels, socioprofessionnels et associatifs, l'Établissement public a étendu son action aux îles voisines. Certains partenaires ont organisé le même type de campagnes sur des zones incluses depuis 2012 dans l'aire maritime adjacente du Parc national. Leurs résultats sont présentés ici succinctement jusqu'en 2015. Dans cette note, les auteurs définissent aussi les bases d'une politique et d'une stratégie globale de gestion concertées de *C. taxifolia* à l'échelle des cœurs et de l'aire maritime adjacente du Parc. Ils confirment que le maintien des campagnes de prospection et la mobilisation de leurs acteurs, de partenaires, d'un réseau d'usagers de la mer et d'une logistique annuelle, ajustée aux situations rencontrées, sont la seule garantie pour l'Établissement public de continuer à prendre les mesures les plus pertinentes pour contrer une possible reprise de la dynamique d'invasion actuellement observée sur plusieurs sites. Certains éléments pourront enfin être utiles au Parc national et à d'autres décideurs ou gestionnaires d'espace naturel confrontés à des problèmes similaires ou souhaitant les anticiper pour mieux les gérer ultérieurement.

Mots-clés : espèce exotique envahissante, *Caulerpa taxifolia*, éradication, contrôle, stratégie, Port-Cros.

Abstract. Defining a comprehensive policy and a concerted management strategy for the invasive Chlorobionta *Caulerpa taxifolia* across the core zone and adjacent marine area of the Port-Cros National Park (Provence, France). Ever since its first sighting at Port-Cros in 1994, *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh has been the target of eradication operations. Following the principle of precaution, the proclaimed aim of the National Park - the underwriter of the island's terrestrial and marine biodiversity, its protection and its management - has always been that its original core area should never be colonised by this invasive exotic stock that is potentially harmful to the marine environment. By the early 2000s, the island's main mooring bay presented up to a hundred colonies of *C. taxifolia*. Distributed over 10 000 m², they necessitated considerable control and eradication work up until 2006. With year-by-year adjustment of the strategy adopted, the situation was sustainably stabilised as of 2007. Since then, the maintenance of monitoring and the success of the eradication operations and the strategies adopted have enabled the Park authority to keep the waters of the original core area under control and apparently even free of *C. taxifolia* since the end of 2012. In partnership with scientists, institutions, socio-professional groups and associations, the Park authority has extended its operations to the neighbouring islands. Certain partners have organised similar campaigns in areas that since 2012 have been included in the maritime area adjacent to the National Park. Their results up to 2015 are succinctly presented here. In this note, the authors also define the bases of a comprehensive policy and concerted management strategy for *C. taxifolia* at the scale of the Park's core zone and the adjacent maritime area. They confirm that the maintenance of monitoring surveys and the mobilisation of the stakeholders, partners, the network of users of the sea and an annual logistics programme, tailored to the situations encountered, represent the only guarantee for the Park authority to be able to continue to adopt the measures best-suited to dealing with a possible renewal of the invasive dynamic that has been observed recently at several sites. Finally, certain elements may prove of use to the National Park and to other decision-makers and natural area managers faced with similar problems or who wish to think ahead in order to be better able to deal with them in due course.

Keywords: invasive species, *Caulerpa taxifolia*, control and eradication of introduced species, strategy, Port-Cros.

Introduction

Caulerpa taxifolia (Vahl) C. Agardh est un chlorobionte appartenant à l'ordre des caulerpales et à la classe des ulvophycées. Après l'introduction et la première observation en Méditerranée, en 1984, de la souche MAAS (*Mediterranean Australian and Aquarium Strain*) (Meinesz et Hesse, 1991 ; Boudouresque, 1997), cette dernière a présenté un comportement particulièrement envahissant au niveau de certains sites colonisés (Meinesz *et al.*, 1993, 2001 ; Meinesz et Boudouresque, 1996 ; Cottalorda, 1997). Résistante au froid et originaire de régions tempérées et subtropicales du sud-est australien (Jousson *et al.*, 1998, 2000 ; Olsen *et al.*, 1998 ; Meusnier *et al.*, 2001 ; Wiedenmann *et al.*, 2001 ; Fama *et al.*, 2002), cette souche se développait rapidement. La biodiversité marine, à la fois la diversité spécifique et la diversité des écosystèmes (voir Boudouresque, 2014, pour la définition de la biodiversité), pouvait en être plus ou moins fortement impactée (Verlaque, 1994 ; Verlaque et Fritayre, 1994a, 1994b ; Villèle et Verlaque, 1994 ; Francour *et al.*, 1995 ; Bellan-Santini *et al.*, 1996 ; Boudouresque *et al.*, 1995, 1996, 1997 ; Harmelin-Vivien *et al.*, 1996, 1999, 2001 ; Boudouresque et Verlaque, 2002, 2005 ; Molenaar *et al.*, 2009).

En quelques années, 7 pays méditerranéens ont été atteints : après Monaco en 1984, *C. taxifolia* a été découverte en France en 1990, en Italie et en Espagne en 1992, en Croatie en 1994, en Tunisie en 2000 et en Turquie en 2006 (Meinesz et Hesse, 1991 ; Meinesz *et al.*, 2001 ; Relini et Torchia, 1992 ; Pou *et al.*, 1993 ; Langar *et al.*, 2000 ; Cevik *et al.*, 2007). Au moins 16 000 hectares de petits fonds méditerranéens ont directement été concernés, dont plus de 8 600 ha devant les côtes françaises (Meinesz *et al.*, 2010). Au niveau mondial, cette souche invasive (MAAS) a également été découverte aux Etats-Unis (en Californie, où d'énormes moyens financiers et humains ont ensuite permis de l'éradiquer), au Japon (rejet accidentel d'un aquarium en mer, avant disparition avec les basses températures hivernales) et en Australie (Jousson *et al.*, 2000 ; Komatsu *et al.*, 2003 ; Williams et Schroeder, 2004 ; Wright, 2005).

A partir de 2003-2005, un infléchissement très net de l'extension, une réduction de la densité et parfois même une disparition complète de certaines colonies ont été enregistrés (Cottalorda *et al.*, 2008a, 2008b ; Meinesz *et al.*, 2010 ; Meinesz et Cottalorda, 2013 ; Montefalcone *et al.*, 2015). Dans la majorité des secteurs directement concernés, *C. taxifolia* a cependant rarement totalement disparu et, depuis 2011, sa dynamique semble même de nouveau à la hausse sur certains sites, à Monaco et en France notamment (Meinesz et Cottalorda, 2013 et observations en cours).

La première découverte de cette ulvophycée invasive dans les eaux de l'archipel de Port-Cros date de 1994. Conformément au principe de précaution, l'objectif clairement affiché par le Parc national de Port-Cros (PNPC) - garant de la biodiversité terrestre et marine de l'archipel, de sa protection et de sa gestion - a tout de suite été que le PNPC ne soit jamais colonisé par *C. taxifolia*. Des stratégies de prospection, des mesures de prévention, de contrôle et d'éradication ont ainsi toujours été proposées, engagées et adaptées aux situations rencontrées (Cottalorda *et al.*, 2010 ; Barcelo *et al.*, 2013b). Progressivement, la recherche active de *C. taxifolia* et la lutte contre son expansion se sont également organisées aux environs de l'archipel de Port-Cros, sur cinq autres secteurs qui, depuis mai 2012, sont intégrés ou très proches des cœurs et de l'aire maritime adjacente (AMA) du PNPC, comprise entre les communes de La Garde et de Ramatuelle (Fig. 1).

A ce jour, aucun indice ne permet de penser que la progression générale de *C. taxifolia* ralentira durablement et encore moins que cette espèce introduite invasive disparaîtra un jour naturellement de tous les sites de Méditerranée où elle est toujours présente. Des reprises préoccupantes de développement sont même observées en certains sites du territoire marin sur lesquelles les compétences et les responsabilités du PNPC sont engagées, Porquerolles (données inédites), ou à proximité immédiate, Ramatuelle (Casalta et Morin, 2012, 2014). Dans la cinétique d'une invasion biologique, les épisodes de régression naturelle suivis de reprise caractérisent les phases d'expansion et de persistance du *Natural fluctuation model* (Boudouresque et Verlaque, 2012).

Le présent article présente les résultats synthétiques des campagnes de recherche et d'éradication menées jusqu'en 2015 à Port-Cros et dans ses environs. En concertation avec les partenaires institutionnels, associatifs et scientifiques, elle a également pour objectif de définir une stratégie et une politique globales de gestion de *C. taxifolia* ambitieuse, raisonnée, adaptée et pérenne à l'échelle des cœurs et de l'aire maritime adjacente (AMA) du PNPC.

Matériel et méthodes

La plupart des stratégies, méthodes et techniques de recherche et d'éradication employées pour *C. taxifolia* ont été testées et développées à Port-Cros, où les partenaires et les personnes ressource coordonnant ces opérations se retrouvent chaque année pour gérer cette problématique depuis 1994. Evolutives, ces stratégies, méthodes et techniques détaillées par Cottalorda *et al.* (2010) progressent par

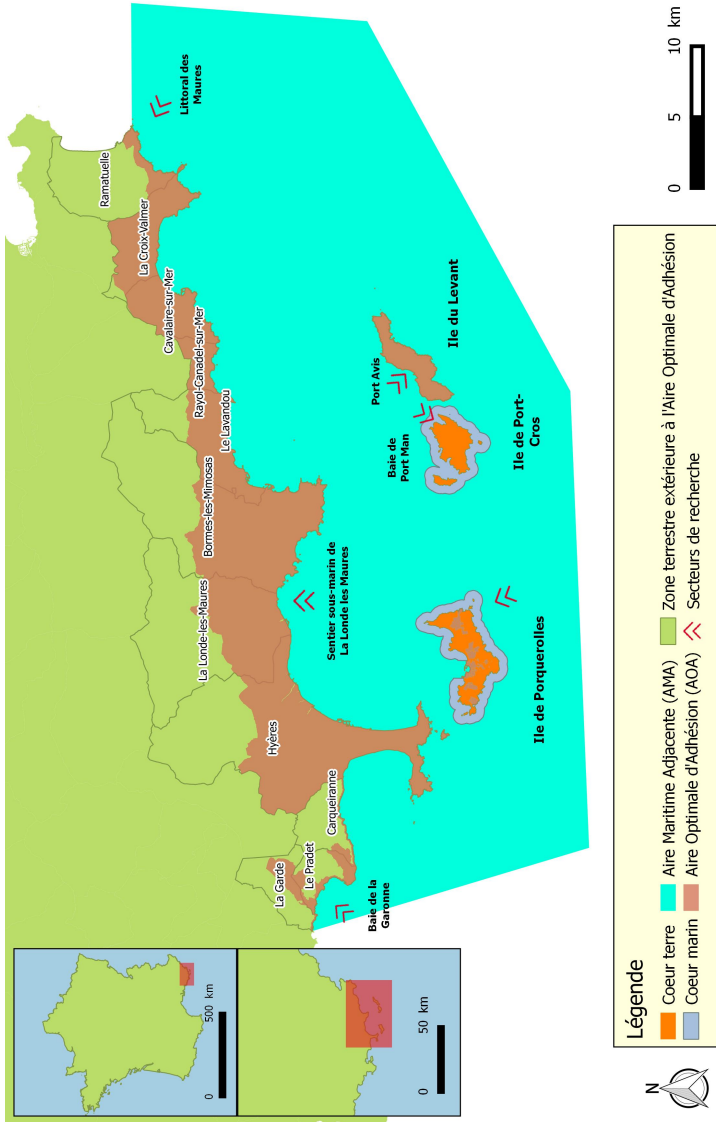


Figure 1. Sites ayant fait l'objet de campagnes de prospection et d'éradication de *Caulerpa taxifolia* au sein de l'aire maritime adjacente et des cœurs du Parc national de Port-Cros.

capitalisation d'expérience et/ou afin de s'adapter à de nouvelles situations (Barcelo *et al.*, 2013b).

Au niveau de l'archipel de Port-Cros, *C. taxifolia* a fait l'objet d'une recherche active annuelle du PNPC et de ses partenaires dès 1994, et de mesures d'éradication soigneuses en cas de découverte. A partir de 2007 (Cottalorda *et al.*, 2010), en complément des missions d'automne, des prospections ont été également effectuées en juin dans la zone de mouillage de la baie de Port-Man. Cette baie représente le principal foyer de colonisation par *C. taxifolia* de l'archipel. Abrisée du mistral, elle accueille en effet chaque année plusieurs centaines de bateaux, dont les ancres et chaînes (non contrôlées) sont autant de vecteurs potentiels d'introduction de boutures de *C. taxifolia* depuis une zone colonisée. Les missions de juin permettent de repérer les colonies nouvelles ou trop petites pour avoir été détectées l'automne précédent, mais aussi d'éventuelles reprises de boutures sur une zone balisée ayant fait l'objet d'une éradication. En cas de découverte, *C. taxifolia* est soigneusement éliminée. Cela permet d'éviter son développement et sa dissémination sur le site par d'autres ancres et chaînes de bateaux au cours de la saison estivale. La campagne d'automne est dimensionnée et ajustée (en moyens humains et en nombre de jours de prospection nécessaires) selon la situation rencontrée en juin et les éventuelles nouvelles signalisations de colonisation par les usagers de la mer (Cottalorda *et al.*, 2010).

Aux environs de l'archipel de Port-Cros, d'autres opérations de prospection et d'éradication ont progressivement été menées sur cinq sites désormais en cœur ou en AMA du PNPC : l'île de Porquerolles, la baie de la Garonne au Pradet, le sentier sous-marin de La Londeles-Maures, le littoral des Maures et la zone ouest du Port Avis à l'île du Levant (Fig. 1).

A partir de 2004, le Parc a commencé à s'investir sur la partie marine de Porquerolles à travers la compétence que lui octroyait Natura 2000 (zones actuellement désignées ZPS « Îles d'Hyères » FR 9310020 et ZSC « Rade d'Hyères » FR 9301613). Les surfaces colonisées étaient alors déjà trop importantes pour être complètement éradiquées (les premières colonies avaient été repérées dès 1995). Il était en revanche encore possible de mener des campagnes d'éradication efficaces sur des sites patrimoniaux (Cottalorda *et al.*, 2010 ; Jaubert *et al.*, 2014b, 2015).

Egalement en 2004, la commune du Pradet a mis en place une opération annuelle dans la baie de la Garonne, avec des associations et partenaires impliqués dans la protection et la gestion du milieu marin (Pironneau *et al.*, 2014 ; Pironneau et Ringwald, 2015).

Depuis 2008, un contrôle estival de la zone du sentier sous-marin de La Londe-les-Maures est réalisé afin que le site (environ 3 hectares) ne soit pas impacté par des espèces invasives. Lors des opérations de balisage en juillet, et de débalisage en août, l'agent de la commune responsable du service environnement procède également à une veille écologique qui intègre la recherche active de telles espèces. En 2011 et 2014, cette procédure a permis de découvrir *C. taxifolia* à un stade de développement précoce, sur deux secteurs du sentier sous-marin. De surface inférieure à un mètre carré, ces foyers de colonisation ont tous deux été minutieusement éradiqués (Michel Barral, comm. pers.).

A partir de 2011 (après différentes opérations, notamment en 2005), une campagne de surveillance annuelle pilotée par l'Observatoire Marin de la Communauté de communes du golfe de Saint-Tropez (anciennement SIVOM du Littoral des Maures) a été mise en place sur le site Natura 2000 « Corniche varoise » (FR93011624) (Casalta et Morin, 2012, 2014).

Enfin, de façon plus occasionnelle, notamment en 2008, le PNPC est également intervenu sur l'île du Levant pour repérer les sites colonisés, mais aussi pour sensibiliser et former les plongeurs du Centre d'Etudes et de Lancement de Missiles aux opérations de repérage et d'éradication. Aucune campagne pérenne n'a cependant vu le jour sur cette zone.

Résultats

La situation à l'île du Levant n'est plus connue depuis 2008. En 2015, faute de moyens humains, aucune prospection n'a non plus été entreprise le long du littoral des Maures. Une vigueur préoccupante de *C. taxifolia* et plusieurs hectares de petits fonds colonisés y avaient cependant été enregistrés les années précédentes, au niveau d'une zone de mouillage à Ramatuelle, en dehors de l'aire maritime adjacente (AMA) du PNPC, très fréquentée par la navigation de plaisance (Casalta et Morin, 2012, 2014).

En revanche, des opérations de prospection ont été organisées sur les quatre autres sites historiques (Fig. 1 ; Tabl. I).

Tableau I. Détail des efforts de prospection des campagnes « Caulerpes » 2015.

Site	Dates	Nombre de plongeurs (et apnéistes)	Effort de prospection (nombre d'heures de plongée en scaphandre autonome)	Nombre de bateaux (supports plongée)	Surface prospectée (ha)
Port-Cros (et Bagaud)	18/06	7	8	2	0,9
	Du 28/09 au 1/10	19 à 22	97	2	20
Porquerolles	Du 18/09 au 20/09	23 à 26 (et 4 apnéistes)	95	2	12
			28, en apnée	1	10
Le Pradet	Du 20/10 au 23/10	12 en moyenne (et au moins 2 apnéistes)	82	1	14
			16	0	5
La Londe-les-Maures	Juillet et août	1	Permanent (durant les visites du sentier sous-marin)	0	3

A Port-Cros, la baie de Port-Man, zone de mouillage préférentielle, a présenté jusqu'à une centaine de colonies de *C. taxifolia* au début des années 2000. Réparties sur un hectare, ces colonies ont couvert jusqu'à plusieurs dizaines de mètres carrés de substrat au total et ont nécessité un travail de contrôle et d'éradication particulièrement important entre 2002 et 2006 (Cottalorda *et al.*, 2008a). A partir de 2007 et de l'organisation annuelle d'un retour sur site en juin, en plus de la campagne d'automne, la situation a enfin pu être stabilisée durablement. L'effort d'éradication n'a alors plus concerné que quelques petites colonies et reprises de boutures, et les campagnes de prospection annuelles ont peu à peu nécessité moins de participants et de moyens financiers qu'auparavant (Cottalorda *et al.*, 2010).

L'effort déployé en 2015 (Tabl. I) a été sensiblement identique à celui des trois années précédentes (Jaubert *et al.*, 2014a, 2015). Les opérations de juin et d'automne ont été menées par le PNPC sur financement Natura 2000. Comme chaque année depuis 1994, elles bénéficiaient de l'appui bénévole des partenaires et de l'encadrement scientifique de l'Université Nice Sophia Antipolis. Les dernières petites zones colonisées repérées et traitées en octobre 2012 ont fait l'objet d'une attention spécifique. Mais comme dans les autres zones prospectées depuis autour de l'île, *C. taxifolia* n'a été observée ni en juin ni en octobre 2015 (Fig. 2).

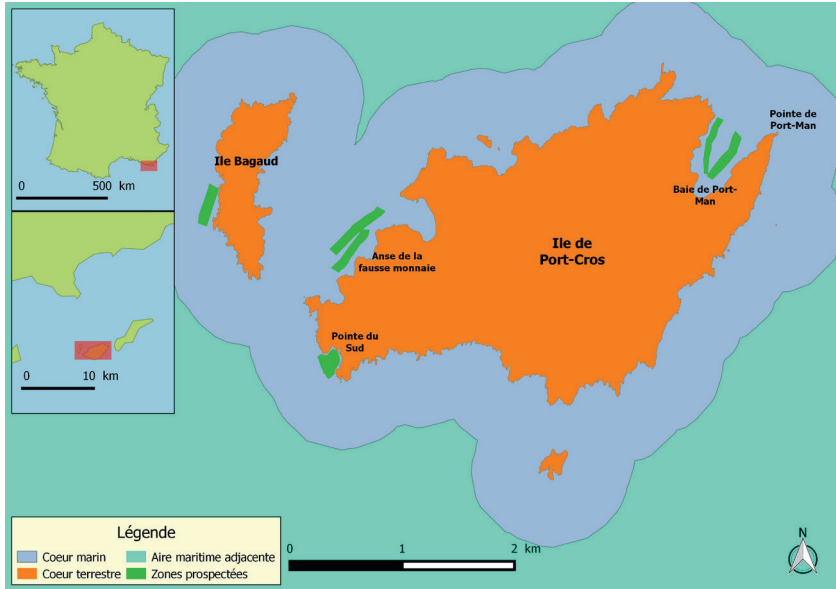


Figure 2. Zones de prospection de *Caulerpa taxifolia* dans les eaux de l'archipel de Port-Cros, en juin et octobre 2015.

A Porquerolles, les foyers d'invasion historiques demeurent largement colonisés par *C. taxifolia*. Au niveau de certains sites, *C. taxifolia* présentait même un dynamisme et une vitalité beaucoup plus importants que les années précédentes. Etablie en 2005 à l'occasion de la concertation menée autour de Natura 2000, la stratégie retenue pour Porquerolles recommandait de maintenir hors colonisation par *C. taxifolia* les sites patrimoniaux et d'importance économique des Mèdes, du Langoustier et de la zone protégée localisée au sud-est de l'île (Barcelo *et al.*, 2010 ; Cottalorda *et al.*, 2010 ; Jaubert *et al.*, 2014b, 2015). Devant la progression importante de l'espèce et la diminution des moyens de l'Etat, suppléés depuis par ceux de Natura 2000, cet objectif a dû être revu à la baisse. Seule la « zone ressource » (zone de non-prélèvement) mise en place au sud-est de Porquerolles, d'une surface supérieure à celle établie précédemment (Rincé *et al.*, 2015), a ainsi fait l'objet d'opérations d'éradication en 2015 (Fig. 3).

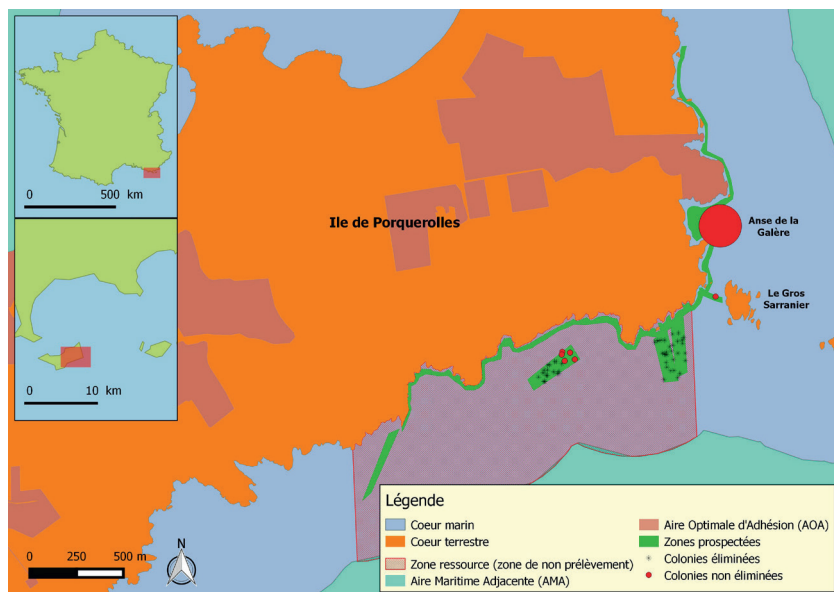


Figure 3. Localisation des zones de Porquerolles prospectées en septembre 2015 durant la campagne de recherche et d'éradication de *Caulerpa taxifolia*.

Les plongées effectuées au niveau de la plage de la Galère (zone située à l'est de la « zone ressource », Porquerolles), fortement fréquentée par la plaisance l'été, ont permis d'identifier une zone colonisée d'un peu plus d'un hectare. Cette campagne met également en évidence une recrudescence préoccupante de la colonisation avec des dizaines de boutures découvertes dans la partie est de la « zone ressource » (zone de non-prélèvement) et, semble-t-il, une colonisation moins marquée plus à l'ouest. Si le gradient de colonisation est conforme à ce à quoi l'on pouvait s'attendre, avec une invasion qui semble être en provenance des zones situées à l'est, l'importance de la colonisation est surprenante et inquiétante et rend d'éventuelles opérations d'éradication difficiles.

La création d'une zone de protection renforcée dans ce secteur (« zone ressource » ; Fig. 3 ; Rincé *et al.*, 2015 ; Anonyme, 2015a, 2015b) soustrait théoriquement celui-ci à la plupart des activités anthropiques potentielles et donc aux principaux vecteurs de dissémination de l'algue (mouillage et pêche aux arts trainants). Le respect de cette réglementation conditionnera en grande partie la réussite des opérations.

Au Pradet (baie de la Garonne), la prospection a mobilisé en moyenne, en 2015, 12 plongeurs durant 4 jours. Deux sites en début

de colonisation ont été traités par découpage manuel du substrat (Fig. 4). Colonisée par *C. taxifolia* depuis 2001, la baie demeure sous contrôle comme à Port-Cros, grâce au maintien de ces campagnes annuelles et à l'investissement de ses responsables et des élus de la commune.

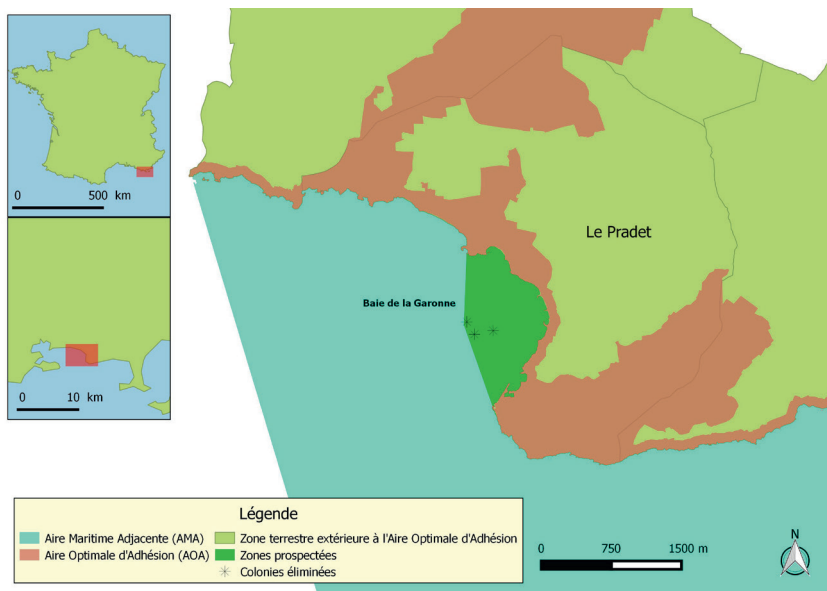


Figure 4. Localisation des zones prospectées durant la campagne de recherche et d'éradication de *Caulerpa taxifolia* dans les eaux du Pradet, en octobre 2015.

A La Londe-les-Maures, la surveillance estivale habituelle a été menée par le responsable du service environnement. Aucune colonie de *C. taxifolia* n'a été observée en 2015 au niveau du sentier sous-marin. Les deux éradications menées en 2011 et 2014 semblent donc avoir réussi, même si, pour la dernière, ce résultat devra être confirmé en 2016.

Discussion

La colonisation par *C. taxifolia* semble être jugulée et sous contrôle sur le sentier sous-marin de La Londe-les-Maures et dans la baie de la Garonne, au Pradet.

Au niveau des zones prospectées de l'archipel de Port-Cros, aucune présence de *C. taxifolia* n'a été enregistrée depuis la dernière opération d'éradication d'octobre 2012. Les missions de juin et

octobre 2013, 2014 et 2015 permettent d'être optimiste quant à un succès complet de l'éradication de 2012.

Le fort ralentissement de la colonisation globale et le succès des contrôles et éradications réalisés à Port-Cros et sur certains sites périphériques conduisent à s'interroger sur la pertinence de poursuivre de telles opérations de recherche et d'éradication. Même si elles ne représentent pas un investissement énorme, les moyens financiers et humains disponibles sont en effet généralement à la baisse ces dernières années. Les observations de présence et de reprise de *C. taxifolia* sur certains sites ou l'existence de zones de mouillage colonisées de façon préoccupante, parfois seulement à quelques kilomètres de l'archipel de Port-Cros, démontrent cependant la nécessité de maintenir une veille active et de poursuivre de telles campagnes.

Les opérations de prospection et de contrôle, interrompues en 2015 sur le littoral des Maures, seront ainsi réactivées à partir de 2016. Une réflexion sera en particulier menée afin d'engager une stratégie permettant de fortement diminuer les risques de dissémination de *C. taxifolia* à partir d'une zone de mouillage de Ramatuelle, très fréquentée et colonisée sur plusieurs dizaines d'hectares (Casalta et Morin, 2012, 2014).

Au nord et à l'est de Porquerolles, la colonisation par *C. taxifolia* n'est pas contrôlable. Les sites patrimoniaux des Mèdes et du Langoustier ne sont plus traités depuis 2015, mais la vigilance des plongeurs et structures de plongée partenaires du PNPC devrait pour le moment lui permettre de réagir si de nouveaux foyers d'invasion étaient découverts. La situation est critique dans la zone protégée du sud-est (« zone ressource ») avec un niveau de colonisation sans précédent. Cette zone constitue une priorité d'action sur laquelle une mobilisation renforcée des équipes du PNPC et des partenaires associatifs est prévue en 2016. Le PNPC se donne deux années pour tenter de juguler la colonisation, période au-delà de laquelle il réexaminera sa stratégie d'action.

Le dynamisme des acteurs et leur volonté de travailler de façon complémentaire sur la gestion de *C. taxifolia* dans les eaux des cœurs et de l'AMA du PNPC restent importants et les technicités et stratégies d'adaptation déployées ont déjà prouvé leur efficacité sur plusieurs sites. Il est ainsi possible de dessiner les perspectives et les grands traits de la stratégie nouvelle à élaborer.

La dynamique de *C. taxifolia* à l'échelle des côtes méditerranéennes françaises, son suivi et l'état de sa colonisation à l'échelle de ce territoire n'ont plus été actualisés depuis 2009 (Meinesz *et al.*, 2010).

Aucun financement spécifique n'est actuellement consacré à ce suivi auparavant coordonné par l'Université Nice Sophia Antipolis dans le cadre de l'Observatoire sur l'expansion en Méditerranée de *Caulerpa taxifolia*. Avant toute décision, il reste pourtant fondamental de dresser un état des lieux général de la colonisation à l'échelle de l'ensemble du territoire. Une campagne organisée avec différents partenaires parmi les usagers de la mer pourrait même être élargie avec pertinence à la signalisation d'éventuelles autres espèces invasives.

Comme indiqué par Cottalorda *et al.* (2010), le contrôle des invasions biologiques ne peut se concevoir sans prévention et sensibilisation (Cottalorda *et al.*, 1998 et 2001), ni sans gestion fine des zones de pêche et de mouillage (Gravez *et al.*, 1998) en amont. Une sensibilisation sera à nouveau développée auprès des usagers de la mer qui seront à nouveau incités à signaler leurs observations de *C. taxifolia* sur le territoire. Les plaisanciers seront également à nouveau invités à vérifier leurs ancres et chaînes avant de mouiller dans les cœurs et l'AMA du PNPC.

Des aménagements, des réglementations, voire d'éventuelles interdictions de mouillage pourront également être envisagés afin de limiter la contamination d'un site, ou de diminuer le risque de dissémination de boutures à partir de zones fortement colonisées.

Il est également intéressant de maintenir un suivi de la dynamique de la colonisation, à une échelle et selon des priorités et un protocole qui seront alors à définir en fonction de la situation générale dont on aura connaissance. Les évolutions enregistrées permettront de mieux comprendre les régressions et progressions de *C. taxifolia* observées sur ce territoire.

Dans le même esprit, il sera intéressant de prévenir et de quantifier d'éventuels impacts biologiques et économiques qui pourraient être enregistrés, tout en les hiérarchisant par rapport à d'autres.

Après aval de l'administration centrale et du Conseil scientifique du PNPC, les zones à retenir en priorité pour les opérations de repérage et de contrôle, compatibles et adaptées aux ressources humaines, techniques et financières disponibles, seront définies avec les acteurs du territoire. Ces zones seront choisies pour leur valeur patrimoniale et celle que leur accordent les acteurs locaux, leur fonctionnalité écologique, leur importance paysagère, socio-économique et pour la recherche, et/ou pour leur rôle de témoin. Les surfaces seront retenues selon des contraintes morfo-structurales (bathymétrie, présence de caps, limites des biocénoses, etc.) et selon leur état de colonisation. Il semble d'ores et déjà nécessaire de maintenir les objectifs actuels

sur les six sites décrits précédemment sur lesquels des campagnes sont régulièrement menées.

L'amélioration des méthodologies et stratégies développées pour lutter contre la progression de *C. taxifolia* depuis plus de 20 ans sur l'île de Port-Cros sera également poursuivie. Celles-ci ont été exportées ou ont fait l'objet d'échanges, pour parfois revenir améliorées, avec d'autres zones colonisées par *C. taxifolia* aux Etats-Unis et Croatie notamment ou susceptibles de l'être comme en Corse, ou parfois pour d'autres espèces introduites à comportement invasif, comme à La Réunion ou aux Açores. Ces techniques, méthodes, documents et publications scientifiques réalisés en partenariat ou coordonnés par le PNPC contribuent à sa reconnaissance à une échelle nationale et internationale.

Ainsi, une restitution élargie de l'opération globale et une valorisation des échanges au niveau international seront également maintenus et développés.

Un suivi et une évaluation de la stratégie retenue seront également mis en place afin de rester performant et de l'adapter en fonction de la dynamique de l'invasion et des contextes financier, matériel et humain. Ces stratégies et politique globales de gestion de *C. taxifolia* à l'échelle du territoire conduites par le PNPC avec l'ensemble des acteurs et partenaires continueront d'être accompagnées par le Conseil scientifique du PNPC qui validera les orientations techniques, stratégiques et scientifiques proposées.

Il sera important d'interroger les nouvelles communes du PNPC, après leur adhésion à la charte du PNPC, en 2016, pour savoir si elles souhaitent, comme Le Pradet, être actives sur la question.

La dynamique et les succès enregistrés au travers des actions de prospection, de contrôle et d'éradication demeurent une référence exemplaire à plus d'un titre, par la mobilisation citoyenne des plongeurs fédérés par les centres et clubs de plongée partenaires, par l'appui financier des institutions (Union européenne, Etat, Collectivités territoriales) et des mécènes, par la force de mobilisation du PNPC et l'appui scientifique inconditionnel de l'Université Nice Sophia Antipolis (Cottalorda *et al.*, 2010). Ce travail en synergie, ces échanges et rencontres sont essentiels. Ils seront maintenus et dans certains cas renforcés, ce qui permettra de conserver un niveau de technicité et de pratique permettant de continuer à s'adapter à toute situation, même de crise, et d'animer un réseau d'acteurs pouvant jouer un rôle important sur d'éventuelles autres problématiques rencontrées.

Conclusion

Du fait de la dynamique d'expansion et des impacts écologiques et socio-économiques établis et potentiels de *C. taxifolia*, l'*Invasive Species Specialist Group* de l'IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) a classé cette espèce parmi les 100 espèces invasives les plus dommageables à l'environnement mondial (IUCN, 2000).

Selon les années et comme d'autres Caulerpales (*C. prolifera* en particulier), *C. taxifolia* présente des cycles de développement plus ou moins importants (Boudouresque et Verlaque, 2012 ; Meinesz et Cottalorda, données en cours d'analyse). La multiplication récente de signalisations de recrudescence du développement de *C. taxifolia* impose de rester vigilant et capable de s'adapter rapidement. Ces observations pourraient correspondre à une nouvelle période de développement de l'espèce.

Le maintien des campagnes de prospections annuelles et la réussite des éradications et des stratégies mises en place, depuis, ont permis au PNPC de conserver les eaux de l'archipel de Port-Cros (son cœur « historique ») sous contrôle et même semble-t-il exemptes de *C. taxifolia* depuis fin 2012 (Barcelo *et al.*, 2013a). La DDTM (Direction départementale des territoires et de la mer) du Var, chargée par l'Etat de l'évaluation sur le terrain de ces campagnes annuelles organisées par le Parc national, a ainsi confirmé la pertinence de maintenir et d'adapter durablement ce type d'opération référence.

Avec le classement en 2012 en cœur de parc d'une partie des eaux de Porquerolles, et en aire maritime adjacente (AMA) d'une zone marine comprise entre La Garde et Ramatuelle (Fig. 1), la réflexion du PNPC porte désormais sur un espace maritime des dizaines de fois plus étendu qu'auparavant. Menées jusqu'à présent avec une continuité, des priorités et des objectifs distincts, les actions et stratégies de gestion de *C. taxifolia* doivent désormais être pensées à l'échelle de l'ensemble de ce territoire. Le présent article a pour objectif d'établir les principes généraux d'une stratégie et d'une politique concertées et globales de gestion de *C. taxifolia* ambitieuse, raisonnée et pérenne à l'échelle des cœurs et de l'aire maritime adjacente du PNPC.

Comme indiqué par Cottalorda *et al.* (2010), le maintien des campagnes de prospection et la mobilisation de leurs acteurs, de partenaires, d'un réseau d'usagers de la mer et d'une logistique annuelle, ajustée aux situations rencontrées, sont la seule garantie pour le PNPC de prendre les mesures les plus pertinentes pour préserver autant que possible l'archipel de Port-Cros, certains sites

prioritaires, la biodiversité dont le PNPC est garant, et les activités socio-économiques qui s'y déroulent.

Avec quelques adaptations dimensionnées elles aussi chaque année, cette stratégie de veille, d'action et de mobilisation concertées permettront également au Parc national de Port-Cros (PNPC) d'ajuster encore plus efficacement sa réactivité à d'éventuelles nouvelles espèces introduites invasives ou à d'autres problématiques rencontrées.

Remerciements. Nous tenons à remercier l'ensemble des participants et partenaires de ces opérations : plongeurs bénévoles, structures de plongée associatives et professionnelles signataires du règlement de plongée (anciennement Charte), agents et Conseil scientifique du PNPC, l'Université Nice Sophia Antipolis (FRE 3729 ECOMERS), Natura 2000, la DREAL PACA, la communauté de communes du golfe de Saint-Tropez, Le Pradet, La Londe-les-Maures, la région PACA, la DDTM du Var, le Conseil départemental du Var. Les cartes ont été produites par David Dubourg et Thomas Abiven.

Références

- ANONYME, 2015a. - Arrêté N°633 du 17 juillet 2015 portant réglementation particulière de la pêche maritime de loisir et de la pêche professionnelle dans les eaux au droit de l'île de Porquerolles, de ses îlots, des sèches des Sarraniers et du Langoustier (département du Var). Préfecture de la Région Provence-Alpes-Côte d'azur, 4 p.
- ANONYME, 2015b. - Arrêté préfectoral N°206/2015 du 29 juillet 2015 réglementant la navigation, le mouillage des navires, la plongée sous-marine et la pratique des sports nautiques de vitesse dans la bande littorale des 600 mètres autour de l'île de Porquerolles, de ses îlots et des sèches des Sarraniers et du Langoustier (Commune de Hyères-les-Palmiers) (Var). Préfecture maritime de Méditerranée, 11 p.
- BARCELO A., CANALE J., CRESP G., CREUSEFOND M., CROSETTI G., DESPINOY P., HILY G., MAZELLA C., MILLIER L., RIDOLFI J., SELLIER G., 2010. - Concertation et mode de gouvernance lors de la mise en place de l'aire marine protégée de Porquerolles (Hyères, France) dans le cadre de Natura 2000 en mer. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 24: 21-38.
- BARCELO A., ABOUCAYA A., BOUDOURESQUE C.F., GILLET P., HARMELIN J.G., JARIN M., MARTIN G., MAURER C., MÉDAIL F., PEIRACHE M., PONEL P., SELLIER G., 2013a. The scientific strategy of the Port-Cros National Park for the 2013-2022 period. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 27: 485-492.
- BARCELO A., COTTALORDA J.-M., PEIRACHE M., JAUBERT R., BERGERE H., ESPOSITO G., FORMENTIN J.-Y., GILLET P., HOUARD T., JULLIAN E., LEFEBVRE Cl., MOREAU S., PIRONNEAU E., ROBERT Ph., VIVIANI R.-A., BOUDOURESQUE C.F., 2013b. - Deux décennies d'amélioration des techniques de recherche et de contrôle du Chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh dans les eaux du Parc national de Port-Cros (Méditerranée, France). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 27: 437-450.
- BELLAN-SANTINI D., ARNAUD P.-M., BELLAN G., VERLAQUE M., 1996. - The influence of the introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia* on the biodiversity of the Mediterranean marine biota. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 76: 235-237.
- BOUDOURESQUE C.F., 1997. - Population dynamics of *Caulerpa taxifolia* in the Mediterranean, including the mechanisms of interspecific competition. In : *Séminaire international « Dynamique d'espèces marines invasives : application à l'expansion de Caulerpa taxifolia en Méditerranée »*, Lavoisier publ., Paris: 145-162.

- BOUDOURESQUE C.F., 2014. - Insights into the diversity of the biodiversity concept. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 28: 65-86.
- BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., RIBERA M.A., BALLESTEROS E. 1995. - Spread of the green alga *Caulerpa taxifolia* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean: possible consequences of a major ecological event. *Scientia Marina*, 59: 61-67.
- BOUDOURESQUE C.F., LEMEE R., MARI X., MEINESZ A., 1996. – The invasive alga *Caulerpa taxifolia* is not a suitable diet for the sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Aquatic Botany*, 53: 245-250.
- BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., GRAVEZ V., 1997. - Scientific documents dealing with the alga *Caulerpa taxifolia* introduced to the Mediterranean. Seventh edition. GIS Posidonie publishers, Marseille: 1-47.
- BOUDOURESQUE C.F., VERLAQUE M., 2002. - Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Mar. Pollut. Bull.* 44: 32–38.
- BOUDOURESQUE C.F., VERLAQUE M., 2005 – Nature conservation, Marine Protected Areas, sustainable development and the flow of invasive species to the Mediterranean Sea. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 21: 29-54.
- BOUDOURESQUE C.F., VERLAQUE M., 2012. - An overview of species introduction and invasion processes in marine and coastal lagoon habitats. *Cah. Biol. mar.*, 53 (3): 309-317.
- CASALTA B., MORIN J.P., 2012. – Résultats de la campagne de prospection 2011 de *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh, algue envahissante, le long du littoral des Maures. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 26 : 243-245.
- CASALTA B., MORIN J.P., 2014. – Résultats de la campagne de prospection 2013 du Chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh le long du littoral des Maures. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, Fr., 28: 161-164.
- CEVIK C., YOKES M.B., CAVAS L., ERKOL L.I., DERICI O.B., VERLAQUE M., 2007. – First report of *Caulerpa taxifolia* (Bryopsidales, Chlorophyta) on the Levantine coast (Turkey, Eastern Mediterranean). *Estu., Coast. Shelf Sci.*, 74: 549-556.
- COTTALORDA J.M., 1997. - Espansione di *Caulerpa taxifolia* nel Mediterraneo : situazi-one, prospettivo e controllo. In : Atti del Convegno internazionale “Introduzione di nuove specie nel Mediterraneo e compatibilità con quelli presenti”, Cagliari, 28 nov. 1996, COSSU A., MELONI M.M. edit., Poseidon publ., Sardinia, Ital. : 21-33.
- COTTALORDA J.M., GRAVEZ V., ANTOLIC B., ARANDA A., BALLESTEROS E., BOUDOURESQUE C.F., CASSAR N., CINELLI F., DARDER RIBOT J.-D., ORESTANO C., GRAU JOFRE A., JAKLIN A., MEINESZ A., RODRIGUEZ-PIETRO C., SPAN A., THIBAUT T., VAUGELAS J. de, ZAVODNIK N., ZULJEVIC A., 1998. – Second international campaign for public awareness of the *Caulerpa taxifolia* problem. An essential tool to collect cartographic data to slow down the spread of this alga. Third International Workshop on *Caulerpa taxifolia*. Boudouresque C.-F., Gravez V., Meinesz A. and Paluy F. edit, GIS Posidonie publ., Marseille: 9-16.
- COTTALORDA J.M., MEINESZ A., CHIAVERINI D., VAUGELAS J. de, 2001. - Campaigns for public awareness on the *Caulerpa taxifolia* problem. Second International Conference on Marine Bioinvasions (New-Orleans, USA, 9-11 avril 2001).
- COTTALORDA J.M., GRATIOT J., MANNONI P.-A., VAUGELAS J. de, MEINESZ A., 2008a. - Suivi de l'invasion des algues introduites *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa* en Méditerranée : situation devant les côtes françaises au 31 décembre 2007 – E.A. 4228 ECOMERS – Laboratoire Environnement Marin Littoral – Univ. Nice-Sophia Antipolis publ. : 1-42 (+ 96 pages d'annexes).

- COTTALORDA J.M., GRATIOT J., MANNONI P.-A., VAUGELAS J. de, 2008b. - Evaluation cartographique de l'expansion des *Caulerpes* envahissantes le long du littoral monégasque et de ses parages immédiats (Cap d'Ail - Cap Martin). Campagne 2006-2008. Accord RAMOGE et Univ. Nice-Sophia Antipolis (E.A. 4228 «ECOMERS») publ. : 1-46 (+ Carte au format A0, échelle 1/7 500).
- COTTALORDA J.M., BARCELO A., BERGERE H., HOUARD T., LEFEBVRE C.I., ROBERT P., 2010. - Le Parc national de Port-Cros : une structure référence dans la mise en œuvre de stratégies de contrôle de la Chlorobionte envahissante *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 24: 105-126.
- FAMA P., JOUSSON O., ZANINETTI L., MEINESZ A., DINI F., DI GIUSEPPE G., MILLAR A.J.K., PAWLOSKI J., 2002. - Genetic polymorphism in *Caulerpa taxifolia* (Ulvoophyceae) chloroplast DNA revealed by a PCR-based assay of the invasive Mediterranean strain. *J. Evol. Biol.* 15: 618-624.
- FRANCOUR P., HARMELIN-VIVIEN M., HARMELIN J.G., DUCLERC J., 1995. - Impact of *Caulerpa taxifolia* colonization on the littoral ichthyofauna of North-Western Mediterranean sea: preliminary results. *Hydrobiologia*, 300-30 : 345-353.
- GRAVEZ V., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., COTTALORDA J.M., 1998. - Eléments pour une stratégie de contrôle de l'expansion de *Caulerpa taxifolia* en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. GIS Posidonie & DIREN PACA publ., Marseille : 1-42.
- HARMELIN-VIVIEN M., HARMELIN J.G., FRANCOUR P., 1996. - A 3-year study of the littoral fish fauna of sites colonized by *Caulerpa taxifolia* in the N.W. Mediterranean (Menton, France). In: *Second international workshop on Caulerpa taxifolia*, Ribera M.A., Ballesteros E., Boudouresque C.F., Gómez A., Gravez V. (eds.), Univ. Barcelona publ.: 391-397.
- HARMELIN-VIVIEN M., FRANCOUR P., HARMELIN J.G., 1999. - Impact of *Caulerpa taxifolia* on Mediterranean fish assemblages: a six year study. In: Proceedings of the workshop on invasive *Caulerpa* species in the Mediterranean, Heraklion, Crete, Greece, 18-20 March 1998, MTS N° 125, UNEP edit., Athens: 127-138.
- HARMELIN-VIVIEN M., FRANCOUR P., HARMELIN J.G., LE DIREAC'H L., 2001. - Dynamics of fish assemblage alterations caused by the introduced alga *Caulerpa taxifolia* near Menton (France). In: *Fourth international workshop on Caulerpa taxifolia*, Gravez V., Ruitton S., Boudouresque C.F., Le Direac'h L., Meinesz A. Scabbia G., Verlaque M. (eds.), Gis Posidonie publ., Marseille: 236-245.
- IUCN, 2000. - IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. *Aliens*, 11: 1-15.
- JAUBERT R., COTTALORDA J.M., BARCELO A., PEIRACHE M., BERGERE H., JULLIAN E., FORMENTIN J.-Y., PIRONNEAU E., CLOU J.Y., 2014a. - Résultats des campagnes 2012 et 2013 de recherche et d'éradication du Chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh dans les eaux de l'île de Port-Cros, cœur du Parc national de Port-Cros (Var, France). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 28: 189-194.
- JAUBERT R., ESPOSITO G., MOREAU S., FORMENTIN J.Y., PEIRACHE M., BARCELO A., CLOU J.Y., 2014b. - Résultats des campagnes 2012 et 2013 de recherche et d'éradication du Chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh dans les eaux de l'île de Porquerolles, cœur du Parc national de Port-Cros (Var, France) *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 28: 183-187.

- JAUBERT R., COTTALORDA J.M., BARCELO A., PEIRACHE M., BERGERE H., JULLIAN E., FORMENTIN J.Y., PASQUALINI B., BADAIRE C., PIRONNEAU E., MOUSSAY C., CLOU J.Y., 2015. - Résultats de la campagne 2014 de recherche et d'éradication du Chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh dans les eaux de l'île de Port-Cros, cœur du Parc national de Port-Cros (Var, France). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 29: 255-258.
- JAUBERT R., ESPOSITO E., MOREAU S., FORMENTIN J.Y., PEIRACHE M., BARCELO A., MOUSSAY C., CLOU J.Y., COTTALORDA J.M., 2015. - Résultats de la campagne 2014 de recherche et d'éradication du Chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh dans les eaux de l'île de Porquerolles, cœur du Parc national de Port-Cros (Var, France) *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 29: 259-262.
- JOUSSON O., PAWLOWSKI J., ZANINETTI L., MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., 1998. - Molecular evidence for the aquarium origin of the green alga *Caulerpa taxifolia* introduced into the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 172: 275-280.
- JOUSSON O., PAWLOWSKI J., ZANINETTI L., ZECHMAN F.W., DINI F., DI GIUSEPPE G., WOODFIELD R., MILLAR A., MEINESZ A., 2000. - Invasive alga reaches California. *Nature*, 408: 157-158.
- KOMATSU T., ISHIKAWA T., YAMAGUCHI N., HORI Y., OHBA H., 2003. - But next time? Unsuccessful establishment of the Mediterranean strain of the green seaweed *Caulerpa taxifolia* in the Sea of Japan. *Biological Invasions*, 5: 275-277.
- LANGAR H., DJELLOULI A., BEN MUSTAPHA K., EL ABED A., 2000. - Première signalisation de *Caulerpa taxifolia* en Tunisie. *Bull. Inst. natl. Sci. Techn. Mer*, 27 : 1-8.
- MEINESZ A., HESSE B., 1991. - Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée Nord occidentale. *Oceanologica Acta*, 14 (4) : 415-426.
- MEINESZ A., VAUGELAS J. de, HESSE B., MARI X., 1993. - Spread of the introduced tropical green alga *Caulerpa taxifolia* in northern Mediterranean waters. *J. appl. Phycol.*, 5: 141-147.
- MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., 1996. - Sur l'origine de *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée. *C.R. Acad. Sci., Life Sci.*, 319 : 603-613.
- MEINESZ A., BELSHER T., THIBAUT T., ANTOLIC B., BEN MUSTAPHA K., BOUDOURESQUE C.F., CHIAVERINI D., CINELLI F., COTTALORDA J.M., DJELLOULI A., EL ABED A., ORESTANO C., GRAU A.M., IVESA L., JAKLIN A., LANGAR H., MASSUTI-PASCUAL E., PEIRANO A., TUNESI L., VAUGELAS J. de, ZAVODNIK N., ZULJEVIC A., 2001. - The introduced green alga *Caulerpa taxifolia* continues to spread in the Mediterranean. *Biological Invasions* 3: 201-210.
- MEINESZ A., CHANCOLLON O., COTTALORDA J.M., 2010. - Observatoire sur l'expansion de *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa* en Méditerranée : campagne janvier 2008 - juin 2010. Université Nice-Sophia Antipolis, E.A. 4228 ECOMERS publ., Nice : 1-50.
- MEINESZ A., COTTALORDA J.M., 2013. *Caulerpa taxifolia*, l'algue qui a soulevé le problème des espèces introduites en mer. GIS Posidonie : plus de 30 ans au service de la protection et de la gestion du milieu marin. Le Diréach L. et Boudouresque C.F. édés., GIS Posidonie publ., Marseille : 113-119.
- MEUSNIER I., OLSEN J.L., STAM W.T., DESTOMBE C., VALERO M., 2001. - Phylogenetic analyses of *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) and of its associated bacterial microflora provide clues to the origin of the Mediterranean introduction. *Molecular Ecology*, 10: 931-946.

- MOLENAAR H., MEINESZ A., THIBAUT T., 2009. - Alterations of the structure of *Posidonia oceanica* beds due to the introduced alga *Caulerpa taxifolia*. *Scientia Marina* 73 (2): 329-335.
- MONTEFALCONE M., MORRI C., PARRAVICINI V., BIANCHI C.N., 2015. - A tale of two invaders: divergent spreading kinetics of the alien green algae *Caulerpa taxifolia* and *Caulerpa cylindracea*. *Biological Invasions*, 17: 2717-2728.
- OLSEN J.L., VALERO M., MEUSNIER I., BOELE-BOS S., STAM W.T., 1998. - Mediterranean *Caulerpa taxifolia* and *C. mexicana* (Chlorophyta) are not conspecific. *J. Phycol.*, 34 : 850-856.
- PIRONNEAU E., RINGWALD C., COTTALORDA J.M., 2014. - Résultats des campagnes d'octobre 2012 et 2013 de recherche et d'éradication du Chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh dans la baie de la Garonne (Le Pradet, Var, France). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 28: 203-207.
- PIRONNEAU E., RINGWALD C., 2015. - Résultats de la campagne d'octobre 2014 de recherche et d'éradication du Chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh dans la baie de la Garonne (Le Pradet, Var, France). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 29: 273-275.
- POU S., BALLESTEROS E., DELGADO O., GRAU A.M., RIERA F., WEITZMANN B., 1993. - Sobre la presencia del alga *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) en aguas costeras de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 36: 84-90.
- RELINI M., TORCHIA G., 1992. - Prima segnalazione di *Caulerpa taxifolia* in acque italiane. *Doriana*, 6 (279): 1-4.
- RINCÉ M., JAUBERT R., MOUSSAY C., BOUDOURESQUE C.F., 2015. - Etude pour le choix de la localisation d'une 'zone ressource', zone marine destinée à favoriser 'l'effet réserve', à Porquerolles (Parc national de Port-Cros, France, Méditerranée). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 29: 195-208.
- VERLAQUE M., 1994. - Inventaire des plantes introduites en Méditerranée : origine et répercussions sur l'environnement et les activités humaines. *Oceanologica Acta*, 17 (1) : 1-23.
- VERLAQUE M., FRITAYRE P., 1994a. - Incidence de l'algue introduite *Caulerpa taxifolia* sur le phytobenthos de Méditerranée occidentale : 2. Les peuplements d'algues photophiles de l'infralittoral. First International Workshop on *Caulerpa taxifolia*. Boudouresque C.-F., Meinesz A. & Gravez V. edit., GIS Posidonie Publ., Marseille : 349-353.
- VERLAQUE M., FRITAYRE P., 1994b. - Modifications des communautés algales méditerranéennes en présence de l'algue envahissante *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh. *Oceanologica Acta*, 17 (6) : 659-672.
- VILLELE X., VERLAQUE M., 1994. - Incidence de l'algue introduite *Caulerpa taxifolia* sur le phytobenthos de la Méditerranée occidentale. 1. L'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. First Interantional Workshop on *Caulerpa taxifolia*. Boudouresque C.F., Meinesz A., Gravez V. edit. GIS Posidonie Publ., Marseille : 343-347.
- WIEDENMANN J., BAUMSTARK A., PILLEN T.L., MEINESZ A., VOGEL W., 2001. - DNA fingerprints of *Caulerpa taxifolia* provide evidence for the introduction of an aquarium strain into the Mediterranean Sea and its close relationship to an Australian population. *Marine Biology*, 138: 229-234
- WILLIAMS S.L., SCHROEDER S.L., 2004. - Eradication of the invasive seaweed *Caulerpa taxifolia* by chlorine bleach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 272: 69-76.
- WRIGHT J.T., 2005. - Differences between native and invasive *Caulerpa taxifolia*: a link between asexual fragmentation and abundance in invasive populations. *Mar. Biol.*, 147: 559-569.