

Biomasse et répartition de *Caulerpa taxifolia* dans les lagons de Nouvelle-Calédonie

Caulerpa taxifolia
Biomasse
Répartition
Écologie
Nouvelle-Calédonie

Caulerpa taxifolia
Biomass
Distribution
Ecology
New Caledonia

Claire GARRIGUE

ORSTOM, BP A5, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.

Reçu le 3/01/94, révisé le 30/06/94, accepté le 5/07/94

RÉSUMÉ

Suite à la récente invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale, toutes les données disponibles sur la biologie et l'écologie de cette espèce dans l'environnement tropical du lagon néo-calédonien ont été examinées.

La distribution spatiale et bathymétrique de cette espèce a été établie grâce à 1772 stations réparties tout autour de la Nouvelle-Calédonie. *C. taxifolia*, présente dans 9 % des prélèvements, peut être considérée comme une espèce commune en Nouvelle-Calédonie.

Cette espèce se développe principalement sur les fonds de 10 à 30 m. Des observations mensuelles ont montré que sa croissance est maximale au printemps austral. 180 stations choisies au hasard dans le lagon sud-ouest ont permis d'obtenir une biomasse moyenne de 0,046 g de matière sèche sans cendre/m², ce qui représente une part négligeable (0,18 %) de la biomasse macrophytobenthique des fonds de ce lagon. Sa position dans les réseaux trophiques est malgré tout importante puisqu'elle constitue une source privilégiée de nourriture des sacoglosses, petits mollusques herbivores.

ABSTRACT

Biomass and distribution of *Caulerpa taxifolia* in the lagoons of New Caledonia

The biology and ecology of the green tropical algae *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh have been studied in the lagoons of New Caledonia (South Pacific) with a view to understanding the invasion which began in 1984 in the northwest Mediterranean Sea.

A total of 1772 stations were used to establish the spatial and depth distribution of this species, which can be considered as common in New Caledonia, since it has been found in 9 % of the stations.

C. taxifolia occurred mainly at depths between 10 and 30 m. Monthly sampling has shown that its growth is maximum during the southern hemisphere spring. From 180 stations randomly sampled in the southwest lagoon we obtained a mean biomass of 0.046 g afdw/m², which accounts for only 0.18 % of the macrophytobenthic biomass in this lagoon. Nevertheless the species constitutes a food source which is specific to the small herbivorous mollusc sacoglosses.

Oceanologica Acta, 1994, 17, 5, 563-569.

17 AOUT 1995

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 42 251

Cote : B Ex 1

INTRODUCTION

L'algue verte *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh est une espèce à large répartition pan-tropicale qui appartient à la famille des Caulerpaceae de l'ordre des Caulerpales. Elle est connue depuis le début des années 1980 des aquariophiles à cause de l'efficacité de son mode de reproduction par multiplication végétative. Par contre, c'est seulement depuis qu'elle a envahi une partie de la côte méditerranéenne que le grand public s'est familiarisé avec cette espèce.

Introduite accidentellement en Méditerranée, en 1984, l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* s'est rapidement adaptée à ce nouvel environnement. Sa capacité à se fixer sur de nombreux substrats et son mode de reproduction ont entraîné son développement sur de larges surfaces et, dans certains sites, elle présente un recouvrement de 100 % (Meinesz et Hesse, 1991; Belsher *et al.*, 1993). Elle a considérablement modifié les peuplements végétaux naturels, appauvrissant la faune et la flore indigènes (Boudouresque *et al.*, 1992; Verlaque et Fritayre, 1994; Bellan-Santini *et al.*, 1994). Cette rapide expansion se présente comme une véritable "pollution biologique" (Meinesz *et al.*, 1993).

L'introduction d'espèces exotiques peut avoir des effets sur les processus écologiques allant du remplacement des espèces natives à la recrudescence d'organismes toxiques qui, en entrant dans le réseau trophique, peuvent mettre en danger la santé humaine (Jones, 1991). D'autres introductions accidentelles d'algues ont déjà été signalées en France comme *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt et *Undaria pinnatifida* Harvey introduite également en Tasmanie et en Nouvelle-Zélande (Perez *et al.*, 1981; Ruess, 1989; Sanderson, 1990; Hay et Lucken, 1987). Des études scientifiques entreprises dans l'étang de Thau ont montré qu'*Undaria pinnatifida* se comportait de la même manière qu'en Extrême-Orient d'où elle est native (Perez *et al.*, 1981). Cette espèce d'intérêt commercial est maintenant cultivée. *Caulerpa taxifolia* ne présentant qu'un intérêt commercial limité au cadre des activités d'aquariophilie, de nombreux travaux scientifiques ont été entrepris pour comprendre et tenter d'enrayer cette invasion.

Dans un tel contexte, il est intéressant d'étudier cette espèce dans son milieu tropical naturel, une bonne connaissance de sa biologie pouvant peut-être aider à mieux comprendre son expansion méditerranéenne. Une compilation des connaissances disponibles sur *Caulerpa taxifolia* en Nouvelle-Calédonie permet de présenter ici l'espèce dans son milieu naturel.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les données proviennent des études entreprises au Centre ORSTOM de Nouméa. Elles sont de quatre types.

De 1977 à 1993, 420 stations, choisies au hasard, ont été prospectées en plongée sous-marine pour les besoins des programmes SNOM (Substances Naturelles d'Origine Marine) puis SMIB (Substances Marines d'Intérêt Biologique) visant à découvrir des molécules biologiquement actives. A chaque station la présence des principaux orga-

nismes benthiques (macro et mégafaune et macroflore) a été notée.

De 1983 à 1984, une étude de deux peuplements végétaux, constitués principalement de chlorophycées des genres *Halimeda* et *Caulerpa*, a été entreprise dans le lagon sud-ouest en face de Nouméa (Garrigue, 1985). Pour les caulerpes le nombre de frondes ainsi que leur état (jeunes et vieilles) ont été notés. Les frondes ont été classées en trois catégories en fonction de leur état : les jeunes frondes correspondent à des frondes nouvellement apparues et de petite taille (<2 cm), les vieilles frondes présentent des nécroses, elles sont épiphytées et sénescents, la dernière catégorie est représentée par des frondes adultes en parfait état d'une taille supérieure à 2 cm. La taille des stolons, le poids de matière fraîche et le poids de matière sèche obtenu après passage à l'étuve à 60°C jusqu'à poids constant, ont été mesurés mensuellement pendant 7 mois.

En 1984, l'ORSTOM entreprenait une étude qualitative des peuplements benthiques de l'ensemble des lagons de Nouvelle-Calédonie. Ont été ainsi réalisées 1217 stations de dragages réparties selon une maille de 2 milles tout autour de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie, de l'île des Pins au sud jusqu'aux atolls de Huon et Surprise à l'extrême nord (Garrigue, 1987; Richer de Forges *et al.*, 1987; Richer de Forges, 1991). Les espèces végétales et animales présentes ont été répertoriées pour chaque station. Les atolls de Huon et Surprise ayant été exclus, 1172 stations ont été utilisées dans l'étude de la répartition de *Caulerpa taxifolia*.

Depuis 1989 une étude quantitative des peuplements phytobenthiques ainsi qu'une étude de la production primaire des fonds meubles ont été réalisées dans 180 stations situées dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. La biomasse des différentes espèces végétales présentes a été estimée (Garrigue et Di Matteo, 1991; Garrigue *et al.*, 1992). Le poids de matière sèche a été obtenu après passage à l'étuve à 60°C jusqu'à obtention d'un poids constant. Le poids de matière sèche sans cendre a été calculé par différence après perte au feu.

Selon l'échantillonnage utilisé des informations de type qualitatif ou quantitatif ont été extraites de l'ensemble de ces données. 1772 stations ont servi à établir les répartitions spatiale et bathymétrique de *C. taxifolia* au sein des lagons de Nouvelle-Calédonie, 180 stations ont permis d'obtenir une biomasse moyenne de cette espèce dans le lagon sud-ouest et enfin une série de 7 mois de mesures a été utilisée pour le calcul des relations biométriques.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Répartition géographique de *Caulerpa taxifolia* en Nouvelle-Calédonie

Caulerpa taxifolia a été rencontrée dans 158 prélèvements sur 1772 ce qui représente environ 9 % de l'ensemble des prélèvements effectués (Tab. 1). Cette espèce présente dans tous les lagons de Nouvelle-Calédonie (Fig. 1) est plus commune dans le lagon sud-ouest que dans les lagons est et nord (Tab. 2).

Dans le lagon sud-ouest, elle vit principalement dans la partie centrale du lagon, sur les fonds de sables gris de la plaine lagonaire définis par Chardy *et al.* (1988), selon un axe nord-ouest sud-est. Ce type de fond représente 50 % des fonds meubles de cette zone du lagon, soit environ 1 000 km². Les thalles de *C. taxifolia* y sont généralement épars, mélangés à d'autres espèces de *Caulerpa* (*C. cupressoides* (West) C. Agardh, *C. racemosa* var. *corynephora* (Montagne) Weber van Bosse et *C. sedoides* (R. Brown) C. Agardh) et souvent associés aux prairies d'*Halimeda* (*H. cylindracea* Decaisne, *H. discoidea* Decaisne, *H. incrassata* (Ellis) Lamouroux et *H. macrolo-*

ba Decaisne, principalement). On les trouve aussi, bien que moins fréquemment, dans les fonds d'herbiers de phanérogames (*Cymodocea serrulata* (R. Brown) Aschers. & Magnus, *Halophila ovalis* (R. Brown) Hooker f.). Sur les fonds de sables blancs d'arrière-récif ou sur les fonds vaseux des thalles isolés de *C. taxifolia* peuvent parfois être observés.

Dans le lagon est, *C. taxifolia* a été rencontrée essentiellement dans une zone située avant l'arrière-récif dans la région de Canala. Elle y vit mélangée à d'autres chlorophycées des genres *Caulerpa* et *Halimeda* (*C. okamurai* Weber van Bosse, *C. racemosa* var. *lamourouxii* (Turner) Weber van Bosse, *C. sertularioides* (Gmelin) Howe, *H. magnidisca*

Tableau 1

Répartition de *Caulerpa taxifolia* selon les modes de récolte.Distribution of *Caulerpa taxifolia* according to the methods of collection.

Prélèvements	Nombre total de stations	Nombre de stations avec <i>C. taxifolia</i>	Pourcentage (%)
Dragages	1 172	94	8,02
Étude quantitative	180	30	16,66
Plongées	420	35	8,33
TOTAL	1 772	159	8,97

Tableau 2

Répartition de *Caulerpa taxifolia* par lagon.Distribution of *Caulerpa taxifolia* in the lagoons.

Localisation des stations	Nombre total de stations	Nombre de stations avec <i>C. taxifolia</i>	Pourcentage (%)
Lagon sud-ouest	791	128	16,18
Lagon est	382	12	3,13
Lagon nord	263	19	7,22

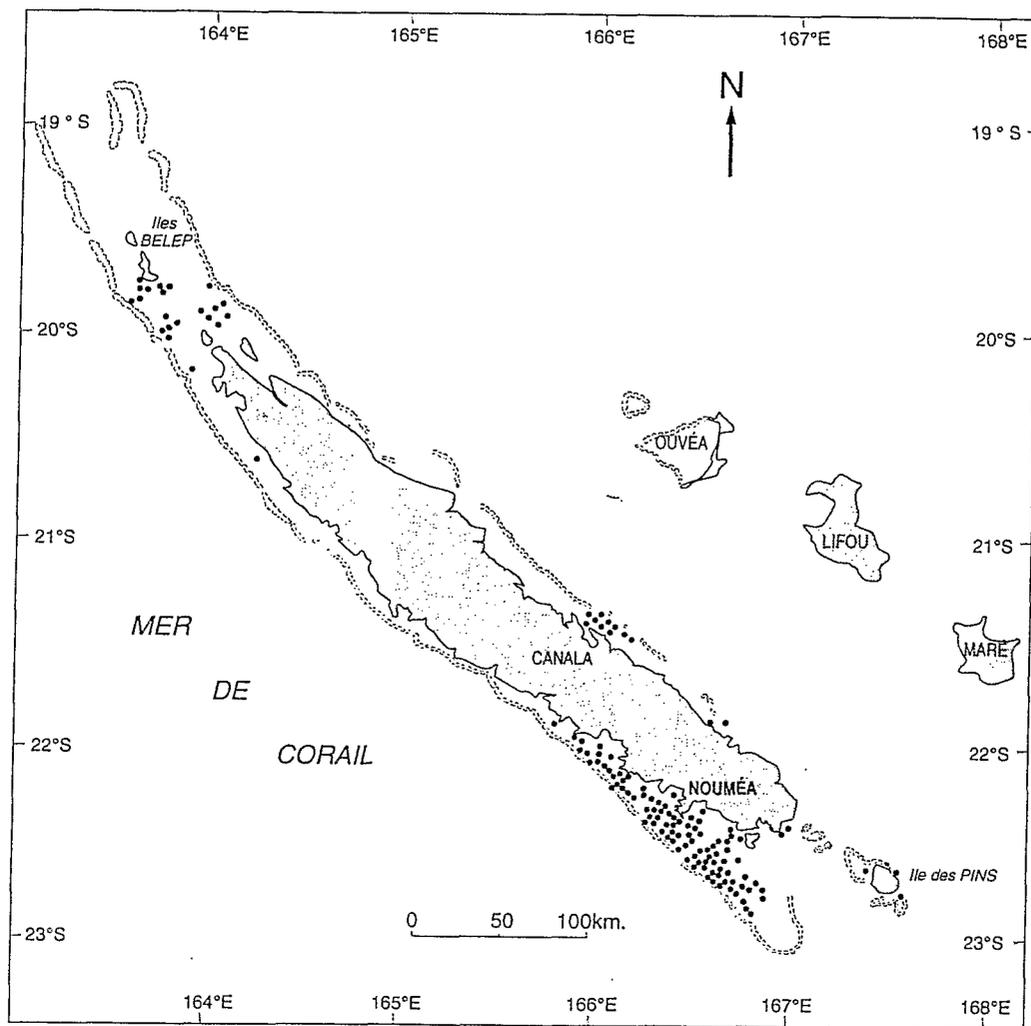


Figure 1
Répartition de *Caulerpa taxifolia* dans les lagons de Nouvelle-Calédonie.
Spatial distribution of *Caulerpa taxifolia* in the lagoons of New Caledonia.

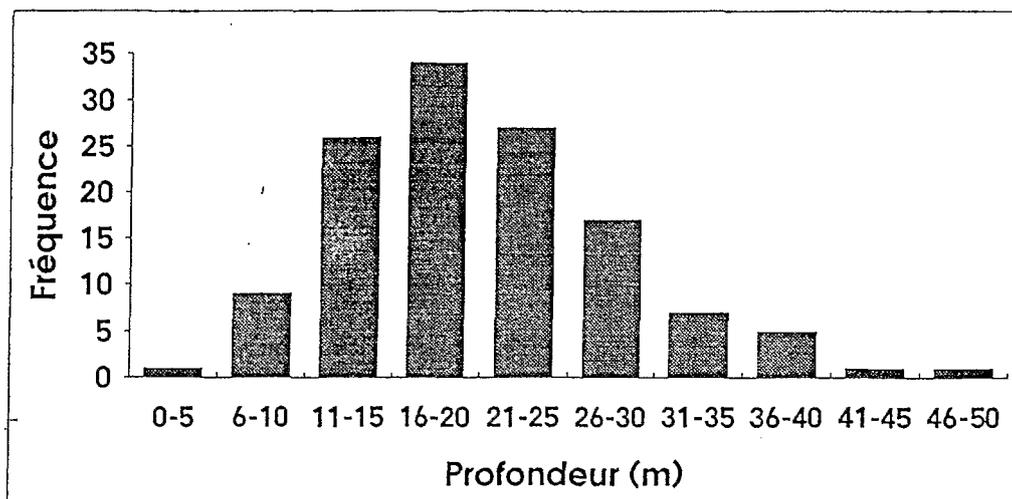


Figure 2

Répartition bathymétrique de *Caulerpa taxifolia* sur 128 stations.

Depth distribution of *Caulerpa taxifolia* for 128 stations.

Noble). Elle est absente de toute la bande côtière du lagon est qui présente 50 à 75 % d'envasement (Chevillon, 1993).

Elle est principalement présente dans la partie sud du grand lagon nord où elle pousse sur des fonds d'environ 30 m dans les prairies d'*Halimeda* et de *Caulerpa* (*H. discoidea*, *H. incrassata*, *H. macroloba*, *H. simulans* Howe, *C. bikinensis* Taylor, *C. racemosa* var. *lamoureuxii* et *corynephora*, *C. sertularioides*, *C. urvilliana* Montagne). *C. taxifolia* n'a pas été rencontrée dans le reste de ce lagon qui est plus profond.

Les forts taux de recouvrement observés en Méditerranée, jusqu'à 100 % des surfaces, n'ont jamais été notés dans les lagons néo-calédoniens.

Répartition bathymétrique de *Caulerpa taxifolia*

La moyenne des profondeurs des 159 stations où *Caulerpa taxifolia* a été récoltée est de 22,3 m. Dans le lagon sud-ouest la profondeur moyenne des fonds à *C. taxifolia* est de 20,4 m. Dans les lagons est et nord cette espèce a essentiellement été trouvée à plus de 20 m, la profondeur moyenne des fonds à *C. taxifolia* étant respectivement de 35,4 m et de 27,4 m.

La répartition bathymétrique de cette espèce a été effectuée sur les 128 stations du lagon sud-ouest (Fig. 2). Elle pourrait expliquer la faible implantation de *C. taxifolia* dans les lagons est et nord qui sont en moyenne plus pro-

fonds que le lagon sud-ouest. En effet bien que *C. taxifolia* soit présente sur les fonds de 5 à 50 m, elle est plus souvent rencontrée entre 10 et 30 m (80 % des observations). Il est intéressant de noter sa présence sur des fonds supérieurs à 30 m (10 % des observations) car *C. taxifolia* n'avait jamais été signalée au delà de 30 m dans les mers tropicales (Taylor, 1960). Elle a été récoltée jusqu'à 51 m par dragages sur la cote est (station dragage n° 645) et des observations directes ont été effectuées en plongée jusqu'à 38 m (station plongée n° 456, île des Pins).

En Méditerranée occidentale *Caulerpa taxifolia* se rencontre principalement jusqu'à 60 m de profondeur bien qu'elle ait été signalée jusqu'à 99 m (Meinesz et Belsher, 1993).

Biométrie et croissance

En Méditerranée, les plus grandes frondes atteignent 40 à 60 cm. En se basant sur les données de la littérature et sur des mesures qu'ils ont effectués sur des échantillons d'herbier, Meinesz et Hesse (1991) indiquent une taille moyenne de 2 à 10 cm pour les frondes de *C. taxifolia* provenant des régions tropicales; les spécimens de Nouvelle-Calédonie s'insèrent tout à fait dans cette échelle (Tab. 3).

Les valeurs maximales de la densité des frondes et de la longueur de stolons mesurées à l'intérieur de quadrat de 1 m² dans un peuplement de *C. taxifolia* du lagon sud-ouest sont respectivement de 37,0 frondes/m² et de 194 cm

Tableau 3

Comparaison des observations effectuées sur *Caulerpa taxifolia* en Mer Méditerranée et en Nouvelle-Calédonie.

Comparison between the observations on *Caulerpa taxifolia* in the Mediterranean Sea and New Caledonia.

Localisation	Profondeur (m)	Taille des frondes (cm)	Nombre de frondes / m ²	Longueur de stolons (m / m ²)	Poids de matière sèche (g / m ²)	Références
Mer Méditerranée	1 à 99	jusqu'à 62	jusqu'à 8225	jusqu'à 244	jusqu'à 612,5	Meinesz et Hesse, 1991
Majorque (Baléares)	12	jusqu'à 45	jusqu'à 4730	jusqu'à 109,3	jusqu'à 551,78	Pou et al., 1993
Nouvelle Calédonie	0 à 50	2 à 10	jusqu'à 37	jusqu'à 2	jusqu'à 1,836	présente étude

de stolon/m² (Fig. 3). Elles ont été obtenues au mois de novembre en début d'été, à la période où la température de l'eau de mer dépasse 23°C. Ces valeurs sont très faibles comparées aux valeurs maximales mesurées en Méditerranée par Meinesz et Hesse (1991) au mois de décembre sur les côtes françaises, 8225 frondes/m² et 224,25 m de stolon/m², et par Pou *et al.* (1993) aux Baléares 4730 frondes/m² et 109,3 m de stolon/m² (Tab. 3).

L'analyse des figures 3 et 4 indique que la croissance de *C. taxifolia* est maximale en fin d'hiver et au printemps austral ; ceci pourrait être mis en rapport avec le réchauffement de la température de l'eau (Fig. 5). La longueur de stolon et le nombre de frondes augmentent régulièrement d'août à novembre (Fig. 3). Le pourcentage de frondes jeunes, maximal en août (hiver austral), reste stationnaire les autres mois (Fig. 4). Par contre, le pourcentage de frondes vieillissantes s'accroît régulièrement d'octobre à

février (Fig. 4). Ce vieillissement, qui n'est pas équilibré par une augmentation de la croissance, indique une sénescence de la plante confirmée par les mesures de la longueur du stolon et du nombre de frondes qui sont minimales en janvier et février (été austral).

Biomasse de *Caulerpa taxifolia* dans le lagon sud-ouest

L'espèce *Caulerpa taxifolia* était présente sur 29 des 180 stations échantillonnées lors des études quantitatives des peuplements phytobenthiques.

Dans le lagon sud-ouest les biomasses moyennes de *C. taxifolia* sont de 0,073 g/m² (erreur standard = 0,021) en poids de matière sèche et de 0,046 g/m² (e.s. = 0,014) en poids de matière sèche sans cendre. Elles représentent respectivement 0,11 % et 0,18 % des biomasses moyennes de macrophytobenthos mesurées dans le lagon sud-ouest.

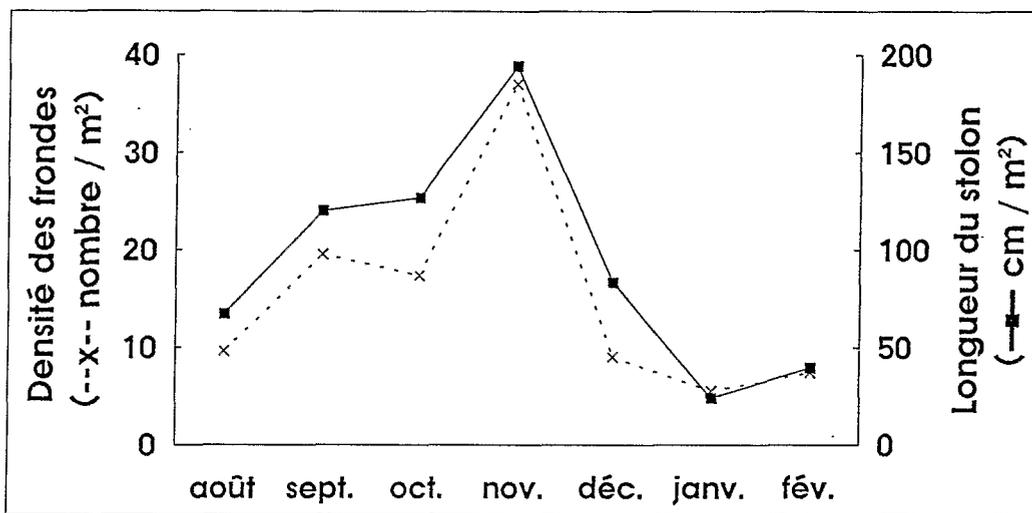


Figure 3

Évolution temporelle du nombre de frondes et de la longueur des stolons. Les suivis ont été effectués dans des quadrats de 1 m².
Time distribution of frond number and stolon length. 1 m² quadrat have been used.

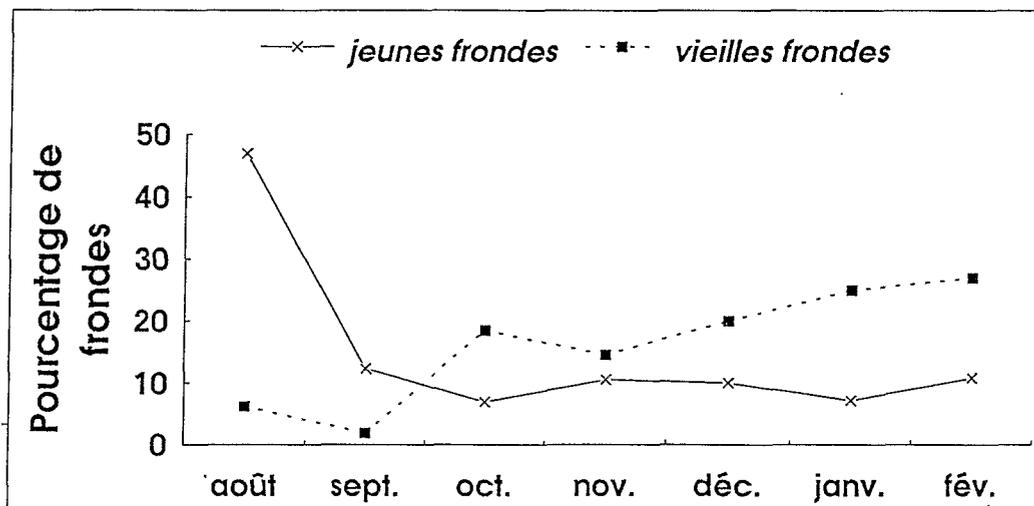


Figure 4

État des frondes de *Caulerpa taxifolia* dans le temps.
Temporal distribution of young and old fronds.

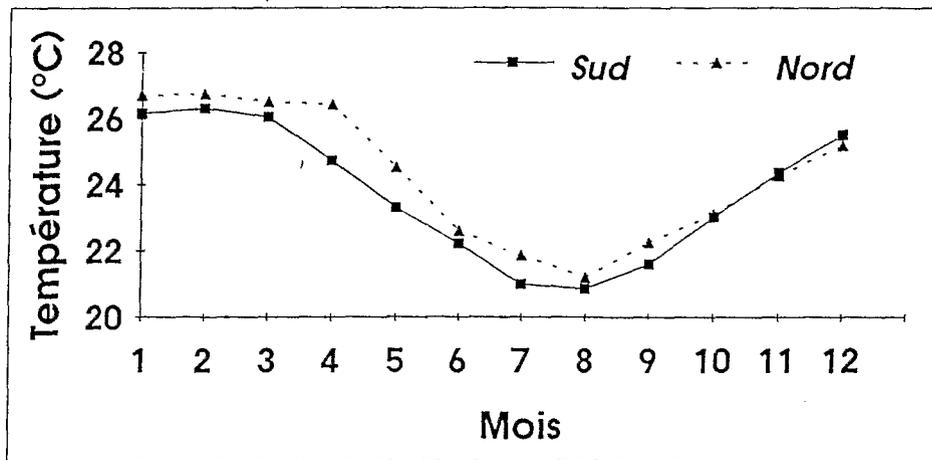


Figure 5

Moyennes des températures des eaux côtières relevées au nord (îles Belep) et au sud (Nouméa) de la Nouvelle-Calédonie (comm. pers. du Laboratoire d'Océanographie physique. ORSTOM Nouméa).

Means of the coastal water temperature in the north (îles Belep) and the south (Noumea) of New Caledonia (data from Physical Oceanographic Laboratory. ORSTOM Noumea).

La plus forte biomasse a été observée sur une station située à une profondeur de 22 m; elle est de 1,836 g/m² pour la matière sèche et de 1,385 g/m² en matière sèche sans cendres. Elle reste faible comparée aux biomasses maximales de 612,5 et 551,78 g de matière sèche/m², observées en Méditerranée (Tab. 3).

Les mesures effectuées ont permis d'établir une relation allométrique entre le poids de matière sèche sans cendres (PMSSC) et le poids de matière sèche (PMS) :

$$\text{PMSSC} = 0.003 + 0.686 \text{ PMS} \quad r = 0.99 \quad n=17$$

Caulerpa dans les réseaux trophiques

Bien qu'elles soient communes en zone tropicale, fort peu d'espèces animales incluent les caulerpes dans leur régime alimentaire. En effet, ces macrophytes ont développé un système de défense qui les protège contre une large gamme d'herbivores. Ce système est constitué de différentes molécules (caulerpine, caulerpicine, caulerpényne) dont certaines possèdent des propriétés cytotoxiques ou ichtyotoxiques (Paul et Fenical, 1982). Quelques analyses effectuées au laboratoire des Substances Naturelles Marines du centre ORSTOM de Nouméa en 1984 ont mis en évidence la présence de caulerpine dans des échantillons de *C. taxifolia* récoltés en Nouvelle-Calédonie (Laurent *et al.*, 1985).

Les sacoglosses, mollusques gastéropodes opisthobranches, ont développé un mécanisme physiologique qui tolère ces substances. Ils se sont même spécialisés et se nourrissent essentiellement de ces algues dont les chloroplastes restent fonctionnels dans leur tissus (Bouchet, 1984). A leur tour, ils utilisent ce système de défense chimique pour se protéger contre leur prédateur en concentrant ces composés chimiques (Norris et Fenical, 1982).

Il est intéressant de noter qu'une étude portant sur la biodiversité des mollusques a permis de relever la présence de plusieurs dizaines d'espèces de sacoglosses (*Elysiidae*, *Berthelinidae*, *Oxyvoeidae*, *Volvatellidae*) en Nouvelle-Calédonie (Bouchet, comm. pers.). Ces petits mollusques

ont notamment été récoltés dans des fonds à Caulerpes du lagon sud-ouest.

CONCLUSION

Caulerpa taxifolia est une espèce fréquemment rencontrée dans le peuplement de la plaine lagonaire en Nouvelle-Calédonie. Elle se présente sous forme de thalles épars mais ne forme jamais de peuplement monospécifique étendu. Elle apparaît comme espèce compagne dans d'autres peuplements végétaux comme les fonds blancs à sargasses ou les herbiers de phanérogames mais elle ne les recouvre jamais. Bien qu'étant commune, cette espèce ne représente qu'une part négligeable dans la biomasse végétale du lagon sud-ouest. Elle constitue malgré tout l'unique source de nourriture de certains mollusques herbivores.

Contrairement à *Undaria pinnatifida* qui se comporte dans l'étang de Thau de la même manière qu'en Extrême-Orient d'où elle est native (Perez *et al.*, 1981), l'espèce exotique *Caulerpa taxifolia* présente en Méditerranée un comportement jamais observé en région tropicale d'où elle est originaire. Les espèces indigènes qui occupent la même niche écologique sont affectées par son expansion rapide, son potentiel de recouvrement et son gigantisme, phénomènes qui n'ont jamais été observés en Nouvelle-Calédonie.

Remerciements

L'auteur remercie Pierre Rual du laboratoire d'océanographie physique du centre ORSTOM de Nouméa pour la fourniture des données ayant servi à obtenir les courbes des variations annuelles de la température de l'eau de mer, Martine Rodier et René Grandperrin pour leur lecture critique de ce manuscrit. Alexandre Meinesz pour les informations bibliographiques qu'il a fournies et deux experts anonymes pour leur examen de ce document.

RÉFÉRENCES

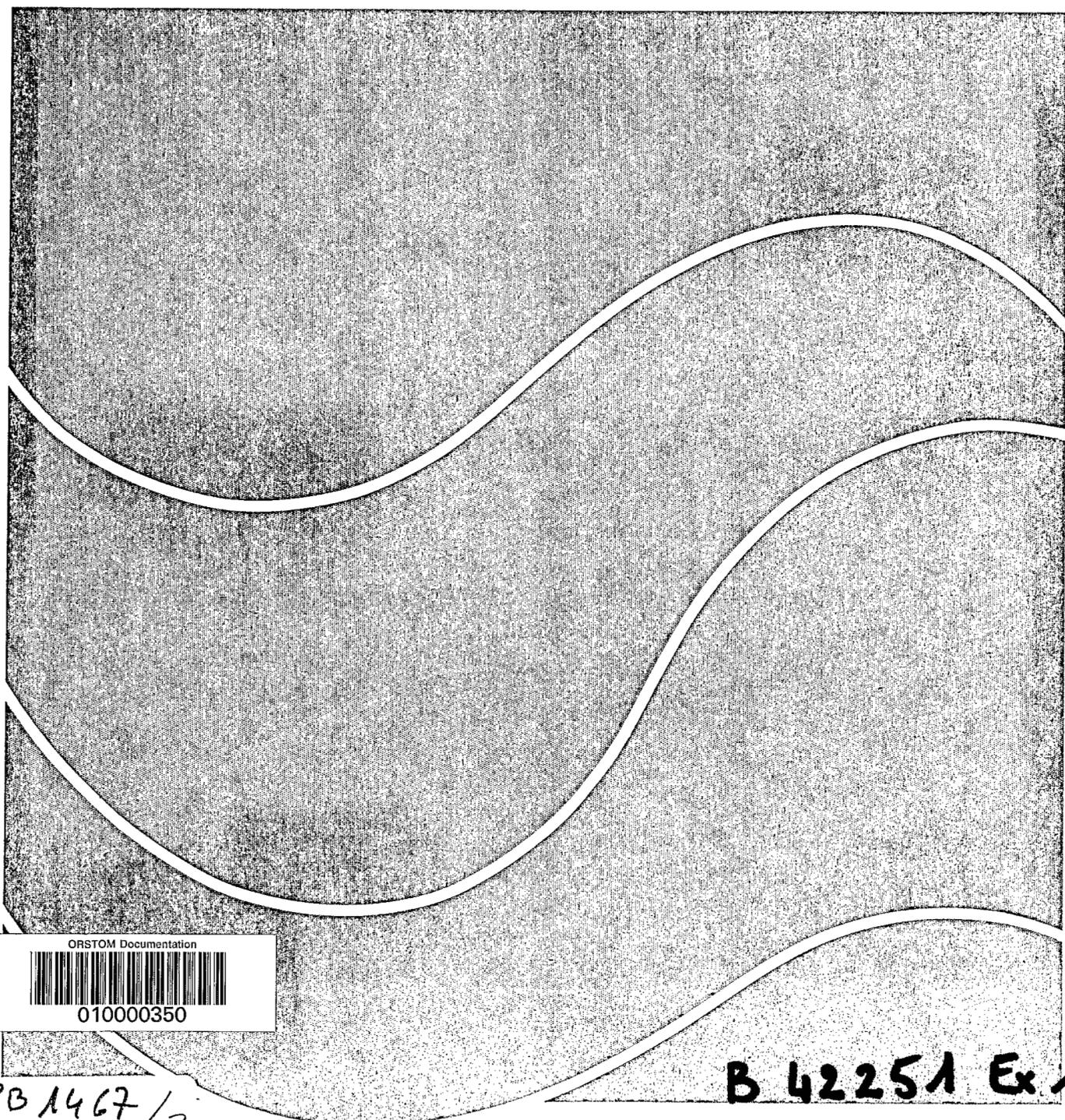
- Bellan-Santini D., P.M. Aranaud, G. Bellan et M. Verlaque (sous presse). Résultats préliminaires sur la faune d'invertébrés du peuplement à *Caulerpa taxifolia*. Séminaire international sur *Caulerpa taxifolia*, Nice 17 et 18 janvier 1994.
- Belsher T., G. Youenou, J.M. Raillard et N. Mereau (1993). Évolution de *Caulerpa taxifolia* devant les côtes des Alpes-Maritimes et de la Principauté de Monaco. Observations par vidéo tractée (mars et octobre 1992). rapport IFREMER, Centre de Brest/DEL, 36 p.
- Bouchet P. (1984). Les Elysiidae de Méditerranée (Gastropoda, Opisthobranchiata). *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, 60, 1, 19-28.
- Boudouresque C.F., A. Meinesz, M. Verlaque et M. Knoepfler-Peguy (1992). The expansion of the tropical *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) in the Mediterranean. *Cryptogamie-Algologie*, 13 (2) : 144-145.
- Chardy P., C. Chevillon et J. Clavier (1988). Major benthic communities of the south-west lagoon of New Caledonia. *Coral Reefs*, 7 : 69-75.
- Chevillon C. (1993). Cartographie générale et description des sédiments du lagon de la côte est. Notice explicative. ORSTOM, Nouméa, 30 p.
- Garrigue C. (1985). Production organique et minérale de macrophytes benthiques du lagon de Nouvelle-Calédonie. Thèse de Doctorat, USTL, 273 p.
- Garrigue C. (1987). Les macrophytes benthiques du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie (Carte des principaux groupements). ORSTOM : Nouméa Rap. Sci. tech., Sci. Mer, Biol. mar., 46, 122 p.
- Garrigue C. et A. Di Matteo (1991). La biomasse végétale benthique du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Résultats bruts : liste taxonomique, biomasses et pigments chlorophylliens. Nouméa : ORSTOM. Arch., Sci. mer, Biol. mar, 1, 143 p.
- Garrigue C., J. Clavier, G. Bargibant, S. Bonnet, A. Di Matteo, P. Hamel, J.L. Menou, P. Tirard et J.Y. Panché (1992). Production primaire benthique du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Méthodes et recueil des données. ORSTOM : Nouméa Rap. Sci. tech., Sci. Mer, Biol. mar, 63, 70 p.
- Hay C.H. et P.A. Lucken (1987). The asian kelp *Undaria pinnatifida* (Phaeophyta : Laminariales) found in New Zealand harbour. *New Zealand Journal of Botany*, 25 : 364-366.
- Jones M.M. (1991). Marine organisms transported in ballast water : a review of the Australian scientific position. *Bureau of Rural Resources Bulletin*, 11, Australian Government Publishing Service, Canberra, 48 p.
- Laurent D., C. Garrigue, G. Bargibant, J.L. Menou et P. Tirard (1985). Répartition bathymétrique des caulerpes (Chlorophycées) et corrélation avec la présence de caulerpine. *Proceedings of the 5th International Coral Reef Symposium*, Papeete, Tahiti (poster).
- Meinesz A. et T. Belsher (1993). Observations en sous-marin de *Caulerpa taxifolia* dans l'étage circalittoral de l'Est des Alpes-Maritimes. Ed. Laboratoire Environnement Marin Littoral, Université de Nice Sophia-Antipolis, 15 p.
- Meinesz A., J. Vaugelas (de), B. Hesse et X. Mari (1993). Spread of the introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia* in northern Mediterranean waters. *Journal of Applied Phycology*, 5 : 141-147.
- Meinesz A. et B. Hesse (1991). Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale. *Oceanologica Acta*, 14, 4, 415-426.
- Norris J.N. et W. Fenical (1982). Chemical defense in tropical marine algae. In The atlantic barrier reef ecosystems at Carrie Bow Cay, Belize, 1 : Structure and communities. Rützler K. et I.G. Macintyre, éditeurs. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences*, 12, 417-431.
- Paul V.J. et W. Fenical (1982). Toxic feeding deterrents from the tropical marine alga *Caulerpa biniensis* (Chlorophyta). *Tetrahedron Letters*, 23, 48, 5017-5020.
- Perez R., J.Y. L'ee et C. Juge (1981). Observations sur la biologie de l'algue japonaise *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar introduite accidentellement dans l'étang de Thau. *Science et Pêche*, 315 : 1-12.
- Pou S., E. Ballesteros, O. Delgado, A. Grau, F. Riera et B. Weitzmann (1993). Sobre la presencia del alga *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) en aguas costeras de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 36 : 83-90.
- Richer de Forges B., G. Bargibant, J.L. Menou et C. Garrigue (1987). Le lagon sud-ouest. Observations préalables à la cartographie des fonds meubles. ORSTOM : Nouméa Rap. Sci. tech., Sci. Mer, Biol. mar., 45, 110 p.
- Richer de Forges B. (1991). Les fonds meubles des lagons de Nouvelle-Calédonie : généralités et échantillonnages par dragages. *Le benthos des fonds meubles des lagons de Nouvelle-Calédonie*. Volume 1. B. Richer de Forges, éditeur, Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, 9-148.
- Rueness J. (1989). *Sargassum muticum* and other introduced Japanese macroalgae : biological pollution of European Coasts. *Mar. Pollut. Bull.*, 20 : 173-176.
- Sanderson J.C. (1990). A preliminary survey of the distribution of the introduced macroalga *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar on the east coast of Tasmania, Australia. *Botanica Marina*, 33 : 153-157.
- Taylor W.R. (1960). Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Ed. University of Michigan press, Ann Arbor. 870 p.
- Verlaque M. et P. Fritayre (sous presse). Incidence de l'algue introduite *Caulerpa taxifolia* sur le phytobenthos de Méditerranée occidentale : 2 - Les peuplements d'algues photophiles de l'infralittoral. Séminaire international sur *Caulerpa taxifolia*, Nice 17 et 18 janvier 1994.

OCEANOLOGICA ACTA

**European Journal of Oceanology
Revue Européenne d'Océanologie**

Volume 17/N° 5
1994

gauthier-villars



ORSTOM Documentation



010000350

PB 1467/3

B 42251 Ex 1