



L'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh, observée la première fois en 1984 sous le Musée Océanographique de Monaco, n'avait jamais été signalée en Méditerranée. Cette Ulvophycée était cultivée depuis le début des années 1980 dans les aquariums de ce Musée: elle a très vraisemblablement été introduite accidentellement à partir de cette source. Depuis son extension inquiétante a été suivie (MEINESZ et HESSE, 1991; MEINESZ *et al.*, 1992). Cette espèce, qui n'a jamais constitué d'étendues importantes dans les mers tropicales (peu fréquente dans les mers tropicales et rare en Mer Rouge où elle n'a été signalée la première fois qu'en 1974), couvre maintenant, sur la Côte d'Azur, de larges étendues monospécifiques sur tous les types de substrats de 0 jusqu'à 50 m de profondeur devant les sites exposés (caps) ou les baies abritées et elle s'accommode des eaux polluées des ports. Entrant en concurrence et éliminant la plupart des espèces végétales de l'étage infralittoral, cette algue représente une menace pour tous les écosystèmes littoraux de la Méditerranée. Les modes de dissémination de cette espèce doivent être analysés pour tenter d'enrayer ou de freiner son extension. Après deux années de suivi et de cartographie des zones colonisées, nous pouvons distinguer deux voies de dissémination: - les voies naturelles: reproduction sexuée avec dissémination par les courants, ou végétative avec dissémination par reptation, par les courants ou par des organismes marins; - les voies anthropiques (ancres des bateaux, filets des pêcheurs et rejets par des aquariums). La reproduction végétative peut adopter deux modes différents: - la croissance et la ramification des stolons: ces axes rampants se développent de mai à novembre et peuvent pousser jusqu'à 5 cm par jour, cette croissance apicale s'accompagne d'une nécrose aussi rapide de la partie distale. En zone périphérique d'un territoire colonisé, ce stolon est très ramifié: 10 ramifications ont été comptées sur un individu. Lorsque la nécrose atteint une ramification, l'individu s'est multiplié. Dans les zones de forte densité (jusqu'à 244 m de stolon par m²), les stolons sont peu ou pas ramifiés: l'espèce semble ainsi réguler le taux de ramification en fonction de sa densité. Ce mode de reproduction végétative permet une progression annuelle de l'algue de 2 à 3 m par an au maximum, à partir d'un point de colonisation.

- la fragmentation du thalle par l'hydrodynamisme: après les grosses tempêtes de nombreux fragments de frondes ou des parties plus importantes du thalle ont été souvent rencontrés. La flottabilité de ces fragments est négative et ils sont donc entraînés vers de plus grandes profondeurs. Chaque fragment peut régénérer un thalle entier. Nous avons par exemple, obtenu en aquarium à 18°C cinq stolons à partir d'un fragment de 10 cm d'une fronde. Les récoltes fréquentes de fragments de *Caulerpa taxifolia* entre 100 et 300 m de profondeur dans les filets de pêcheurs entre Menton et Saint Jean Cap Ferrat pourraient être expliqués par cette manière (fragments en épave). Cette reproduction favorise l'extension de l'algue de la surface vers les plus grandes profondeurs au droit des zones colonisées. Les courants peuvent également véhiculer les fragments latéralement, mais leur progression sur le fond est le plus souvent stoppée par les multiples obstacles rencontrés (rochers, algues, Phanérogames) qui favorisent leur fixation. Cette fragmentation peut être aussi induite par certaines espèces d'invertébrés. Deux oursins peuvent "transporter" des fragments de l'algue sur leur partie apicale: *Sphaeroclinus granulatus* *Paracentrotus lividus* de même que la petite araignée de mer *Maja verrucosa*. Ces trois espèces ont été parfois trouvées portant des fragments de *C. taxifolia* (Cap Martin). En aquarium lorsqu'on dispose ces espèces en présence de fragments de thalle de *C. taxifolia* ils les disposent sur leur partie apicale (oursins) ou sur leur céphalothorax (araignée) en moins de 24 heures. Ces espèces peuvent ainsi véhiculer des fragments de *Caulerpa* plusieurs dizaines de mètres autour des zones colonisées. La reproduction sexuée a été observée le 28 juillet 1992 au Cap Martin. Nous avons déjà suspecté (MEINESZ et HESSE, 1991) cette voie de reproduction d'être responsable de la dissémination à longue portée de l'algue qui a été observée notamment à 60 km (Agay), 110 km (Lavandou) et 150 km (Toulon) des zones très touchées dans le sens du courant ligurien. Les thalles en reproduction présentaient de nombreuses papilles permettant l'évacuation des gamètes et nous avons pu observer des gamètes flagellés. Bien que nous n'ayons pas encore identifié les deux types de gamètes et les zygotes, cette voie de reproduction expliquerait d'une part la présence de l'algue dans des sites très éloignés où ils se déposent d'une façon très aléatoire, et d'autre part la configuration des apparitions de nouvelles colonies très nombreuses l'année suivant la colonisation d'une zone. Les multiples points de colonisation et leur situation (profondeur et biotope) au voisinage des zones entièrement couvertes au Cap Martin ne peuvent être expliqués par les modes de dissémination végétative. Au Cap Martin et à Roquebrune Cap Martin la progression latérale à partir d'une zone colonisée a atteint 300 mètres de 1991 à 1992 avec plusieurs dizaines de nouveaux points de colonisation situés sur le même niveau bathymétrique. Ces observations permettent pour la première fois de comprendre la particularité remarquable des Caulerpales, qui présentent un stade protosphère qui évolue la formation du zygote. Celui-ci évolue en six mois avant de donner un stade juvénile qui évolue à son tour en une plante adulte. Chez les autres algues les premiers stades de développement du zygote donnent soit des filaments (protonema) qui se fixent sur le substrat soit des colonisations discoïdes. La protosphère serait ainsi un caractère évolutif des Caulerpales adapté à la dissémination. Une partie de la production des protosphères serait pélagique et donc susceptible d'atteindre d'une façon aléatoire les côtes au gré des courants. La direction et la force des courants les rares jours d'été où l'algue se reproduit, et la densité et surface occupée par le peuplement à *Caulerpa* (augmentant le nombre d'individus en reproduction) conditionnent la reproduction par cette voie sur de longues distances.

Trois modes de dissémination anthropique sont également suspectés dans certains cas: - par des filets de pêcheurs: les pêcheurs qui calent leurs filets à proximité du Cap Martin, zone particulièrement touchée par l'invasion, ramènent chaque fois des fragments de *C. taxifolia* au port. Les filets sont nettoyés dans le vieux port de Menton et *C. taxifolia* s'y est implantée depuis 1990 ou 1991 et développé pour former en novembre 1991 un peuplement de près de 100 m² localisé sous les barques de pêcheurs. - par d'autres aquariums: en janvier 1992 nous avons été amenés à expertiser un nouveau site à 180 km de Monaco, l'algue a été observée sous les quais d'un port (Les Lecques département du Var). LABOREL (1992) a examiné le substrat sur lequel l'algue était fixée: il a constaté qu'il s'agissait de coraux morts tropicaux très érodés du genre *Porites*. Ainsi l'origine de cette nouvelle colonie est, comme pour celle de Monaco, très vraisemblablement due à un rejet du contenu d'un aquarium. Uniquement connue dans les circuits des grands aquariums publics au début des années 1980, un commerce de l'algue *C. taxifolia* appréciée pour décorer les aquariums tropicaux, s'est organisé depuis 1990, date où l'existence de grandes surfaces de l'algue a été révélée sur la côte d'azur. Depuis elle est en vente dans tous les commerces de vente d'espèces tropicales pour aquariums ce qui a sensiblement augmenté les risques de contamination secondaire par cette voie. - par les ancres de bateaux de plaisance: en mouillant sur le mouillage forain du Cap Martin il est difficile de ne pas ramener des fragments de *Caulerpa taxifolia* sur la chaîne et sur l'ancre. Si le bateau mouille de l'ancre dans un autre site (ou nettoie son ancre), il y a de grandes probabilités de contamination. Cette voie de dissémination est suspectée à Agay (dans un petit port privé) et à Saint Cyprien (Pyrénées orientales: 350 km de Monaco) bien que la reproduction sexuée ou le rejet du contenu d'un aquarium peuvent dans ces cas également être mis en cause. S'il est possible de limiter la dissémination anthropique (interdiction de vente de transport et de détention de cette algue, interdiction de mouillage ou de pêche dans des zones colonisées) l'extension de l'algue par voie naturelle tend vers une extension exponentielle. Ainsi on ne peut espérer limiter longtemps la colonisation dans un secteur donné car plus les surfaces sont importantes, plus la probabilité d'une reproduction sexuée et des colonisations répétées et sera plus élevée à la périphérie des zones colonisées.

REFERENCES

LABOREL J., 1992. - Origine probable de la contamination du nouveau port des Lecques (Var) par *Caulerpa taxifolia*. Rapport préliminaire Ed. Lab. Biologie Marine et Ecologie du Rethos, Fac. Sci. Luminy Univ. Aix Marseille II, 3pp.
 MEINESZ A. et HESSE B., 1991. - Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale. *Océanologica acta*, 14 (4): 415-426.
 MEINESZ A., HESSE B. et MARI X., 1992. - Extension of the introduced tropical green alga *Caulerpa taxifolia* into northern Mediterranean waters. Proc. XIV International Seaweed Symposium, in press.

Deep-water ostracode faunae are normally characterized by a low specific diversity. In addition, deep water eastern Mediterranean fauna greatly differs from that of the western Basin, since it is characterized by a still more reduced number of species (BONADUCE *et al.*, 1983; VAN HARTEN, 1987; VAN HARTEN & DROSTE, 1988). This can be explained with particular physical-oceanographic conditions, which were responsible of extended anoxic phases in the eastern Mediterranean sea during Plio-Quaternary. Such conditions originated deposits with very high organic matter content (sapropels and sapropelic layers). Ostracodes, which are particularly sensitive to environmental changes, result widely affected by these conditions (VAN HARTEN, 1987; VAN HARTEN & DROSTE, 1988).

The Geological and Palaeontological Institute of the Trieste University organized two oceanographic cruises (1986 and 1987) on Cyprus Basin (coordinator prof. A. Brambati). In these occasions three cores have been recovered (fig. 1).

The sequences studied chiefly indicate pelitic sediments with irregularly interbedded coarser ones. Moreover sapropel layers (organic carbon > 2%, *sensu* KIDD *et al.*, 1978), sapropelic layers (organic carbon 0.5 - 2 %, *sensu* KIDD *et al.*, 1978) together with one tephra layer have been identified. They are interbedded to from beige to light-dark grey pelitic sediments. These layers are particularly useful to date the studied core-sequences and to correlate the corresponding environmental events in the basin.

The micropaleontological analyses mainly highlight the ostracode faunae which occur in these cores. The composition of the ostracode association seems to be linked to a core-interval which is included between two sapropel layers. This short article focuses on the composition of the ostracodes within such core-interval. Fig. 2 summarizes the data of the core Medo 4 and highlights partially those derived by the analyses between S2 and S1 sapropels (from bottom to top):

- sapropel S2 : no ostracode fauna;
- above sapropel S2 : occurrence of *Argilloecia acuminata*, *Bythocypris bosquetiana* and *Polycope* sp. pl.;
- between S2 and S1 : increasing specific diversity; other species appear (*Argilloecia* sp. pl., *Bathycythere vanstratani*, *Bythocypris bosquetiana*, *Cytheropteron* sp. pl., *Krithe* aff. *Praetexta*, *Paracytherois* sp. pl., *Pedicythere Phryne*, *Polycope* sp. pl., *Pontocypris acuminata*, *Pseudocythere* sp. pl. and *Tuberculoicythere tetrapteron*);
- before sapropel S1 : reduced specific diversity (*Polycope* sp. pl.);
- sapropel S1 : no ostracode fauna.

This trend of the ostracode fauna composition also occurs on the other cores-interval (sapropel-pelite-sapropel) of all the cores. In conclusion it is possible to recognise the following trend within the dynamics of the ostracode fauna:

- a) no ostracode fauna during anoxic phases;
- b) colonization due to specimens of *Argilloecia acuminata*, *Bythocypris bosquetiana* and *Polycope* sp. pl.) immediately after the anoxic phases;
- c) following high specificity diversity corresponding to the diversification and stabilisation phases;
- c) reduction of the specific diversity (*Argilloecia acuminata*, *Bythocypris bosquetiana* and *Polycope* sp. pl.) immediately before following anoxic phase, which is devoid of benthic fauna. Moreover, in the actual layers is also present rare specimens of *Bathycythere vanstratani*, generally not found in the actual sediments.

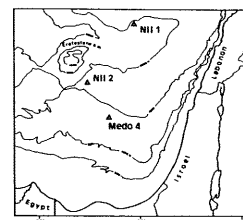


Fig. 1.- Core location in the Cyprus Basin

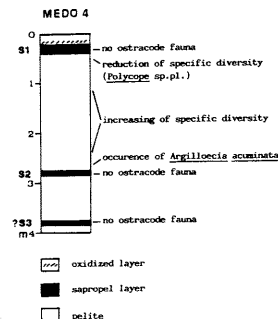


Fig. 2.- Core Medo 4: trend of ostracode association

REFERENCES

BONADUCE G., CILIBERTO B., MASOLI M., MINICHELLI G., PUGLIESE N., 1983. - The deep-water benthic ostracodes of the Mediterranean. In R.F. Maddocks (Ed.): *Application of Ostracoda*. Univ. Houston Geosc., Houston, 472-491.
 KIDD R.B., CITA B.M., RAYAN W.B.F., 1978. - The stratigraphy of Eastern Mediterranean sapropel sequences recovered during DSDP Leg 42 A and their paleoenvironmental significance. In Hsu K. S. Montadert L. *et al.*, *init. rept.* DSDP, 42, Part 1, 421-443.
 VAN HARTEN D., 1987. - Ostracodes and the early holocene anoxic event in the Eastern Mediterranean - evidence and implications. *Mar. Geol.*, 75, 263-269.
 VAN HARTEN D. & DROSTE H.J., 1988. - Mediterranean deep-sea ostracods, the species poorness of the eastern basin as a legacy of an Early Holocene anoxic event. *Proc. 9th Int. Symp. on Ostracoda*, Shizuoka, 1985, 721-737.