



**United Nations  
Environment  
Programme**

**EP**



UNEP(OCA)/MED WG.139/2  
12 March 1998

ENGLISH

---

---

**MEDITERRANEAN ACTION PLAN**

Workshop on invasive *Caulerpa* species  
in the Mediterranean

Heraklion, Crete, Greece, 18-20 March 1998

**ABSTRACTS / RESUMES**

## INTRODUCED SPECIES IN THE MEDITERRANEAN : ROUTES, KINETICS AND CONSEQUENCES

by

Charles François Boudouresque  
Centre d'Océanologie de Marseille, Université de la Méditerranée  
Parc Scientifique & Technique de Luminy, 13288 Marseille Cedex 09, France

### **Abstract :**

Introduced species are defined as species which arrival to a new geographical area is due, directly or indirectly, to human activity. Nearly 70 species of plants and 330 species of animals can be considered as probably introduced to the Mediterranean ; this represents 4-5% of its known flora and fauna. Most of these species (75%) are of lessepsian origin (entered to the Mediterranean through the Suez canal). Aquaculture is the second route of introduction to the Mediterranean : deliberate introduction of aquacultural species as well as accidental introduction of species accompanying aquacultural species. The other vectors are fouling and clinging (transportation on ship hulls), ballast waters and aquaria. The kinetics of introduction is exponential : since the beginning of the century, the number of aliens nearly doubles every 20 years. Introduced species appear to be much more numerous in some regions and/or biotopes (e.g. Levantine coasts, French coasts, brackish lagoons) than in others. The kinetics of expansion (both geographical and ecological) comprises the arrival, a settlement phase, an expansion phase and a persistence phase. Consequences on specific diversity and ecodiversity are reviewed : competitive displacement of native species, competitive substitution to native species, modification of the functioning of ecosystems (e.g. effect on native key-species, introduction of new key-species) and edification of new ecosystems. Finally, negative economical consequences on tourism, diving activities, aquaculture and fisheries are studied ; possible benefits (e.g. for some fisheries) are discussed.

### **Résumé :**

Une espèce introduite est une espèce dont l'arrivée dans une nouvelle aire géographique est liée, directement ou indirectement, à l'activité de l'homme. Environ 70 espèces de plantes et 330 espèces animales peuvent être considérées comme probablement introduites en Méditerranée; cela représente 4 à 5% de sa flore et de sa faune connues. La plupart d'entre elles (75%) sont dites lessepsiennes (entrées en Méditerranée par le Canal de Suez). L'aquaculture est le second vecteur d'introduction : introduction délibérée d'espèces aquacoles et introduction accidentelle d'espèces accompagnatrices des espèces aquacoles. Les autres vecteurs d'introduction sont le fouling et le clinging (transport sur les coques des bateaux), les eaux de ballast et les aquariums. La cinétique des introductions est exponentielle : depuis le début du siècle, leur nombre double plus ou moins tous les 20 ans. Les espèces introduites sont plus nombreuses dans certaines régions et/ou biotopes (par exemple les côtes levantines, les côtes françaises, les lagunes littorales) que dans d'autres. La cinétique d'expansion (géographique et écologique) comporte l'arrivée, la phase d'installation, la phase d'expansion et la phase de persistance. Les conséquences sur la diversité biologique et sur l'écodiversité sont passées en revue : déplacement compétitif d'espèces indigènes, substitution compétitive à des espèces indigènes, modification du fonctionnement des écosystèmes (par exemple effet sur des espèces-clé et introduction de nouvelles espèces-clé) et édification de nouveaux écosystèmes. Enfin, les conséquences économiques négatives (tourisme, plongée sous-marine, aquaculture, pêche professionnelle) sont étudiées. Les bénéfices éventuels (par exemple pour certaines pêcheries) sont également discutés.

## ECOLOGICAL AND POSSIBLE ECONOMICAL CONSEQUENCES OF THE SPREAD OF *CAULERPA TAXIFOLIA* IN THE MEDITERRANEAN

by

Conxi Rodriguez-Prieto  
Facultat de Ciències experimentals  
Universitat de Girona, 17071 Girona, Spain

### Abstract:

The strain of *Caulerpa taxifolia* which colonizes the Mediterranean exhibits several life characteristics as well as biochemical and physical features which can account for its competitive success over native species and communities. The number of primary leaves (= fronds) is lowest in September and can reach up to 14000/m<sup>2</sup> in April and July. These primary leaves are short in spring and long (up to 40 cm in low light conditions) in autumn. Secondary leaf apices can be as high as 85 cm above the rhizomes (= stolons). Despite the luxuriant aspect of *C. taxifolia* meadows, the plant biomass in these meadows is rather low, usually not exceeding 500 gdw/m<sup>2</sup>. The plant seems to present only a vegetative mode of reproduction (cuttings): only male gametes have been reported.

Three-dimensional space occupancy is very efficient. In late spring and early summer, newly rapidly growing rhizomes are projected above the substrate without clinging to it; as a result, in newly colonized areas, native algae become covered by a *Caulerpa* canopy which forms a light intercepting screen. The trapping of fine sediment by the dense leaf cover and the subsequent deposit of silt eliminates the encrusting stratum. The plant can grow at very low irradiance, which allows it to colonize a large range (down to 100 m) of depth and biota (under both light and dim light conditions), and to remain competitive in the understratum of large native plants. Heterotrophic assimilation may also explain such a depth range. The plant is able to exploit nutrient resources both from the water column and the substrate; as a result, it does not show severe nutrient limitation in summer, unlike most Mediterranean seaweeds. This feature allows the proliferation of *C. taxifolia* in oligotrophic as well as in eutrophic waters. The plant is resistant to temperatures as low as 7°C. It is avoided by most Mediterranean macro-herbivores, at least during the growth period, due to the production of toxic and/or repellent metabolites. In areas colonized by *C. taxifolia*, the macro-herbivores shift to remaining patches of native species, which are subsequently overgrazed.

All these features can account for the spread of *C. taxifolia* and for its competitive success over a large range of native species and communities: hard bottoms and (under calm conditions) soft bottoms, shallow and deep waters communities, under light and dim light conditions, in polluted and non polluted waters. A decrease of alpha and beta species diversity, density and/or biomass was observed for some taxa (e.g. large macro-algae, Ciliates, Digenea, sea-urchins, Amphipoda, Polychaeta, fish); nevertheless, Mollusca and the very small fauna (meiofauna) do not seem to present conspicuous quantitative changes. The replacement of numerous native communities by a uniform *C. taxifolia* meadow strongly impoverishes eco-diversity and makes uniform the sea-bed landscape. Tentative predictions of the long-term ecological consequences of the invasion are presented. Finally, from the social and economic points of view, possible harmful effects can be expected from these changes. Increasing uniformity of the submarine landscape implies a loss attraction value for certain kinds of tourism (e.g. scuba diving). Reduction of fish stock (if it proves true at a large scale) would lead to problems for small-scale fishing concerns.

Version française

**CONSÉQUENCES ÉCOLOGIQUES ET POSSIBLES CONSÉQUENCES  
ÉCONOMIQUES DE L'EXPANSION DE CAULERPA TAXIFOLIA EN MÉDITERRANÉE**

**Résumé:**

La souche de *Caulerpa taxifolia* qui colonise la Méditerranée présente des caractéristiques biologiques, biochimiques et physiques qui peuvent expliquer son succès vis-à-vis des espèces et des communautés indigènes. Le nombre de feuilles (= frondes) primaires est minimal en Septembre et peut atteindre 14 000 m<sup>2</sup> en Avril et Juillet. Ces feuilles primaires sont courtes au printemps et mesurent jusqu'à 40 cm (en éclaircissement atténué) en automne. Quant aux feuilles secondaires, elles peuvent atteindre 85 cm au dessus des rhizomes (= stolons). Malgré l'aspect luxuriant d'une prairie à *C. taxifolia*, la biomasse végétale y est modeste, ne dépassant pas généralement 500 gMS/m<sup>2</sup>. La plante ne semble se reproduire que de façon végétative (boutures) : seuls des gamètes mâles ont été observés.

L'occupation de l'espace par *C. taxifolia* est très efficace. A la fin du printemps et au début de l'été, des rhizomes à croissance rapide s'élèvent au dessus du substrat ; il en résulte, dans les sites nouvellement colonisés, un écran qui prive de lumière les algues indigènes vivant sur le substrat. Le piégeage de sédiment fin par la frondaison dense de *C. taxifolia* détermine l'envasement du substrat et l'élimination de la strate encroûtante. La plante peut pousser sous une très faible irradiance, ce qui lui permet de se développer jusqu'à 100 m de profondeur, de coloniser les biotopes photophiles aussi bien que sciaphiles et de rester compétitive en sous strate des grands végétaux indigènes. L'hétérotrophie peut aussi expliquer le développement de *C. taxifolia* à grande profondeur. La plante est capable d'utiliser les nutriments de la colonne d'eau aussi bien que ceux présents dans les substrats meubles, ce qui explique qu'elle ne soit pas limitée par la carence de nutriments en été, à la différence de la plupart des algues méditerranéennes. Cette caractéristique explique que *C. taxifolia* prolifère aussi bien dans des eaux oligotrophes qu'eutrophes. En outre, la plante résiste aux basses températures (jusqu'à 7°C). Enfin, elle est évitée par la plupart des macro-herbivores méditerranéens, tout au moins pendant sa période de croissance, en raison de la présence dans ses tissus de métabolites toxiques et/ou répellents. Il en résulte, dans les sites colonisés par *C. taxifolia*, un déplacement des herbivores vers les peuplements d'espèces indigènes qui subsistent, et qui sont alors surpâturés.

L'ensemble de ces caractéristiques peut expliquer l'expansion de *C. taxifolia*, et son succès compétitif sur de nombreuses espèces et communautés indigènes : sur substrat dur et (en mode calme) sur substrat meuble, à faible comme à grande profondeur, dans les biotopes photophiles et sciaphiles, en milieu pollué aussi bien que non pollué. La diminution de la diversité spécifique alpha et bêta, de la densité et/ou de la biomasse, a été observée pour un certain nombre de taxa (p.e. grandes macro-algues, Ciliés, Digènes, oursins, Amphipodes, Polychètes, poissons) ; toutefois, les Mollusques et la très petite faune (méiofaune) ne semblent pas présenter de changements importants, tout au moins au niveau quantitatif. Le remplacement de nombreuses communautés indigènes par une prairie monotone à *C. taxifolia* réduit fortement l'éco-diversité et uniformise le paysage sous-marin. Des hypothèses concernant les conséquences à long terme de l'invasion sont présentées. Enfin, d'un point de vue socio-économique, des effets néfastes peuvent résulter de ces changements. L'uniformisation du paysage sous-marin le rend moins attractif pour certaines activités touristiques (p.e. plongée sous-marine). Par ailleurs, la diminution du stock de poissons littoraux (si elle se confirmait sur une grande échelle) serait préoccupante pour la pêche artisanale.

## ECOLOGICAL AND POSSIBLE ECONOMICAL CONSEQUENCES OF THE SPREAD OF *CAULERPA TAXIFOLIA* IN THE MEDITERRANEAN

by

Fernando Dini  
Università di Pisa  
Dipartimento di Etologia, Ecologia ed Evoluzione  
56126 Pisa, Italy

### Abstract:

There is mounting concern by environmentalists as to the rapid spreading of the green alga of tropical origin. *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh, along the coasts of the North-Western Mediterranean Sea. Populations of this seaweed colonising such an area of the Mediterranean basin are characterised by the production of seven unprecedented terpenoids, other than the already known, major toxic terpenoid, caulerpenyne.

Experimented data obtained in the laboratory working on *in vivo* and *in vitro* model systems suggest that the potential harmfulness for the bacterial protistan, floral, and faunal communities of the littoral zone expressed by most of the purified terpenoids is very high. However, these terpenoids, in the presence of chlorophylls or pheophytins and oxygen in daylight, are stepwise rapidly degraded producing finally bioinactive products. It is worth noticing that intact thalli of *C. taxifolia* do not appear to represent an ecological risk for the naturally occurring organismic communities. Yet, damaged thalli release into the surrounding medium internal fluids comprising undetermined water-soluble, highly-toxic factors, while the hydrophobic terpenoids are associated with structural parts of the *C. taxifolia* thallus. The possibility that the algal toxic substances may enter the food chain cannot be ruled out. Circumstantial evidence exists pointing to such a possibility. The North-Western Mediterranean Sea is suffering drastic modifications following the aggressive ecological behaviour of *C. taxifolia*. However, there is experimental evidence dealing with the bacterial communities for an ongoing adaptation of the ecosystem to the new situation following colonisation pursued by the seaweed at issue. The behaviour of the aforementioned populations of *C. taxifolia* is not shared by the conspecific populations of the tropical regions. A comparative study of the genome of three *C. taxifolia* strains of widely different geographic origin has surprisingly disclosed large genetic differences, indicating a high degree of instability of the *C. taxifolia* genome, likely determined by polyploidisation processes and subsequent rearrangements. A scenario comprising a balanced settlement of *C. taxifolia* into the ecosystem of the North-Western Mediterranean Sea is forecast. Key Words: Ecotoxicology; *Caulerpa taxifolia*, Intraspecific variability.

## EST-IL POSSIBLE DE CONTRÔLER L'EXPANSION DE *CAULERPA TAXIFOLIA* EN MEDITERRANÉE? PROPOSITIONS POUR UNE STRATÉGIE

par

V. Gravez (1), C.F. Boudouresque (1, 2), A. Meinesz (1, 3) & J.M. Cottalorda (3)

(1) GIS Posidonie, Parc Scientifique & Technologique de Luminy, case 901, 13288 Marseille cedex 09, France. e-mail : gravez@com1.com.univ-mrs.fr

(2) Centre d'Océanologie de Marseille, UMR CNRS nE 6540 DIMAR, rue de la Batterie des Lions, 13007 Marseille, France

(3) Laboratoire Environnement Marin Littoral, Université de Nice-Sophia Antipolis, Parc Valrose, 06034 Nice cedex, France. meinesz@hermes.unice.fr

### Résumé :

L'expansion de *C. taxifolia* en Méditerranée représente un risque majeur pour la biodiversité, l'écodiversité et les activités humaines. Par ailleurs, le phénomène apparaît comme largement transfrontalier. Une stratégie de contrôle de l'expansion de *Caulerpa taxifolia*, coordonnée à l'échelle de la Méditerranée, doit être adoptée. Aujourd'hui, malgré les appels répétés des scientifiques peu d'actions concrètes de contrôle de l'expansion de *Caulerpa taxifolia* ont été réalisées. Elles sont le fait d'organismes de recherche et de volontés locales ou régionales.

Il apparaît maintenant que l'éradication totale de la souche de *Caulerpa taxifolia* de Méditerranée n'est plus un objectif réaliste. Le contrôle de l'expansion de cette algue doit donc s'entendre dans un sens élargi. La stratégie qui devrait être, selon nous, adoptée doit viser :

- (i) à poursuivre le suivi de l'expansion et l'étude du phénomène ;
- (ii) à prévenir la contamination de nouveaux sites et pays ;
- (iii) à préserver les sites dont l'importance est patrimoniale ;
- (iv) à contrôler les colonies existantes pour ralentir la vitesse d'expansion.

Cette stratégie doit être modulée, pays par pays, en fonction des risques ou de l'état actuel de contamination par cette espèce envahissante.

L'évaluation de l'importance du risque doit être réalisée pour chaque pays/site par l'étude des vecteurs, notamment anthropiques, de la dissémination. Enfin, une convention basée sur un calendrier de mise en place de mesures effectives, comprenant la recherche des financements nécessaires, devrait être adoptée au plus haut niveau, par les pays riverains de la Méditerranée.

## **IMPACT OF *CAULERPA TAXIFOLIA* ON FISH POPULATIONS : A SIX YEAR STUDY**

by

Mireille Harmelin-Vivien  
Centre d'Océanologie de Marseille, CNRS UMR 6540, Université de la Méditerranée  
Station Marine d'Endoume, 13007 Marseille, France

### **Abstract:**

The influence of the introduced alga *Caulerpa taxifolia* on the infralittoral fish assemblages was studied from 1992 to 1997 in Cap Martin (Menton, France). More than 1900 visual censuses were performed in invaded and reference sites mainly composed of rocky substrates and *Posidonia oceanica* seagrass beds. A significant decrease in mean species richness, mean density and mean biomass of fish occurred in sites colonized by *C. taxifolia* compared to reference sites. However, modifications of specific fish populations differ according to species, suggesting a complex phenomenon. The importance of the initial structure and architecture of habitats on the ichthyofauna changes induced by *C. taxifolia* will be discussed.

## **IMPACT DE *CAULERPA TAXIFOLIA* SUR LES POPULATIONS DE POISSONS : SIX ANS D'ÉTUDE**

### **Résumé:**

L'influence de l'algue introduite *Caulerpa taxifolia* sur les peuplements de poissons infralittoraux a été étudiée de 1992 à 1997 au Cap Martin (Menton, France). Plus de 1900 relevés visuels ont été réalisés dans des sites colonisés et des sites de référence, composés essentiellement de substrats rocheux et d'herbiers de *Posidonia oceanica*. Une diminution significative du nombre moyen d'espèces, de la densité et de la biomasse moyennes de poissons a été observée dans les sites colonisés par *C. taxifolia* par rapport aux sites de référence. Cependant, les modifications des populations de poissons diffèrent selon les espèces considérées, suggérant un phénomène complexe. L'importance de la structure initiale et de l'architecture des habitats sur les changements de l'ichtyofaune induits par *C. taxifolia* seront discutés.

## MODÉLISATION ET SIMULATION DE L'EXPANSION DE *CAULERPA TAXIFOLIA* (VAHL) C. AGARDH EN MÉDITERRANÉE NORD-OCCIDENTALE

par

David R.C. Hill (1) , Patrick Coquillard (2) , Jean de Vaultelas (3), Alexandre Meinesz (3)

(1) ISIMA, Université Blaise Pascal, Campus des Cézeaux, P.O. Box, 125, F-63173, Aubière

(2) Laboratoire d'Ecologie Végétale et Cellulaire, Université d'Auvergne, P.O. Box, 38, F-63000, Clermont-Ferrand, Cedex 1

(3) Laboratoire d'Environnement Marin Littoral, Université de Nice-Sophia-Antipolis, Parc Valrose, F-06108, Nice

### Résumé:

Les travaux de modélisation et simulation de *Caulerpa taxifolia* ont débuté en 1994, sous l'impulsion du Laboratoire d'Environnement Marin Littoral de l'Université de Nice-Sophia Antipolis souhaitant ainsi disposer d'un outil de prédiction de l'ampleur et de la célérité de l'invasion de cette espèce le long du littoral des Alpes-Maritimes (France).

Après examen des données très parcellaires à disposition, des connaissances des chercheurs du laboratoire sur le mode de colonisation et de ses aptitudes à coloniser avec plus ou moins de vigueur les divers milieux, il a été établi dans un premier temps les divers paramètres dont devait tenir compte un tel modèle :

1. Le modèle devait pouvoir prendre en compte la répartition géographique des milieux susceptibles d'accueillir *C. taxifolia*.

2. Le modèle devait être à même de simuler le développement de l'algue en des sites divers et d'échelles différentes, allant de quelques mètres carrés à plusieurs kilomètres carrés.

3. Le modèle devait prendre en compte les paramètres jugés fondamentaux tels que :

- la bathymétrie,
- la qualité des substrats (6 substrats fondamentaux au total),
- la résistance de certains milieux à la colonisation (*Posidonia oceanica*),
- la dispersion différenciée des fragments en fonction des milieux.

4. Le modèle devait prendre en compte les variations saisonnières de la température, celle-ci étant jugée comme un paramètre majeur de la croissance de la Caulerpe.

L'examen de ces objectifs et contraintes nous a conduit au choix d'une modélisation par simulation aléatoire à événements discrets, seule technique à disposition permettant à la fois d'intégrer l'espace et le temps avec un niveau de détail suffisant correspondant au cahier des charges établi.

Dans ces conditions, le Laboratoire Environnement Marin Littoral s'est chargé d'une part du recueil supplémentaire de données concernant les paramètres de dispersion des fragments de caulerpe, vecteurs de nouvelles colonies, et d'autre part de la cartographie détaillée des divers sites qu'il entendait voir simuler ; l'équipe de Clermont-Ferrand (ISIMA et Laboratoire d'Ecologie) se chargeait de la réalisation du modèle conceptuel et de la réalisation informatique du modèle.

Les résultats obtenus ont permis tout d'abord une validation du modèle de simulation à plusieurs



échelles et en différentes conditions initiales, allant de surfaces inférieures à 1 ha. jusqu'à plusieurs km carrés. En conséquence, cette phase de validation a permis l'extension des simulations sur des sites de 30 km de cote (de Menton à Villefranche-sur-mer), montrant pour les années à venir l'intensité des colonisations attendues. Une méthodologie particulière d'interprétation des résultats a spécialement été développée (analyse spectrale discrète) permettant d'indiquer les probabilités de colonisation en tout point des sites étudiés.

Dans un deuxième temps, il a été décidé d'intégrer des effets locaux de courantologie. En raison de l'absence de données précises sur les sites, il a été procédé à une approximation de ces effets par le biais d'une déformation plus ou moins intense des lois de dispersion des fragments sans que cela ne donne cependant entière satisfaction. Seule une étude détaillée et de longue durée des courants permettrait sans doute une amélioration sensible de ce point.

Enfin, des éradication virtuelles ont été opérées sur des sites ayant fait l'objet de simulations préalables. Ces simulations montrent la grande vitesse avec laquelle *C. taxifolia* est susceptible de recoloniser les sites ainsi éradiqués.

De nombreuses perspectives s'ouvrent encore à l'approche par simulation du développement de *C. taxifolia* :

- Le modèle devrait permettre d'être une aide précieuse à la politique de sanctuarisation de milieux protégés et riches (en l'attente d'une solution plus satisfaisante que les actuelles éradications manuelles ou chimiques) en indiquant les sites sur lesquels les éradications seraient les plus opérationnelles.

- Le modèle gagnerait fortement en fiabilité en intégrant de nouveaux facteurs notamment ceux concernant les dispersions anthropiques, ainsi que des données précises concernant la courantologie.

- Enfin, il est actuellement procédé à l'intégration de l'action d'un prédateur de la Caulerpe (une Ascoglosse), l'objectif étant d'évaluer l'impact de cet animal sur le développement et la pérennité de *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée.

**FOLLOW UP OF THE SPREAD OF THE GREEN ALGA, *CAULERPA TAXIFOLIA*, IN  
THE NORTH WEST MEDITERRANEAN: PRELIMINARY ANALYSES USING AIRBORNE  
MULTI-SPECTRAL IMAGERY AND AERIAL PHOTOGRAPHY**

by

Jean Jaubert (1, 2), John R. M. Chisholm (1), Herb Rippley (3),  
Laura Pritchett (3) and David Cadot (1).

(1) Observatoire Océanologique Européen, Centre Scientifique de Monaco,  
Avenue Saint Martin MC 98000 Monaco, Principauté de Monaco

(2) Université de Nice, Laboratoire d'Ecologie Expérimentale, Campus Valrose,  
06108 Nice Cedex 2, France

(3) Hyperspectral Data International, One Research Drive, Dartmouth,  
N.S., Canada B2Y 4M9

**Abstract:**

High resolution spectral images of shallow, marine habitats in the Bay of Menton, French Riviera, were obtained using a Compact Airborne Spectrographic Imager (CASI) mounted on a small helicopter. Images were collected in September-October, 1997, when perfect sky and sea conditions (no cloud, flat sea-surface, high water clarity) coincided with maximum information return when the instrument was set to record, principally in the blue and blue-green regions of the electromagnetic spectrum (0.4 - 0.5  $\mu\text{m}$  wavelength). The images were corrected for radiometric distortion and aircraft roll and located in the horizontal plane to  $\pm 3\text{m}$  using differential GPS (UTM coordinates) and aerial photography (French National Geographic Institute, IGN). Superimposition of the geo-referenced images on bathymetric charts of the study area, prepared using sonar (1m resolution), demonstrated that populations of *Caulerpa taxifolia* and the seagrass, *Posidonia oceanica*, could be differentiated and mapped to a depth of 20m on the basis of their spectral signatures. The data obtained by CASI contrast sharply with existing claims about both the cover of *C. taxifolia* in the Bay of Menton and the alga's capacity to invade beds of *P. oceanica*. The cover of *C. taxifolia* in the study area is considered to be higher than in most other parts of the French Riviera. CASI data indicate an average cover of only 2.5%. Dense populations of the alga are confined to 2 distinct localities. The first population exists in shallow-water along the more heavily developed eastern seaboard of Cap Martin; it extends from close to the shore to the upper limits of an ill-defined *P. oceanica* bed. While the two populations are mixed at their interface, none of the patches of *P. oceanica* that were recorded on photographs taken by the IGN in 1988 has been overgrown by *C. taxifolia*. The second population occupies an area 800 m long by 200 m wide in front of 2 storm-water drains that evacuate waste from the city of Menton and surrounding hills.

Although, *P. oceanica* occurred here in the early part of this century it had disappeared before the emergence of *C. taxifolia*. In this locality, *C. taxifolia* shares the muddy-sand substratum with the phanerogam, *Cymodocea nodosa*. The most interesting aspect of the data is that this mixed community of *C. taxifolia* and *C. nodosa* is now showing evidence of *de novo* colonisation by *P. oceanica*. If this continues, it might be argued that *C. taxifolia* fulfils a similar early successional role to *Caulerpa prolifera* in the development of seagrass beds.

## CONTRASTING EFFECTS OF *POSIDONIA OCEANICA* ON *CAULERPA TAXIFOLIA*

by

Giulia Cecchereli & Francesco Cinelli  
Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente - Università di Pisa  
Via A. Volta 6 - 56126 Pisa, Italy

### **Abstract:**

Two experimental investigations have been carried out *in situ* to highlight mechanisms that regulate this kind of interaction. The aim of this study was to elucidate factors affecting the performance of this alga in the *P.oceanica* habitat providing a basis to detect determinants of success for the invader non-indigenous species and to predict vulnerability to invasion for different conditions of the seagrass beds. In the first experiment both shoot density and canopy height were manipulated at the edge of two meadows at 2 and 10 m depth and the response of *C. taxifolia* was assessed in four different elapsed size were studied using mimic plants made of transparent plastic strips able to protect but not shade the alga.

Results have indicated that higher blade size of *C.taxifolia* was found at the deeper site and at the edge of defoliated seagrass (10% of the density), and also where the seagrass canopy was not shading. The results obtained suggest that hydrodynamic disturbance is probably the main limiting factor for algal growth and that the positive effect of *P.oceanica* on its size consists in nursing it.

However, even protection has a cost because algal blades were taller where they occur at the edge of transparent plants, hence where light is allowed to get through the seagrass canopy. Therefore, we predict that dense *P.oceanica* meadows are likely to be less vulnerable to the seaweed invasion respect to sparse ones which, conversely, represent a good compromise condition of protection and shading, two contrasting effect of the seagrass on the alga.

## LE PHYTOBENTOS MARIN MAROCAIN DE L'ATLANTIQUE A LA MÉDITERRANÉE ET CAULERPA TAXIFOLIA ?

par

Larbi Najim et K.C.M. Allaoui  
Laboratoire de Botanique (Algologie)  
Département de Biologie, Faculté des Sciences, Avenue Ibn Batota  
B.P. 1014 - Rabat, Maroc

### Résumé:

La flore algale marocaine est assez riche, plus de 300 espèces sont répertoriées. Ce sont les Rhodophyceae qui sont les plus nombreuses (63%) suivies des Chlorophyceae (15%), des Phéophyceae (20%) et enfin des Phanérogames marines (1%). La classe des Cyanophyceae est la moins représentée dans la flore algale moins de 3%.

Au niveau de la composition spécifique, nous avons mis en évidence l'existence de trois associations d'espèces atlantico-méditerranéennes correspondant à une transition ou à un passage progressif de l'Atlantique à la méditerranée et qui comprend des espèces qui peuvent être aussi bien Atlantiques que méditerranéennes. La deuxième association comprend des espèces exclusivement méditerranéennes et une troisième association qui regroupe essentiellement des espèces atlantiques.

L'hydrodynamisme élevé dans certains endroits de l'Atlantique favorise une richesse spécifique élevée autant dans la répartition verticale que géographique des algues.

La flore algale d'une manière générale a une affinité tempérée chaude, la période de fertilité des Rhodophyceae et des Phaeophyceae est située au printemps celle des Chlorophyceae en été. Dans les deux cas (Méditerranée-Atlantique) deux périodes de croissances sont notées, une période printanière et une période automnale; les périodes les moins favorables sont l'hiver et l'été. Toutefois, par endroits, certaines espèces sont indicatrices des périodes soit estivales soit hivernales.

La flore algale marocaine est présente aussi des affinités avec la flore algale du côté Atlantique Américain.

Au niveau méditerranéen, le *Caulerpa taxifolia* qui a été relevé du côté occidental semble absent à l'heure actuelle du côté Marocain.

## THE DISTRIBUTION OF THE IMMIGRANT LESSEPSIAN SEaweEDS, ENCOUNTERED IN EASTERN MEDITERRANEAN, ALONG THE TURKISH COASTS

by

Sükran Cirik  
Institute of Marine Science and Technology  
Dokuz Eylül University  
35260 Izmir, Turkey

### Abstract:

The Green Algae (Chlorophycophyta) *Caulerpa racemosa* (Forsk and J. Agardh) and the seagrasses *Halophila stipulacea* (Forsk) Ascherson from the warm seas of Pacific Ocean, Indian-Pacific Ocean and Red Sea were introduced in the Mediterranean Coasts after the opening of the Suez Canal, in the Aegean coasts, they continue large green tufts abundant and colonize the bottoms up to 40 metres deep and evolve with other plants as *Posidonia oceanica*, *Caulerpa prolifera*, *Padina pavonica*, *Cystoseira* sp.

*Caulerpa racemosa* shows siphoned thallus, is composed of cylindrical ground stolons and has in lower part coloured rhizoid tufts and in the highest part straight axis with the bunches of grapes aspect. The species begins to give populations of great densities real grapes-field in Bodrum Area particularly in Tasucu and Kas.

The greatest difference between *Caulerpa racemosa*, spreading in Eastern Mediterranean region and *Caulerpa taxifolia*, introduced in the Western Mediterranean due to anthropogenic input, is morphological. *C. racemosa* has features like grape on its thallus. On the other hand, the leaves of *Caulerpa taxifolia* look like leaves of *Taxus* tree.

*Halophila stipulacea* has leaves without lines odd or pseudo verticille, oval shaped or linear, often differentiated in petiole and limbe and fine rhizomes. It develops in sheltered creeks, muddy and sunny bottoms near 25 metres deep. Our recent observations permit us to locate these species in some geographic areas in the Turkish Mediterranean coasts (Eastern Part: Kas, Tasucu/Mersin, Southern and Western Part: Kemer, Fethiye, Bodrum, Kusadasi, Cesme, Northern Part: Dkili).