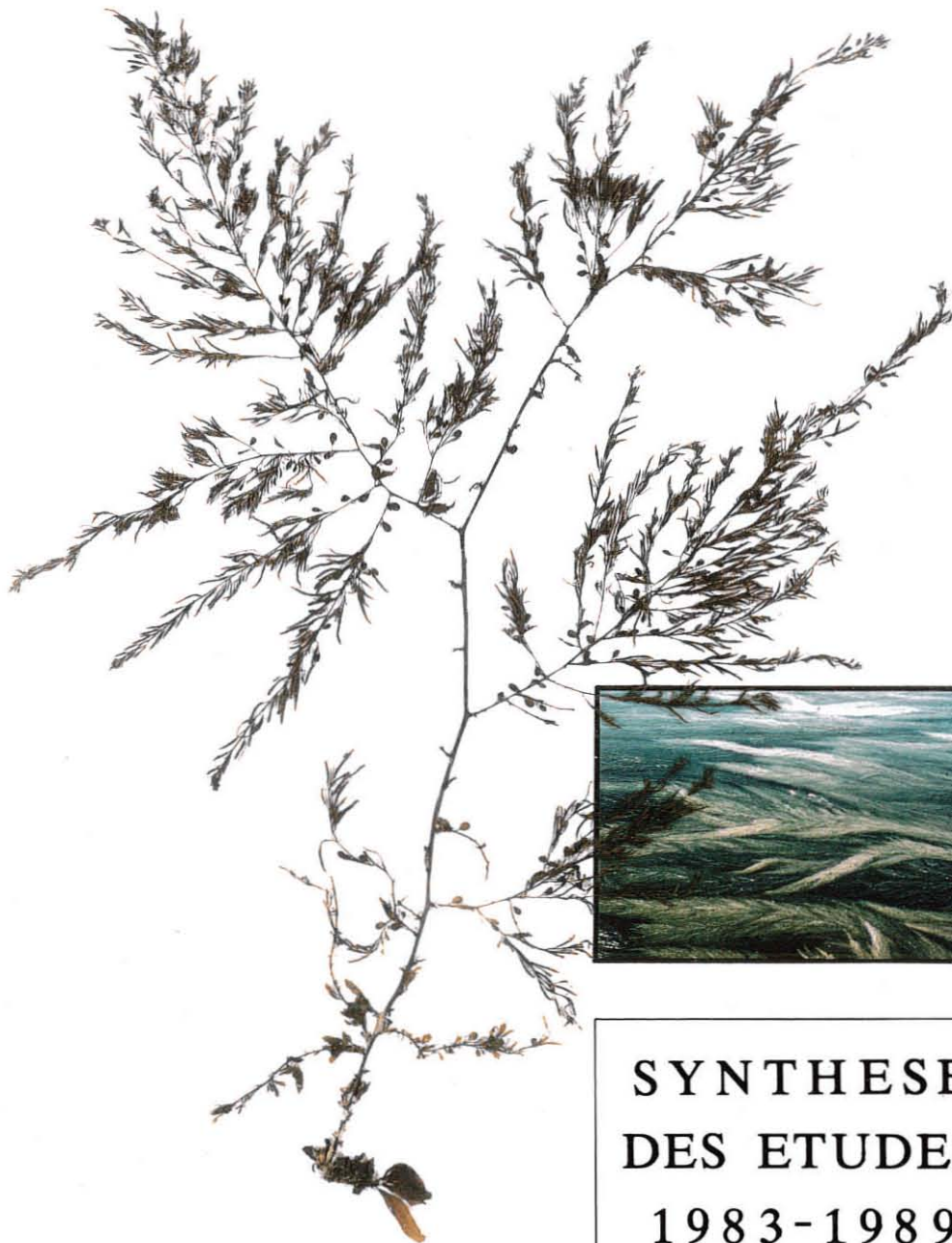


Sargassum muticum (Yendo) Fensholt
sur le littoral français



SYNTHESE
DES ETUDES
1983-1989

T. Belsher



Illustrations de couverture:

Echantillon d'herbier n° 918:

***Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt récolté à Odawa Bay, Péninsule de Miura (Japon)**

Date: 24/05/1983

Collection: T. Terawaki

Détermination: T. Terawaki

Photographie: T. Belsher.

***Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, chenal de l'île de Batz, Roscoff, 1985**

SARGASSUM MUTICUM
(Yendo) Fensholt

Synthèse des actions entreprises de 1983 à 1989.

T. BELSHER

PREAMBULE

Les nuisances provoquées au début des années 1980 dans les installations ostréicoles ont amené les Ministères de la mer et de la Recherche de l'époque à confier au CNEXO, devenu IFREMER, une étude concernant la colonisation des côtes françaises par *Sargassum muticum* et les actions à entreprendre pour l'enrayer.

Le rapport, intitulé « Installation de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt-Problèmes et perspectives au 31 mars 1983» (Belsher T. et C. Boyen, 1983), a été remis au Ministère de la Mer le 1er Avril 1983.

Aux données biologiques succédait la liste des laboratoires susceptibles de travailler sur l'un des sujets identifiés dans les volets "acquisitions de données biologiques et suivi, lutte, revalorisation", définis par un groupe de travail constitué pour la circonstance. Enfin, le coût global des études nécessaires étant évalué à 500 000 F, un financement équivalent était demandé.

Ce rapport est donc la synthèse des principales actions menées tant par l'IFREMER que par des Laboratoires Universitaires ou privés, dans le cadre du «Programme national coordonné Sargasse» créé à la demande des Ministères de la Mer et de l'Environnement (1982).

Il reprend donc les données et les conclusions les plus marquantes des rapports fournis par les divers intervenants et dont on retrouvera la liste en bibliographie.

SOMMAIRE

CHRONOLOGIE DES FINANCEMENTS	5
INTRODUCTION	6
NOMENCLATURE : APERÇU HISTORIQUE	8
1 SUIVI DE L'EXPANSION	11
1.1 TECHNIQUES DEVELOPPEES ET RESULTATS ACQUIS PAR SECTEUR D'ETUDE.	11
1.1.1 Enquête IFREMER, Affaires Maritimes, et groupe de travail Sargasse	11
1.1.2 Télédétection	18
1.1.2.1 Analyse de couvertures aériennes : émulsions couleur et proche infra-rouge	18
1.1.2.2 Etude thématique de la simulation SPOT 1982 sur Roscoff et le Cotentin centre	18
1.1.2.3 Traitement de données du satellite SPOT	22
1.1.3 Cartographies de référence	22
1.1.3.1 Côtes de Basse-Normandie	22
1.1.3.2 Secteur de Roscoff - Ile de Batz	23
1.1.3.3 Baie de Morlaix	24
1.1.3.4 Golfe du Morbihan	24
1.1.3.5 Seine Maritime	24
1.1.3.6 Etang de Thau	24
2 BASES SCIENTIFIQUES DE LA LUTTE BIOLOGIQUE	25
2.1 TECHNIQUES D'ECHANTILLONNAGE	25
2.1.1 Stratégie d'échantillonnage	26
2.1.2 Méthode d'évaluation de la biomasse	27
2.1.2.1 Côtes de Basse-Normandie	27
2.1.2.2 Secteur de Roscoff et de la Baie de Morlaix	28
2.1.2.3 Etang de Thau	28
2.1.3 Méthode de suivi de la croissance	28
2.1.3.1 Baguage	30
2.1.3.2 Etude de la régénération et du recrutement	30
2.1.4 Applications sectorielles et résultats	30
2.1.4.1 Côtes de Basse-Normandie	30
2.1.4.2 Secteur de Roscoff	31
2.1.4.3 Baie de Morlaix	32
2.1.4.4 Etang de Thau	33

2.2 COMPOSITION CHIMIQUE ET HYDROLOGIE	36
2.2.1 Etang de Thau.	36
2.2.2 Etude comparée d'échantillons (Etang de Thau - Baie de Mangoku-Ura, Japon)	38
2.2.3 Essai d'évaluation de stock dans l'étang de Thau	39
2.2.4 Etude de la structure et de la fonction de la paroi	39
2.3 ECOPHYSIOLOGIE	40
2.3.1 Etude écophysio­logique du développement de jeunes stades (Platier de Pleubian).	40
2.3.2 Etude écophysio­logique de la composition pigmentaire et de la capacité photosynthétique.	40
3 ASPECTS DE LUTTE	41
3.1 LUTTE MECANIQUE	41
3.2 LUTTE CHIMIQUE	47
3.3 LUTTE BIOLOGIQUE	48
3.3.1 Basse Normandie	48
3.3.2 Etang de Thau	49
3.3.3 Japon	49
3.3.4 Prospective : peuplements bactériens	49
4 VALORISATION	51
4.1 VALORISATION D'EXTRAITS POUR LA CULTURE	51
4.2 COMPOSTAGE	55
4.3 ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES ALGINATES	56
4.4 UTILISATION DE <i>SARGASSUM MUTICUM</i> COMME FLO­CULANT DES EAUX CHARGÉES DE MATIÈRE ORGANIQUES	57

4.5 EVALUATION PHARMACOLOGIQUE	58
4.5.1 Screening	58
4.5.2 Approche chimique et recherche de composés d'intérêt biologique	58
4.5.3 Propriétés anticoagulantes des fucanes sulfaté	60
4.5.3.1 Technique de préparation des parois	60
4.5.3.2 Résultats	61
4.6 EVALUATION PARA-PHARMACOLOGIQUE	61
4.6.1 Recherche de composants vitaminiques	61
4.6.1.1 Vitamines liposolubles	61
4.6.1.2 Vitamines hydrosolubles	61
4.6.2 Essais d'efficacité bactériostatique	62
4.6.3 Screening cosmétique	62
4.7 AUTRES ESSAIS ET RESULTATS.	63
4.7.1 Chromatographie en phase vapeur des vésicules	63
4.7.2 Détection d'acides gras	63
5 DERNIERES INFORMATIONS	63
6 PROSPECTIVE	63
CONCLUSION GENERALE	65
BIBLIOGRAPHIE	71

CHRONOLOGIE DES FINANCEMENTS

Belsher T, et Boyen 1983, installation de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt.
Problèmes et Perspectives au 31 mars 1983:

Rapport demandé pour le 31 mars 1983, remis le 1er Avril 1983

—> financement demandé : 500 000 F

19 Septembre 1983:

Tableau de financement du Secrétariat d'Etat à la Mer au MIR (du Chef de la Mission de la Recherche au Chef du Département «Espace-Océan»)

—> financement global apparaissant dans ce projet : 500 000 F avec dégagement de 2 groupes de programmes, l'un prioritaire par rapport à l'autre.

14 Octobre 1983:

Tableau de financement du MIR (Chef du Département Espace-Océan-Environnement) envoyé au CNEXO

—> financement global proposé : 800 000 F

23 Décembre 1983:

(MIR à CNEXO) : l'annulation d'une partie des crédits 1983 du Département Espace-Océan-Environnement oblige le report du Programme Sargasse sur le budget 1984

Mars 1984 :

(contact téléphonique MIR - CNEXO) : annulation des crédits prévus pour le programme Sargasse (restrictions budgétaires)

Septembre 1984 : reprise de l'action par le Secrétariat d'Etat à la Mer

Octobre 1984 : versement du co-financement (prévu par le MIR) par le Secrétariat d'Etat à la Mer à l'IFREMER soit 335 000 F

Des financements complémentaires ont par la suite été attribués par l'IFREMER au cours des EPRD et ont permis d'initier les actions suivantes : lutte bactériologique, suivi par télédétection spatiale, lutte chimique, étude écophysiological de jeunes stades.

INTRODUCTION

L'algue Phaeophyceae *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt est originaire des côtes japonaises du Pacifique (Fensholt, 1955) où elle constitue des peuplements peu denses, en mode semi-battu à calme, dans l'infra-littoral superficiel. Elle a considérablement étendu son aire de répartition, en partie grâce au vecteur que constitue le naissain d'huître japonaise *Crassostrea gigas* (Thunberg). A l'heure actuelle, sa répartition mondiale concerne, en dehors des côtes du Japon, de Chine et de Corée, la côte Ouest de l'Amérique du Nord, de Vancouver au Nouveau Mexique (Norton, 1981), les côtes atlantiques de l'Europe et la Méditerranée occidentale française. (fig. 1) Comme le laissaient prévoir les travaux de Knoeffler Peguy *et al.* (1985) et d'Haroun Tabrane *et al.*, (1985) elle a atteint les côtes espagnoles dès 1985 (Pascual C.C., 1987). En Europe, *Sargassum muticum* est signalée pour la première fois en 1973, à Wight, sur les côtes anglaises de la Manche (Farnham, 1974) ; en 1975 elle est observée du côté français de la Manche, à St-Vaast-La-Hougue (Cosson *et al.*, 1977) ; elle a ensuite atteint la Belgique (Coppejans *et al.*, 1980) et les Pays-Bas (Nienhuis, 1982). En France, sa progression a été facilitée par les schémas de commercialisation du naissain d'huître (Gruet, 1983 ; Belsher *et al.*, 1985) entre les grands centres d'exploitation ostréicole, notamment ceux du Cotentin Ouest, de la baie de Morlaix, des Abers, d'Arcachon, de Marennes-Oléron et de l'étang de Thau).

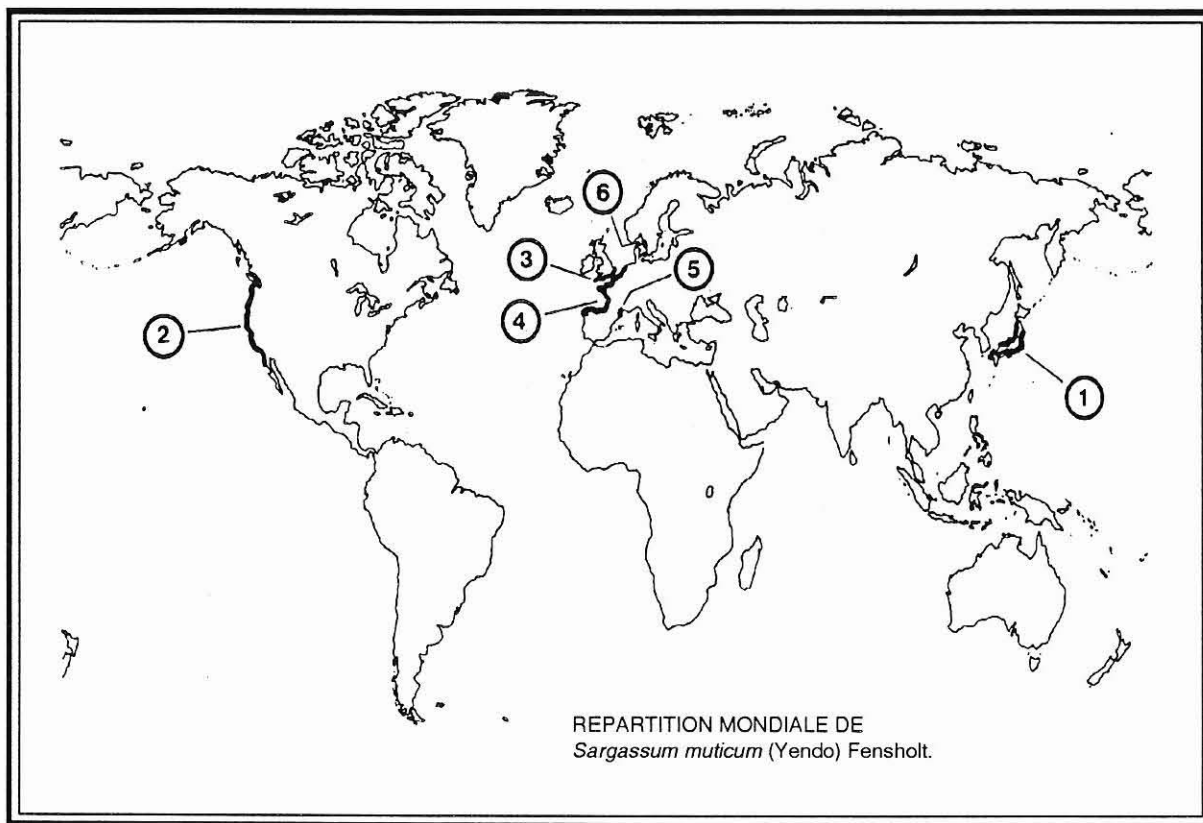


FIG. 1 :

- 1- Japon lieu d'origine (YENDO, 1907)
- 2 - De la Colombie Britannique (Canada) au Nouveau Mexique (USA) Progression du nord au sud depuis 1947
- 3 - Sud de l'Angleterre
Premières observations de l'île de Wight en 1973 (FARNHAM, 1973)
- 4 - Des Pays Bas à l'Espagne
Premières observations en France à St Vaast la Hougue en 1976 (COSSON, 1976)
Pays Bas en 1978 (COPPEJANS *et al.*, 1980) et en mer du nord à Texel en 1981 (NIENHUIS, 1982)
Premières observations en Espagne sur la côte atlantique en 1982 (FARNHAM, 1987)
- 5 - Méditerranée
Premières apparitions massives à l'étang de Thau en 1980 (BELSHER, BOUDOURESQUE, LAURET *et al.*, 1985)
- 6 - Côte ouest de la Suède (KARLSSON, 1988)

Sa prolifération y entraîne de nombreuses nuisances. L'ampleur des peuplements est par endroit telle qu'elle gêne la circulation des petites embarcations. Enfin, une compétition est induite avec les peuplements végétaux marins déjà en place. Face à cette expansion préoccupante, concernant l'ensemble des côtes françaises, il devenait indispensable de mener une action cohérente d'envergure nationale. Celle-ci a pris jour, à la demande des Ministères de la Mer et de l'Environnement, au Colloque VALVA (Valorisation des Végétaux marins, 1982). Il a été demandé à l'IFREMER de créer et d'animer le groupe de travail «Sargasse». Sa mission, pour laquelle il a reçu l'appui des Affaires Maritimes a été, tout en suivant l'expansion de l'espèce en cause, de proposer un programme d'action coordonné.

Un rapport, intitulé «Installation de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur les côtes françaises. Problèmes et perspectives au 31 mars 1983» a donc été remis, à cette date, au Secrétariat d'Etat à la Mer. Il comporte une analyse critique des connaissances existantes sur le sujet, la synthèse des propositions du groupe de travail et des actions déjà entreprises, et un programme coordonné.

Il est clair que la prolifération de *Sargassum muticum* sur le littoral français est un problème d'algologie appliquée complexe. Sa résolution passe par un faisceau de recherches, à court, moyen et même long terme dans des domaines très divers. En effet, s'il est nécessaire d'acquérir le plus rapidement possible des éléments explicatifs sur les mécanismes de l'expansion et les conditions qui régissent la fixation et l'implantation des plantules, il est tout aussi indispensable de rechercher les possibilités de limiter cette prolifération. Cette recherche emprunte aussi bien les voies de la lutte biologique (recherche de prédateurs et compétiteurs), génétique (modifications du cycle, altérations des caractères transmissibles) que celle de la valorisation, qui favorise la prédation humaine.

La recherche d'engrais divers, de farines d'algues, d'alginate, de produits d'intérêt pharmaceutique et para-pharmaceutique, ainsi que l'utilisation de l'énorme biomasse végétale produite chaque année pour l'obtention de méthane, ont été envisagées. A l'heure actuelle, le programme coordonné «Sargasse», qui a concerné depuis 1984 plus d'une dizaine de laboratoires français tant publics (Université, CNRS, IFREMER, ...) que privés, a permis d'explorer la plupart de ces possibilités.

NOMENCLATURE : APERCU HISTORIQUE

Sargassum muticum (Yendo) Fensholt appartient à la famille des Sargassacées et au genre *Sargassum*. Ce genre est le plus important des Phéophycées, avec plus de 400 espèces réparties dans les régions tropicales et tempérées du monde. Thunberg, en 1775, a été le premier botaniste à collecter au Japon trois espèces du genre, qui furent classées en 1815 parmi les *Fucus*. C'est Argardh qui crée, en 1820, le genre qui comprend alors 62 espèces, puis propose, en 1889, une subdivision en 5 sous-genres. La première étude poussée du genre par un phycologiste japonais est due à Yendo (1905, 1907, 1909). *Sargassum muticum* est alors décrite comme la forme *muticus* de *Sargassum kjellmanianum*. Fensholt l'ayant étudiée de près dès son introduction en 1940, l'a promue alors au rang d'espèce (1947). Enfin, en 1978, Yoshida, levant la synonymie entre *Sargassum kjellmanianum* et *Sargassum miyabei*, permet d'établir qu'avant cette date, *Sargassum kjellmanianum*, forme *longifolium* est en réalité *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt.

Sargassum muticum (Yendo) Fensholt 1955 : 313. (fig.2)

Yoshida 1978 a : 122, f. 4.

Sargassum kjellmanianum f. *muticum* Yendo 1907 : 104. Okamura 1916 : 203 ; 1936 : 340.

Lectotype : TI « Itsumo, prov. Kii, April 1902 »

Sargassum kjellmanianum sensu Okamura (pro parte 1924 : 45, pl. 212, f.2; 1936 : 340. Segawa 1956 : 51, pl. 30, No. 226.



FIG. 2a : *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt

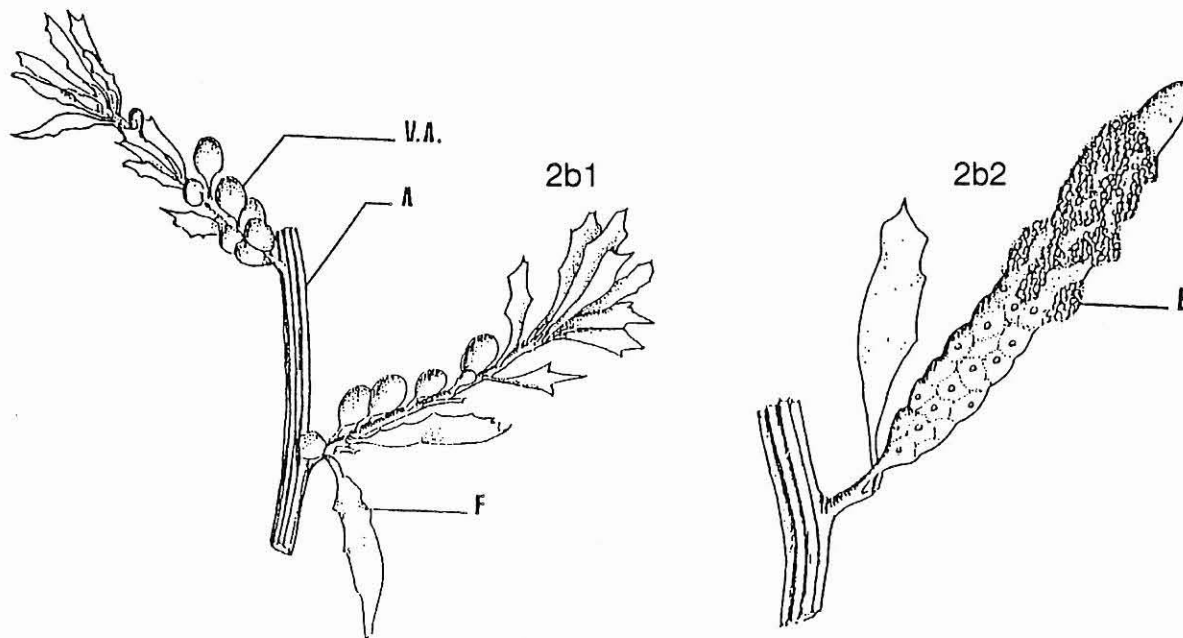


FIG. 2 b : 1 - Elements caractéristiques du thalle

V.A. : vésicules aérijfères

A : axe principal généralement cannelé

F : expansion en forme de feuille

2 - Partie reproductrice du thalle (réceptacle) partiellement gainée d'embryons (E)

(in LEROUX 1983)

Japanese name : Tama-hahaki-moku (Yoshida)

Thallus more than 1 m high. Holdfast complanate discoid in shape, up to 1,5 cm diameter. Stem solitary on the holdfast, upright, terete, 2-3 mm in diameter, up to 2 cm high, usually unbranched, sometimes once or twice branched in the upper part. Several main branches issued spirally from the terminal part of the stem. Main branch angular, 2 mm wide. Lateral branches numerous developed. Leaves arranged spirally with a phyllotaxis of 2/5 on the main branch. Leaves on lower part of the main branch obovoid to long elliptical usually 2-3 cm long and 3-4 mm wide, with entire or slightly serrulate margin. Midrib absent. Leaves on the upper part of the branch becoming smaller, cuneate or sometimes slightly hemiphyllous, with dentation in distal part. Cryptostomata scattered on leaves and vesicles. Vesicles shortly stipitate, spherical or pyriform in shape, up to 3 mm in diameter, with round or mucronate apex. Vesicles formed abundantly on lower part of lateral branches.

Plant monoecious. Male and female conceptacles mixed in an androgynous receptacle. Receptacle terete, shortly stipitate, tapering upwards, 10-12 mm long and 1 mm in diameter. Maturation period in winter to early summer. (fig. 3). This species grows on rocks rather protected from wave action in a zone from lower intertidal to upper subtidal.



FIG. 3 : *Sargassum muticum*
(Yendo) Fensholt.

Specimens examined : Honshu : Ohzuchi, Iwate Pref., Mar. 29, 1979, leg. T. Yoshida, SAP 034719 ; Matsushima, Miyagi Pref., Mar. 27, 1978, leg. T. Yoshida, SAP 034215 ; Matsugahama, Miyagi Pref., Mar. 28, 1978, leg. T. Yoshida, SAP 034214 ; Ena, Fukushima Pref., Jul. 1, 1981, leg. K. Taniguchi, SAP 035714 ; Nagasaki, Fukushima Pref., Jul. 12, 1976, leg. T. Yoshida, SAP 034219 ; Onahama Fukushima Pref., Apr. 1924, leg. M. Higashi, SAP Herb. Okamura : Minato, Ibaraki Pref., May 17, 1913, anonym., SAP 034226 ; Katsuura, Chiba Pref., May 6, 1955, leg. Y. Tsuji, SAP 042011 ; Kominato, Chiba Pref., Mar. 29, 1978, leg. T. Yoshida, SAP 034213 ; Futomi, Chiba Pref., Mar. 30, 1982, leg. M. Masuda, SAP 042008 ; Nishi-nemoto Chiba Pref., Apr. 6, 1969, leg. T. Yoshida, SAP 034212 ; Tateyama, Chiba Pref., Dec. 4, 1982, leg. T. Konno, SAP 042325 ; Misaki, Kanagawa Pref., Mar. 1929, leg. S. Inoh, SAP 8561 ; Odawa-wan, Kanagawa Pref. May 21, 1981, Leg. T. Terawaki and Tateda, SAP 041921 ; Chojiyagasaki, Kanagawa Pref., Dec. 3, 1982, leg. T. Konno, SAP 042316 ; Zushi, Kanagawa Pref., Dec. 29, 1977, leg. H. Morohoshi, SAP 034224 ; Shimoda, Shizuoka Pref., Mar. 31, 1976, leg. T. Yoshida, SAP 034220 ; Omaezaki, Shizuoka Pref., Apr. 13, 1982, leg. F. Hayashida, SAP 042317 ; Sugashima, Mie Pref. Apr. 1955, leg. Y. Tsuji, SAP 042007 ; Wagu Mie Pref., May 11, 1979, leg. T. Yoshida, SAP 034607 ; Nagashima, Mie Pref., May 13, 1979, leg. T. Yoshida, SAP 034609 ; Kushimoto, Wakayama Pref., Nov. 22, 1959, leg. T. Yamamoto, SAP 034232 ; Kada, Wakayama Pref., Oct 30, 1981, leg. Yoshida and Konno Sap 041872 ; Suma, Hyogo Pref., Feb. 7, 1933, leg. K. Uno, Sap 034222 ; Mukai-shima, Hiroshima Pref., Dec. 13, 1961, leg. S. Inumaru, SAP 028729 ; Hiko-shima, Yamaguchi Pref., Feb. 16, 1930, leg. Sugino, SAP 034230 ; Yoshimi, Yamaguchi Pref., June 7, 1978, leg. T. Yoshida, SAP 034211 ; Futami, Yamaguchi Pref., June 7, 1978, leg. T. Yoshida, SAP 034210 ; Senzaki, Yamaguchi Pref., June 8, 1978, leg. T. Yoshida, SAP 034209 ; Torii, Shimane Pref., Feb. 19, 1933, leg. S. Takaki, SAP 034227 ; Kasumi, Hyogo Pref., June 11, 1978, leg. T. Yoshida, SAP 034206 ; Kashiwazaki, Niigata Pref., Mar. 31, 1983, leg. Nakamura and Ueda, SAP 043664 ; Hiyoriyama, Niigata Pref., June 13, 1982, leg. K. Ikehara, SAP 043220. SHIKOKU : Hane, Kochi Pref., May 27, 1979, leg. T. Yoshida, Sap 034610 ; Ikata, Ehime Pref., May 4, 1954, leg. Y. Nomura, Sap 034223.

KYUSHU : Hime-shima, Oita Pref., June 4, 1981, leg. T. Yoshida, Sap 035762 ; Sumiyoshi, Oita Pref., June 3, 1981, leg. T. Yoshida, Sap 035737 ; Mekari, Fukuoka Pref., Apr. 1, 1953, leg. T. Yoshida, Sap 035068 ; Dairi, Fukuoka Pref., Jan. 12, 1930, anonym., Sap 034226 ; Iwaya, Fukuoka Pref., June 5, 1981, leg. T. Yoshida, Sap 035699 ; Tsuyazaki, Fukuoka Pref., Mar. 28, 1956, leg. T. Sawada, Sap 031106 ; Hakata-wan, Fukuoka Pref., Feb. 7, 1959, leg. M. Ichiki, Sap 034846 ; Keya, Fukuoka Pref., Apr. 2, 1932, leg. Sugino, SAP 021025 ; Hariojima, Nagasaki Pref., May 24, 1983, leg. T. Yoshida, Sap 043682.

KOREA : Gijung, Mar. 20, 1974, leg. I. K. Lee, Sap 034609 ; Kumon Island, Mar. 1935, leg. Yanagisawa, Sap 034208. CHINA : Dairen, Dec. 27, 1937, leg. M. Noda, Sap 034207 ; Chifu, Apr. 2, 1935, leg. M. Noda, Sap 043668 ; Tsingtao, Apr. 4, 1935, leg. M. Noda, Sap 043667.

This taxon was first described as a form of *S. kjellmanianum* by Yendo (1907). Fensholt (1955) raised it to the specific rank. Japanese authors customary used the name *S. kjellmanianum* for this taxon. Yoshida (1978a) selected the lectotype (Fig.4) and consented with the treatment of Fensholt.

The lectotype, collected at Itsumo, Wakayama Pref. is a sterile specimen. Inoh (1930) found out that this taxon is monoecious in sexuality in the population of Misaki, Kanagawa Pref. Monoecism is rather rare occurrence among the species of the *Bactrophyucus*.

There is local variation in leaf morphology. In the typical form, leaves on lower part of main branch are usually up to 3 cm long and densely cover the young shoot. While the specimens at hand collected from Seto Inland Sea have longer leaf up to 5 cm and issued more sparsely when compared with the typical form.

The plants identified to this species are widely distributed along the coast of Europe (Critchley 1981), as well as Pacific coast of North America (De Wreede 1978). I had a chance to collect some specimens in Zeeland district of the Netherlands, and noticed that the individuals of Zeeland population are similar to those of Seto Inland Sea population rather than to typical form in having longer leaf sparsely arising.

Tseng & Chang (1954a) described *S. kjellmanianum* f. *longifolium*. Judging from the description and figures, Yoshida (1978a) transferred this form to *S. muticum*. This form seems to have resemblance with Seto Inland Sea population and with European population. As I have not yet examined any specimen of this form from China, I must retain to discuss the relation between Japanese and Chinese plants.

Biology of this species was investigated by American and British phycologists (e.g. Norton 1977, De Wreede 1978, Chamberlain et al. 1979, Critchley 1981). Expansion of distribution was followed and well documented in Europe.



FIG. 4 : Lectotype
Sargassum kjellmanianum f.
muticum Yendo

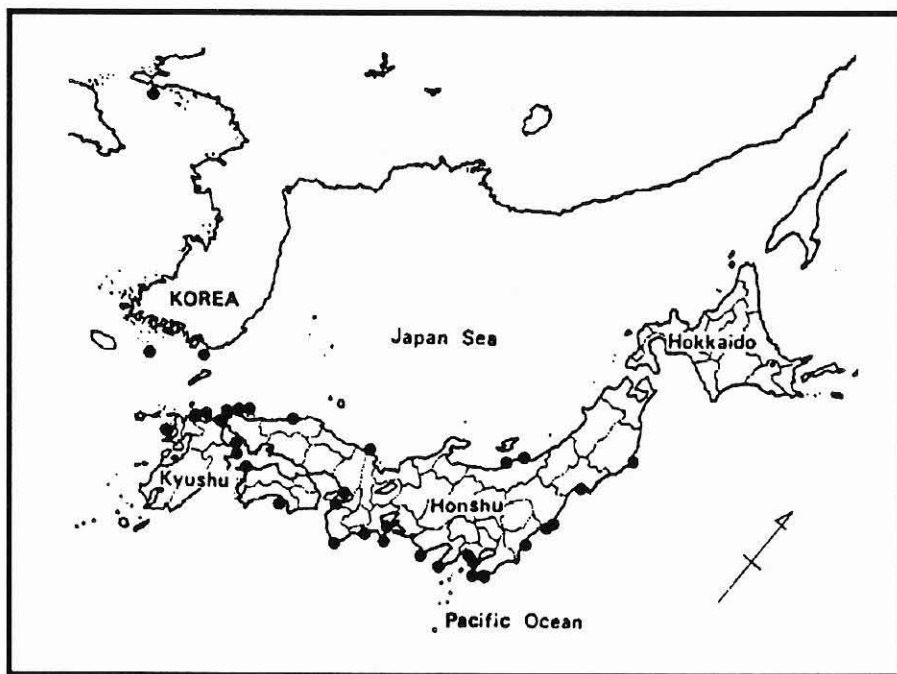


FIG. 5 : Distribution of *Sargassum muticum*, compiled from the specimen in SAP

1. SUIVI DE L'EXPANSION

1.1. TECHNIQUES DEVELOPPEES ET RESULTATS ACQUIS PAR SECTEUR D'ETUDE

1.1.1. Enquête IFREMER - Affaires Maritimes - Groupe de travail Sargasse

L'enquête menée par l'IFREMER, les Affaires Maritimes et le groupe de travail Sargasse a permis de faire rapidement le point quant à la progression de *Sargassum muticum* sur les côtes françaises (fig. 6 et 7). L'espèce est maintenant signalée de Calais au cap Breton pour les côtes de la Mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique, et de l'étang de Thau à Banyuls pour le secteur Méditerranée (fig. 8 à 14).

ON RECHERCHE !



CETTE ALGUE BRUNE EST UNE SARGASSE
INDESIRABLE SUR LES COTES EUROPEENNES

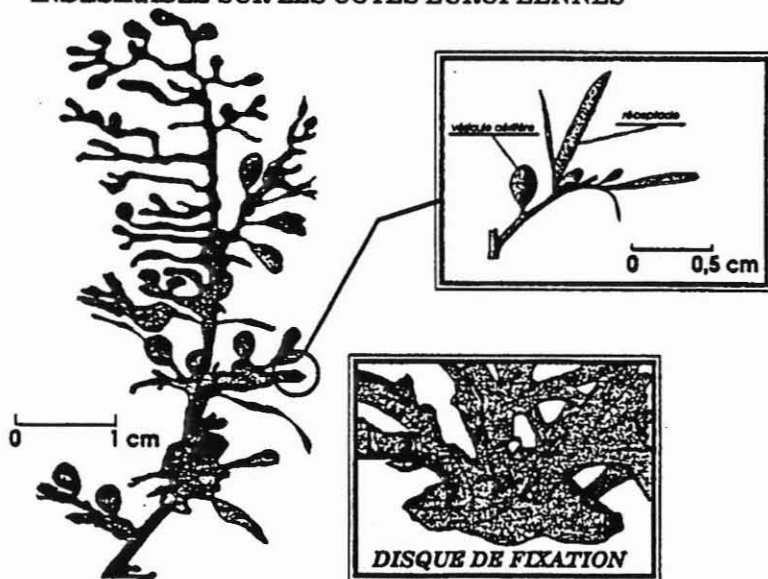


FIG. 6 : On recherche !

**FICHE DE RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES
ENQUETE AUPRES DES PROFESSIONNELS**

A RENVoyer A:

T. BELSHER
DERO/EL
CENTRE FREMER DE BREST BP 70
29270 PLOUZANE

NOM :
PRENOM :
ADRESSE :
PROFESSION :
ETABLISSEMENT :
TELEPHONE :

- Avez vous trouvé des sargasses ?

- oui
 non

(renvoyez le questionnaire même si vous n'en avez pas trouvé SVP)

- dans un chenal
 sur vos exploitations
 sur des tables
 sur des poches
 sur des filières
 sur l'estran
 sur des bouées
 sur des filets ou autres engins de pêche, précisez :
 autre :

indiquer sur la carte jointe
le ou les sites déçits

- A quelle période de l'année ont elles commencé à proliférer ?

- A quelle profondeur par rapport au zéro des cartes ?

- Le champs d'algues découvre l'1 à marée basse ? oui non

- Quelle est la hauteur de marée ? mètres

- Les courants sont forts faibles nuls

- Le champs d'algues est abrité exposé

- Le fond est composé de

- roches
 sable
 cailloux
 vase
 moules
 huîtres
 autre :

possibilité de cocher plusieurs cases

- Avez vous remarqué la présence d'autres algues sur le champs de sargasses ?

- oui
 non

précisez si possible :

- L'endroit touché est peuplé :

- d'une faune riche
 d'une faune pauvre
 d'une flore riche
 d'une flore pauvre

liste des espèces, si possible :

- L'accès du site peut se faire :

- par voie maritime
 facilement
 difficilement
 par voie terrestre
 facilement
 difficilement

DESCRIPTION DE LA GENE OCCASIONNEE

- entretien et accès des parcs à huîtres perturbés
 gêne à la navigation (ensouement dans les hélices, ...)
 formation de barrages naturels
 alourdissement et paralysie des engins et structures de pêches
 disparition ou nette régression de la flore et de la faune en place
 allergies cutanées
 autres, précisez :

- Pouvez vous évaluer la surface touchée ?

- non
 oui

proportion par rapport au nombre de tables, filières, autres, précisez :

proportion par rapport à la surface d'exploitation :

Pouvez vous nous donner quelques renseignements quantitatifs, qui resteront confidentiels, permettant d'évaluer votre exploitation afin de pouvoir le coût d'investissement moyen supportable, pour un engin de ramassage.

nombre de tables :

tonnage annuel :

nombre et type de véhicules utilisés (embarcation, moyens de manutention, ...):

FIG. 7 : Fiche de renseignements techniques

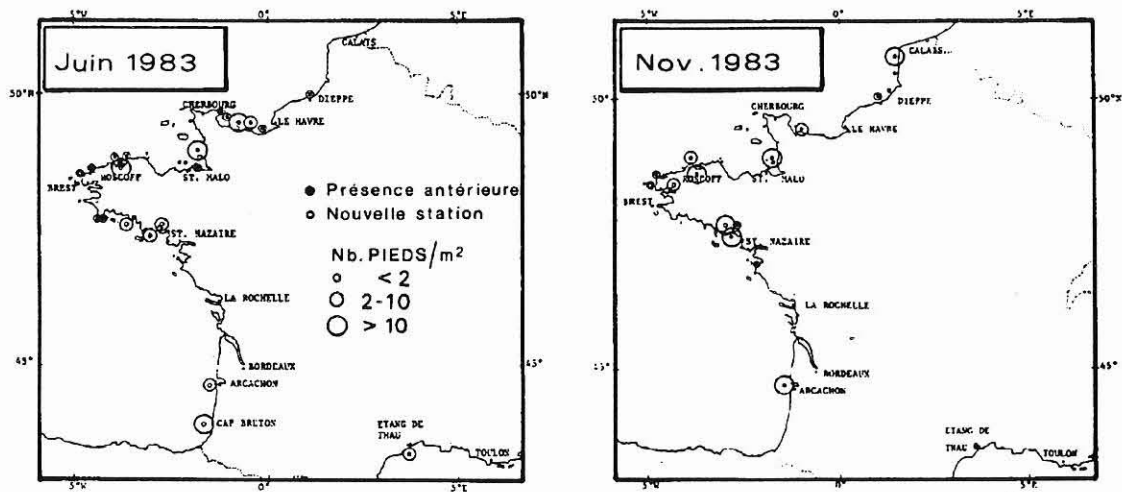
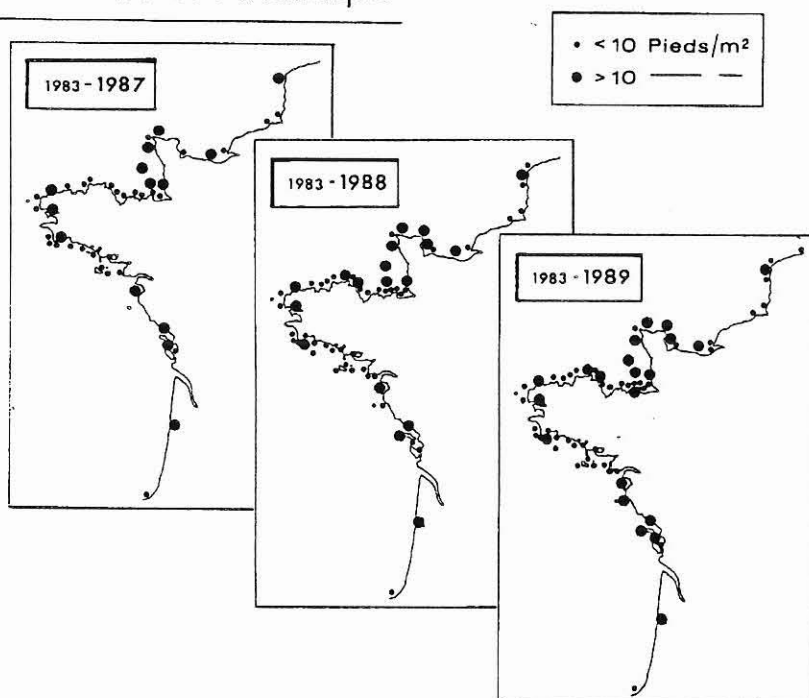


FIG. 8 : Expansion de *Sargassum muticum* sur les côtes françaises

Manche et Atlantique



Méditerranée

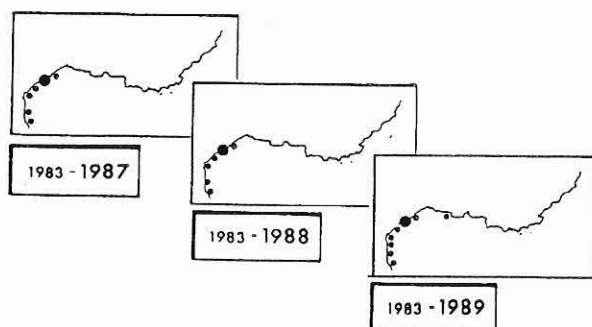


FIG. 9 : Expansion de *Sargassum muticum* sur les côtes françaises (de 1983 à 1989)

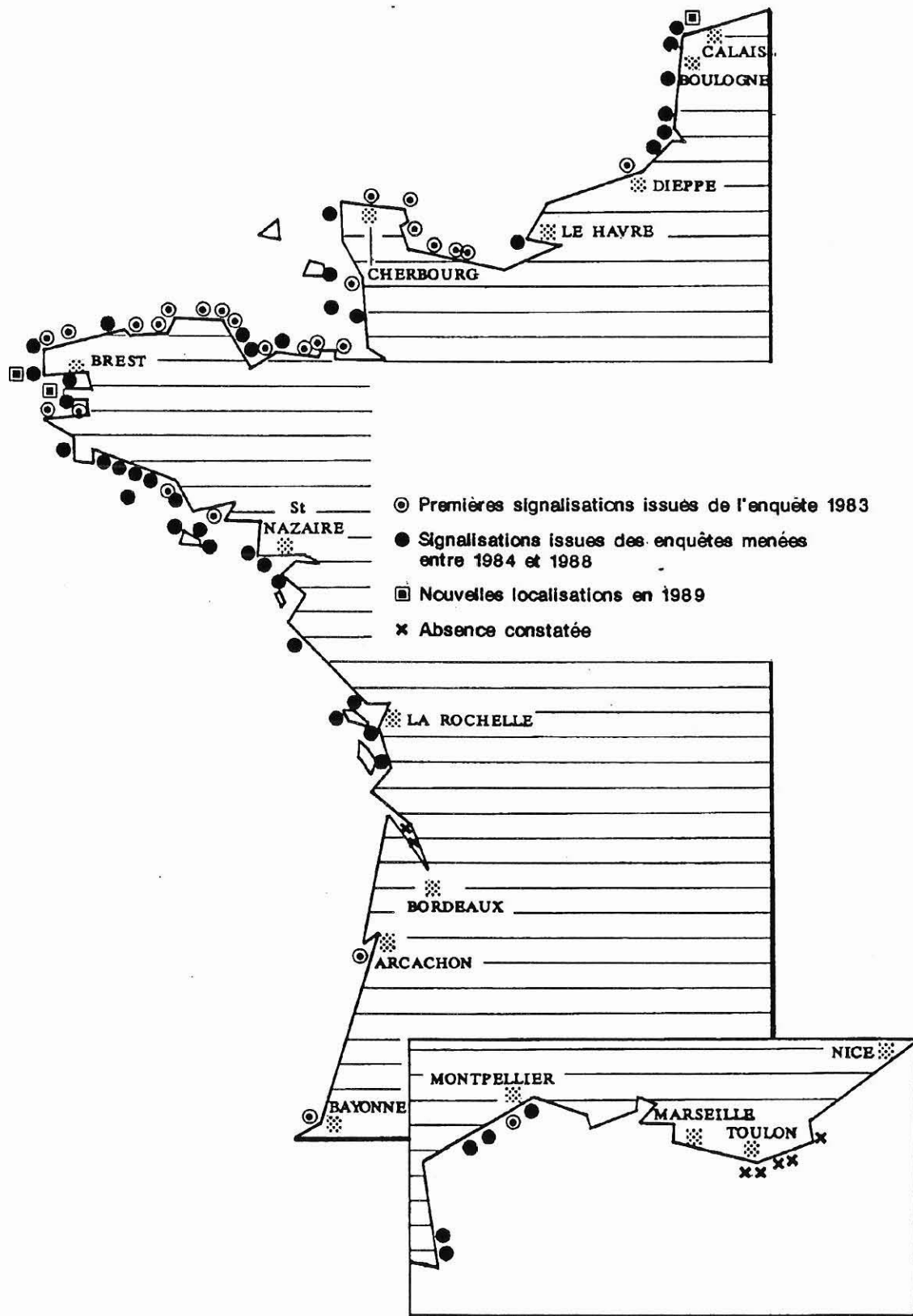


FIG. 10 : Expansion de *Sargassum muticum* sur les côtes françaises (1983-1989)

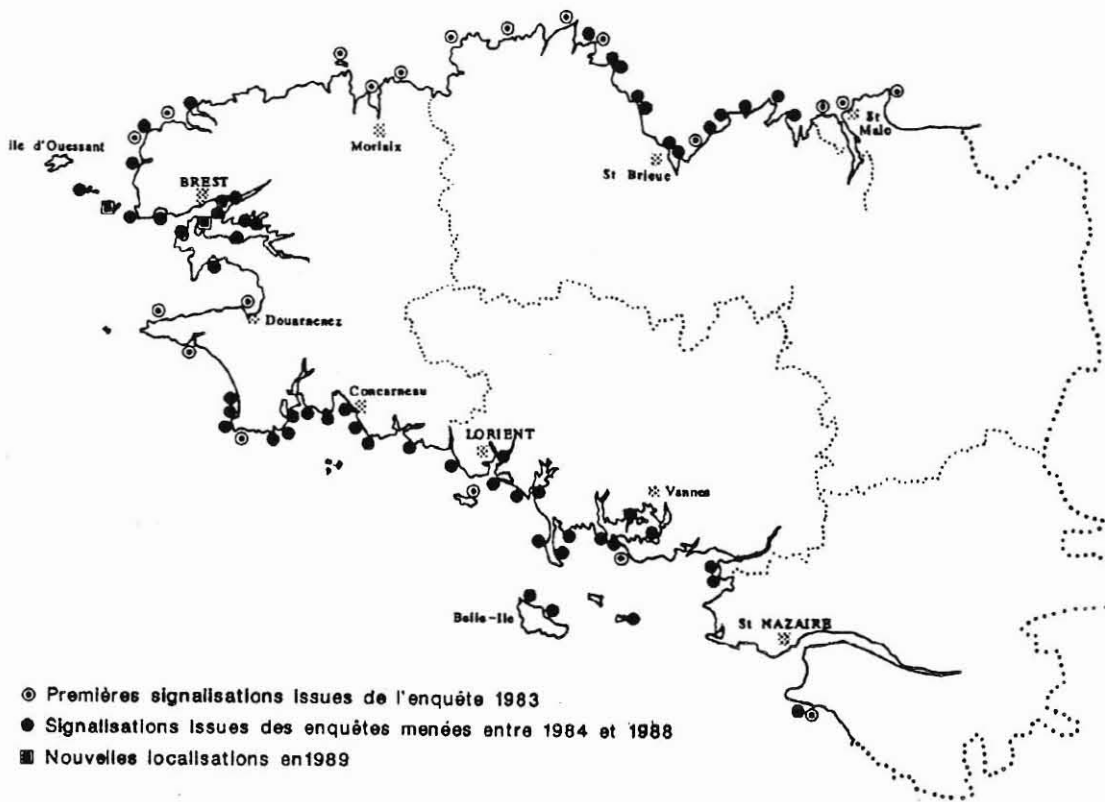


FIG. 11 : Expansion de *Sargassum muticum* en Bretagne (1982 à 1989)

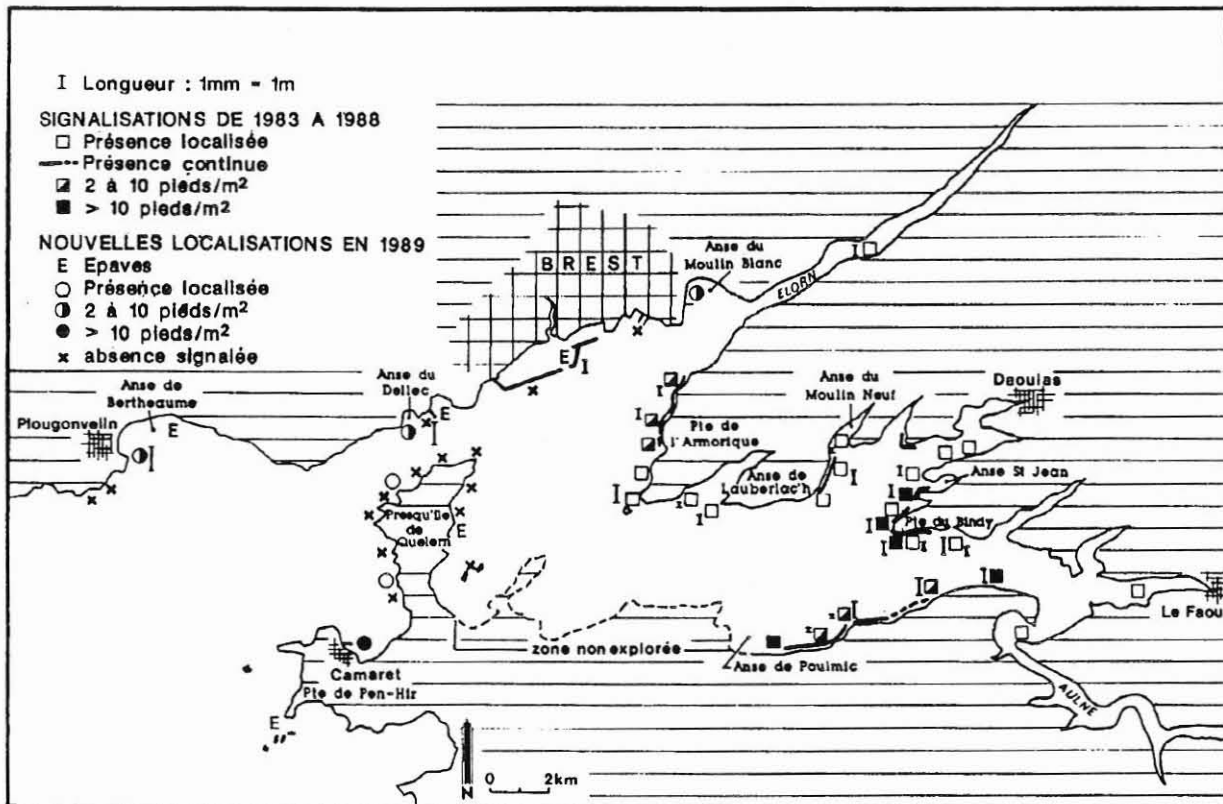


FIG. 12 : Expansion de *Sargassum muticum* du Faou à l'anse de Bertheaume (1983 à 1989)

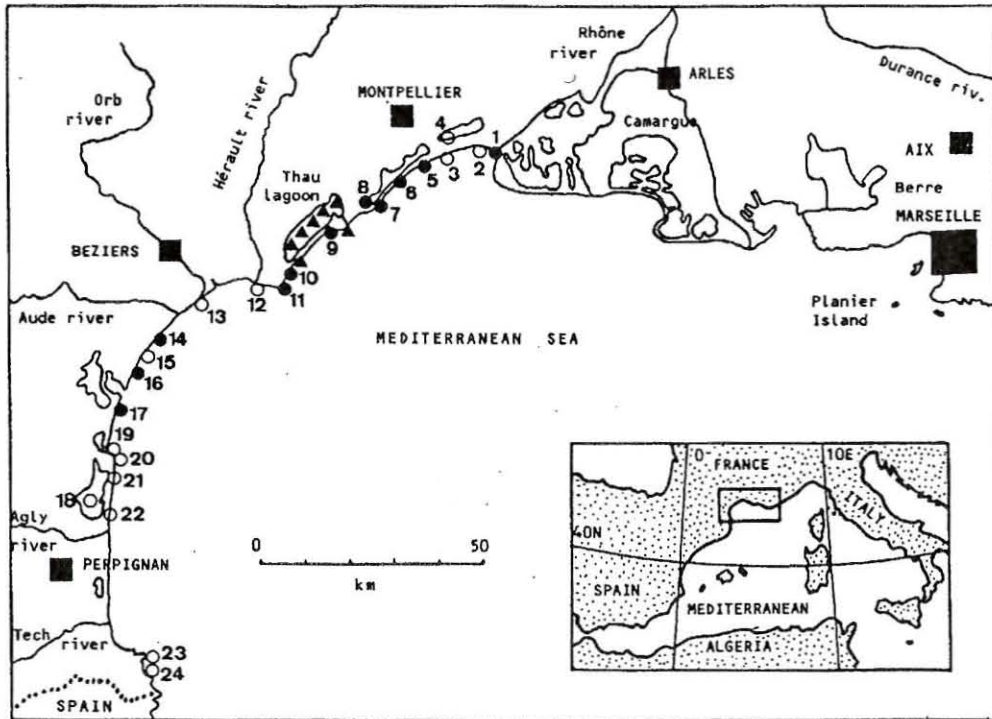


FIG. 13 : Expansion de *Sargassum muticum* le long des côtes méditerranéennes françaises (1981 et 1982).

- Villes principales
- △ Secteurs d'implantation connus avant 1984
- Nouveaux secteurs colonisés
- Secteurs prospectés non colonisés

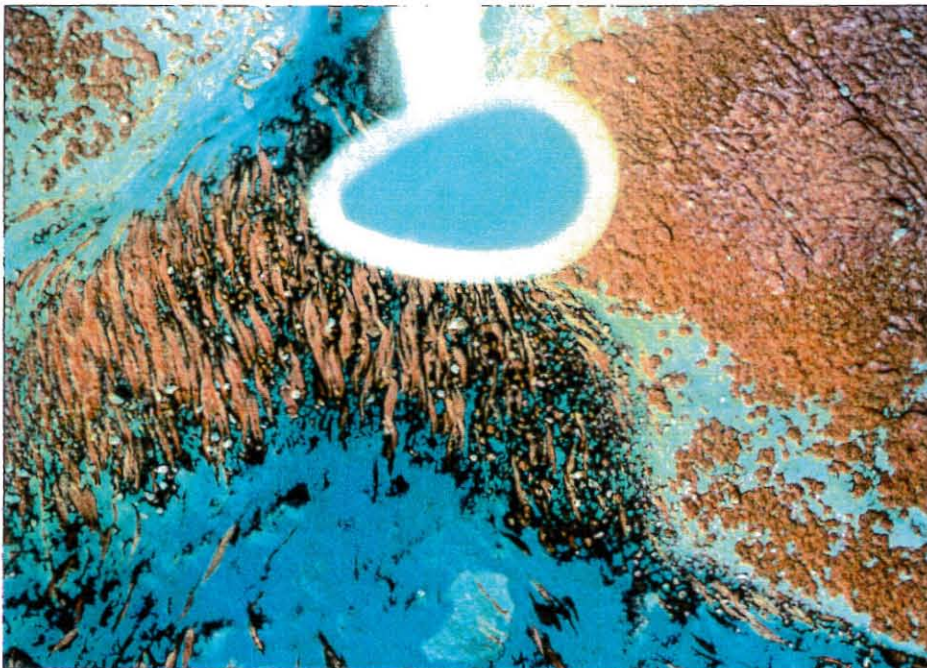


FIG. 14 : *Sargassum muticum*: réponse dans le proche infra-rouge

Dès 1984, parmi les nouvelles signalisations, apparaît celle concernant la rade de Brest (pointe du Bindy). A priori, celle-ci constitue un milieu propice à une rapide prolifération.

Les points où elle s'avère particulièrement gênante, sont :

- les installations ostréicoles du Cotentin Est et Ouest, (tableau 1) du Finistère Nord et Sud, de l'île de Ré, d'Arcachon et de l'étang de Thau.

	21/6/84	21/6/84	26/6/84	27/6/84	27/6/84	27/84	ETE 84	7/84
ADRESSE	DONVILLE	CHAUSEY	CAROLLES	GRANVILLE	KAIRON-PLAGE	GRANVILLE	BREHAL	FERMANVILLE
PROFESSION	BIOLOGISTE	T.P.A.	GERANT DE SOCIETE	MARIN	PROFESS.		PROF.EPS	TÉCH.BIOLOGIE
PRESENCE	X	X	X	X	X	X	X	X
L I E U D O B S E R V A T I O N	DERIVE	X		X		X	X	X
	PARCS	X					X	
	FIXEES	X	X	X	X	X	X	X
	HUITRES							
	MOULES							
	Coquilles				X	X		
	SOL	X	X			X	X	
	ROCHES	X	X		X	X	X	X
	CAILLOUX	X	X	X	X	X	X	X
	AUTRES	Pontons dans les ports	Sables vaseux avec cailloux épais		Flotteurs des pontons du port		Sables vaseux parsemés de quelques cailloux	
LOCALISATION	ST MALO CHAUSEY AGON Coutainville	CHAUSEY	ST MALO CHAUSEY GRANVILLE	GRANVILLE	CHAUSEY	CHAUSEY	CHAUSEY	FERMANVILLE QUERQUEVILLE OMONVILLE ANSE DU BRIC
D E P A R T I M E N T	Uniforme		X					
	Localisée		sac à l'aviron entée des Epiettes cote dilasse	Port du HEREL	Abords et intérieur des îles	X		Port et digue; le long des anses
TAILLE MAX	2 m 50	2 m	2 m 50	1,2 à 1,5 m	2,3 m	2 à 3 m	2 à 3 m	4 à 5 m
DENSITE	4 à 8 / m ²		4 à 5 / m ²			5 à 10 / m ²		FORTE
FERTILITE	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI			
1RE OBS	Octobre 82	1978	1983		Printemps 83	1978-79	1982	Juin 1984
ECHANTILLON								
NUISANCES	Prise dans les hélices	Gêne pour l'évolution des bateaux d'un faible tonnage et d'une puissance motrice réduite	Gêne dans l'hélice des bateaux à moteur			Lors du Mouillage en eau peu profonde (Tenue de l'ancre) hélices inefficaces dégageement difficile à sec ou en plongée	Danger pour Les hélices à pales mobiles	Hélices des Bateaux
REMARQUES	Dans les parcs seulement sur les pieux et sables	Très propices à la prolifération de la crevette rose (Bouquet)	Prolifération Accélérée					cote battu: rare, Flotantes Cote abrite: fixe, sur enrochement

TABLEAU 1 : Nuisance en Cotentin.

- les petits ports des Côtes d'Armor, du Finistère, du Morbihan et de la Vendée. L'accident survenu en 1984 au «Compagnon des Iles» (Morbihan) qui, privé de direction par un emmêlement de Sargasses dans ses hélices, aborde un quai, illustre bien l'une des gênes entraînées par la prolifération de l'espèce.

Les nuisances mentionnées concernent donc l'entretien et le rendement des exploitations ostréicoles, le relevé des filets et des casiers, la circulation des embarcations et la baignade.

Il ne fait actuellement aucun doute que l'expansion et l'installation de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt continuent et s'amplifient sur les côtes françaises.

Ainsi, malgré le faible pourcentage de réponses par retour de fiches d'enquête, des informations de première importance ont pu être collectées. Cependant, la nécessité de donner un aspect répétitif à l'enquête ne semble pas bien compris : une certaine désaffection se manifeste auprès des professionnels de la mer.

1.1.2. Télédétection

1.1.2.1. Analyse de couvertures aériennes : émulsion couleur et proche infra-rouge

Les végétaux chlorophylliens fonctionnels, et en particulier les algues, s'ils ne sont pas immergés signent, du fait d'une importante rediffusion dans le proche infra-rouge, les émulsions sensibles à cette partie du spectre, qui ne nous est pas perceptible. A ce titre, les comparaisons avec les résultats obtenus en utilisant une émulsion couleur, qui couvre le spectre visible, sont instructives. Elles permettent de préciser les délimitations des peuplements et certains aspects géomorphologiques.

Sargassum muticum est toujours implantée dans un minimum d'eau. Mais si la partie basale est constamment immergée, il n'en est pas de même de la fronde dont une bonne part, soutenue par des aérocystes (flotteurs) affleure à la surface de l'eau. Aussi, les résultats obtenus par l'utilisation combinée des deux émulsions pré-citées, et en particulier de celle sensible dans le P.I.R, ont-ils été spectaculaires (fig. 14). Plusieurs secteurs ont ainsi été couverts systématiquement.

1.1.2.2. Etude thématique de la simulation SPOT 1982 sur Roscoff et le Cotentin-Centre

Cette étude a été, au premier chef, destinée à tester la méthodologie de traitement d'images de provenance satellitaire. Elle visait, en particulier, à démontrer la finesse de perception des futurs satellites français SPOT (Système Probatoire d'Observation de la Terre). A l'issue d'une série de traitements, les peuplements végétaux intertidaux sont mis en évidence et apparaissent dans des couleurs différentes en fonction de leur densité et des espèces dominantes. La présence de *Sargassum muticum* est ainsi décelée et symbolisée. Aussi un suivi de la colonisation du littoral européen a-t-il pu être envisagé, grâce à l'imagerie des satellites SPOT (fig. 15,16, 17).



FIG. 15 : Vue aérienne du chenal séparant Roscoff de l'île de Batz.

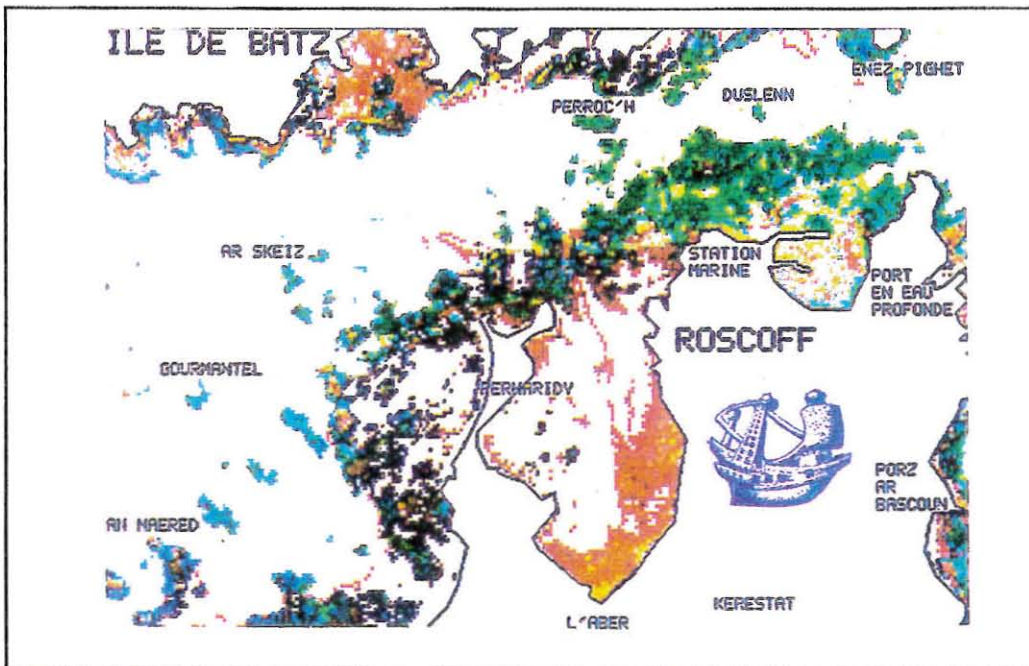


FIG. 16 : Etude thématique de la simulation SPOT sur le secteur Roscoff - Ile de Batz

R 1017 - LE LITTORAL VU PAR SATELLITE

Répartition des végétaux marins de la zone découverte par la marée, dans le secteur ROSCOFF - ILE DE BATZ, Finistère-Nord. La finesse de perception des futurs satellites français SPOT d'observation de la Terre est ici illustrée par les résultats du traitement informatique d'une simulation SPOT menée par le GDTA et le CNEXO, le 17 septembre 1982, entre 13h12 et 13h33. Ce jour là, le coefficient de marée était de 101 et la basse mer, à Roscoff, atteinte à 13h11.

Les couleurs obtenues représentent les divers peuplements végétaux, en fonction de leur densité et des espèces dominantes. La présence de *Sargassum muticum* est ainsi indiquée par le jaune pâle ; dans l'Aber, les teintes rose-orangé figurent principalement les Ulves et les Entéromorphes. Aux bas niveaux, entre Duslenn et Enez Pighet, par exemple, le rose peut marquer la limite supérieure d'un herbier constitué par la phanérogame *Zostera marina*.

La cartographie dynamique et thématique des végétaux marins, dans la zone de balancement des marées, devrait, grâce aux progrès de la télédétection spatiale à haute résolution, prendre un essor important et atteindre une précision inégalée.

(Commentaire T. Belsher)

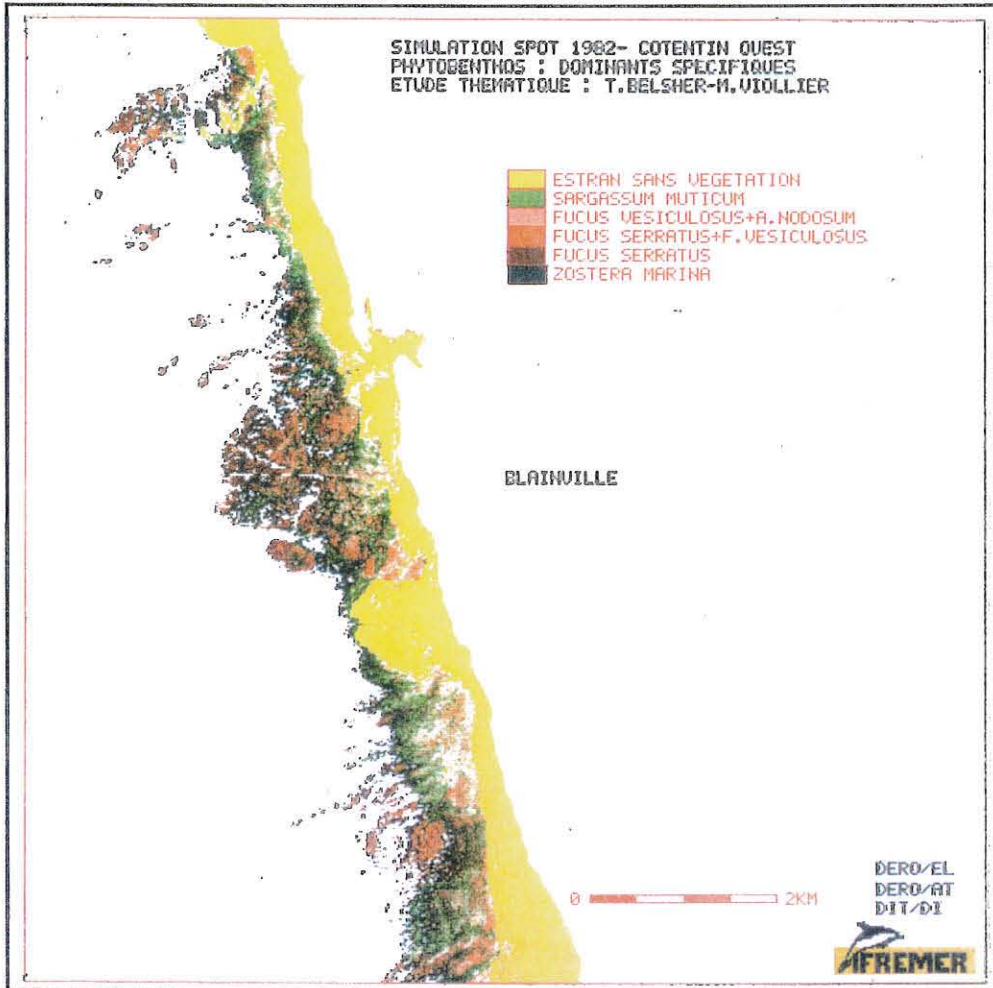


FIG. 17 : Etude thématique de la simulation SPOT sur le Cotentin ouest








FIG. 18 : Vue aérienne d'une implantation de *Sargassum muticum* (Golfe du Morbihan)



ILE DE RE
Secteur du Fier d'Ars
Expansion de *Sargassum muticum*

Scène SPOT du 18/08/89 à 11 h. 17 mn. 03 s. T.U.
Coefficient de marée : 100

LEGENDE :

-  *Sargassum muticum* (à l'exclusion du Fier d'Ars) : 72 ha
-  *Sargassum muticum* (uniquement au Fier d'Ars) : 43 ha
-  Autres algues
-  Trait de côte
-  Ecluses à poissons

Conception et réalisation : T. BELSHER (DERO/EL) et A. JUPIN (DIT/EQE)
- Novembre 1989 -



FIG. 19 : Etude thématique de l'image SPOT sur l'île de Ré

1.1.2.3. Traitement de données du satellite Spot

Le développement explosif de *Sargassum muticum* le long du littoral de l'île de Ré à partir de 1987 et la gêne constante présentée pour la navigation dans le Golfe du Morbihan ont amené à la programmation de scènes Spot sur ces secteurs. Par ailleurs, le Golfe du Morbihan, avec ses nombreuses îles constituant autant de points de repères, se présente comme un lieu d'étalonnage idéal.

Aussi, des opérations de vérité de terrain, tant à terre que par voie aérienne (fig. 18), destinées à valider l'imagerie spatiale, ont eu lieu dès 1987. Les données Spot, du fait de conditions météorologiques défavorables et de conflits d'orbite, n'ont pu être obtenues qu'en 1989. Les traitements d'image effectués suivant une méthodologie mise au point, notamment au cours du Programme d'évaluation préliminaire du satellite Spot (**Peps Vegma**), permettent la localisation des populations de *Sargassum muticum* et le chiffrage des superficies occupées au moment de la prise de vue (fig. 19).

1.1.3. Cartographie de référence

Sur plusieurs secteurs, les méthodes développées dans le domaine de la télédétection d'une part, et la collation d'observations d'autre part, ont permis de dresser des cartes suffisamment précises pour permettre le suivi de l'expansion de l'espèce.

1.1.3.1. Côtes de Basse-Normandie

Des reconnaissances ont été effectuées dans les secteurs de Grandcamp, St-Vaast, Gatteville, Blainville, Coutainville, Bréhal, Granville, St-Pair, Carteret, Port-en-Bessin et Arromanches. Les zones où l'espèce, par son développement excessif, est remarquable, ont pu être ciblées (Givernaud, 1984). Ainsi les sites de St-Vaast, Grandcamp, Bricqueville, ont fait l'objet d'un suivi de la croissance et de la biomasse (fig. 20).

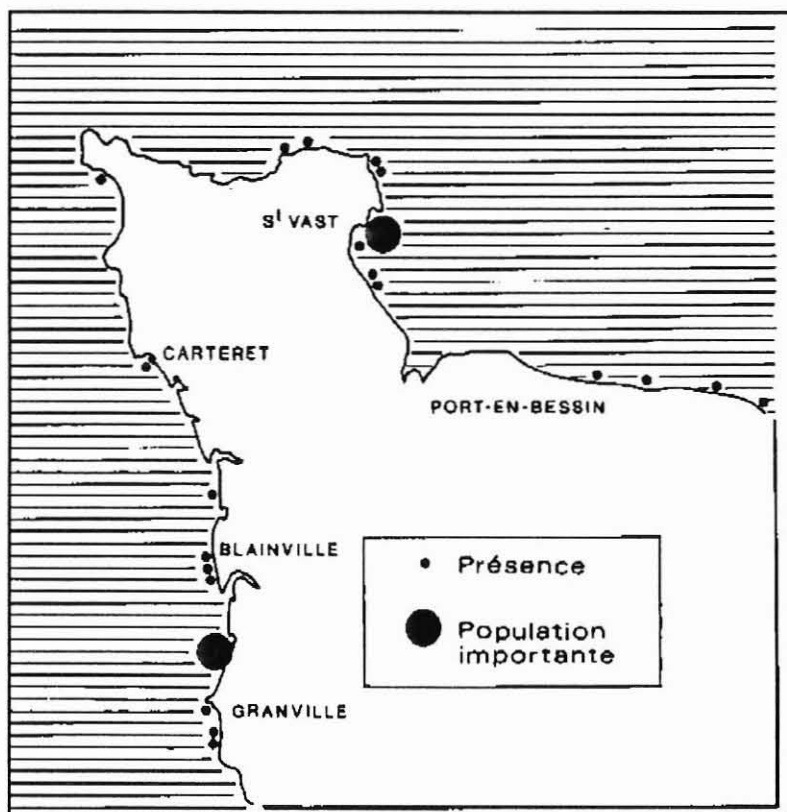


FIG.20 : Cartographie de *Sargassum muticum* (Côtes de Basse Normandie, 1984).

1.1.3.2. Secteur de Roscoff - Ile de Batz

L'analyse d'une sélection de photographies issues de couvertures aériennes effectuées par l'IGN en 1978 et en 1982 a permis de mettre en évidence les fluctuations des principaux peuplements végétaux entre ces deux dates. La carte au 1/25000e de l'implantation de *Sargassum muticum*, accompagnée de données quantitatives, a été établie pour l'été 1985. (Nagain, 1985) L'espèce apparaît, dans ce secteur, principalement implantée en zone intertidale. Le chenal en est dépourvu, en raison vraisemblablement des forts courants qui y règnent (fig. 21).

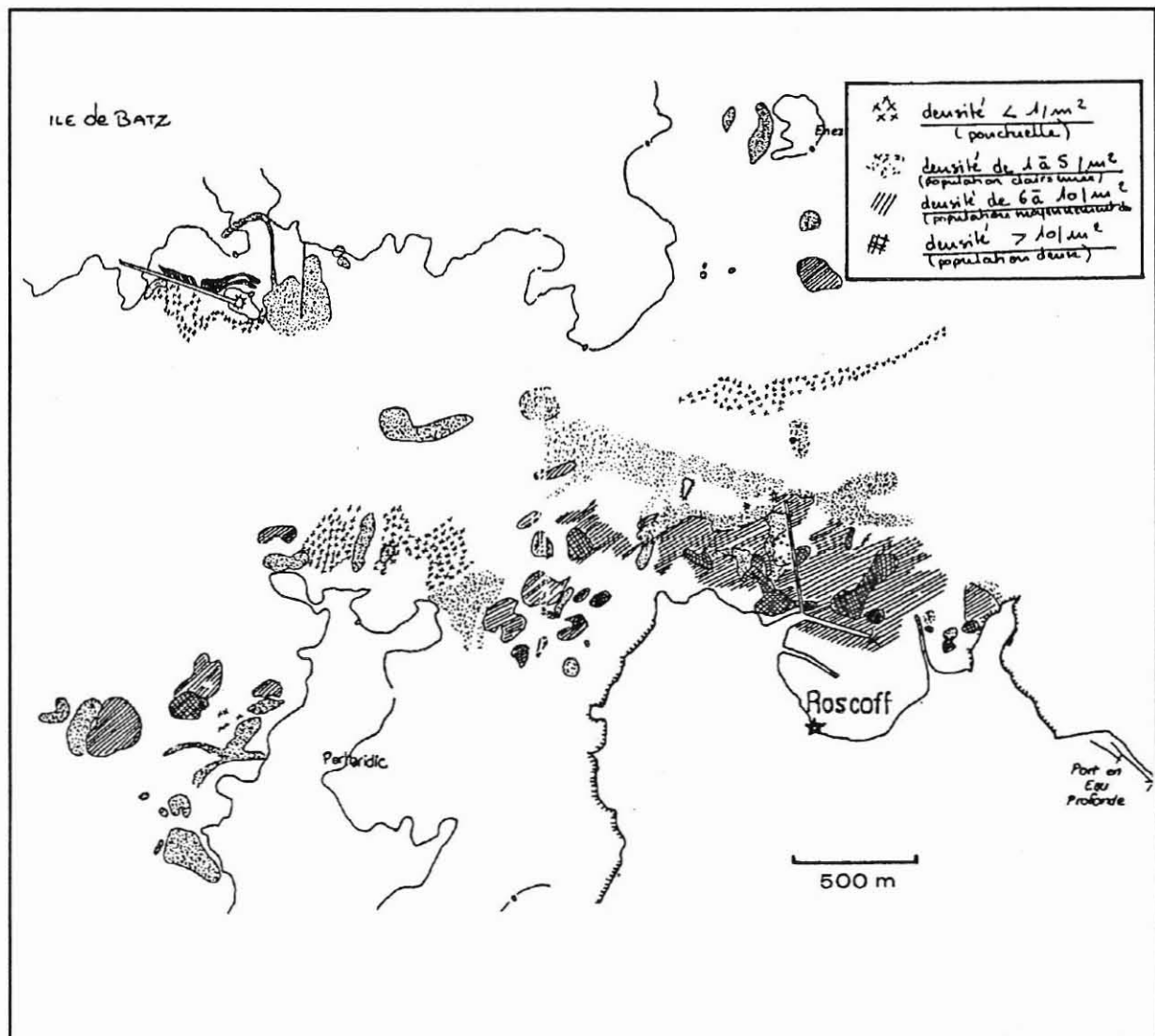


FIG. 21 : Cartographie de *Sargassum muticum* (Secteur de Roscoff - Ile de Batz, 1985).

1.1.3.3. Baie de Morlaix

Des prospections tant en zone intertidale que par plongée en zone sublittorale, ont permis de préciser que l'implantation de *Sargassum muticum* s'étendait jusqu'à la profondeur de - 10 m. Des cartes figurant cette implantation en juillet/août 1984, ainsi que le report des données obtenues en mai 1982 et mars 1984 ont été dressées (fig.22).

1.1.3.4. Golfe du Morbihan

Les principales localisations ont été établies pour l'ensemble du golfe. (Leroux,1984, Belsher, 1989)

1.1.3.5. Seine-Maritime

Les implantations pour le port du havre d'Antifer (port pétrolier) ont également été notées.

1.1.3.6. Etang de Thau

La couverture aérienne, en cours d'exploitation, (Lauret, Ustl) devrait permettre de préciser l'implantation de *Sargassum muticum* pour tout l'étang.

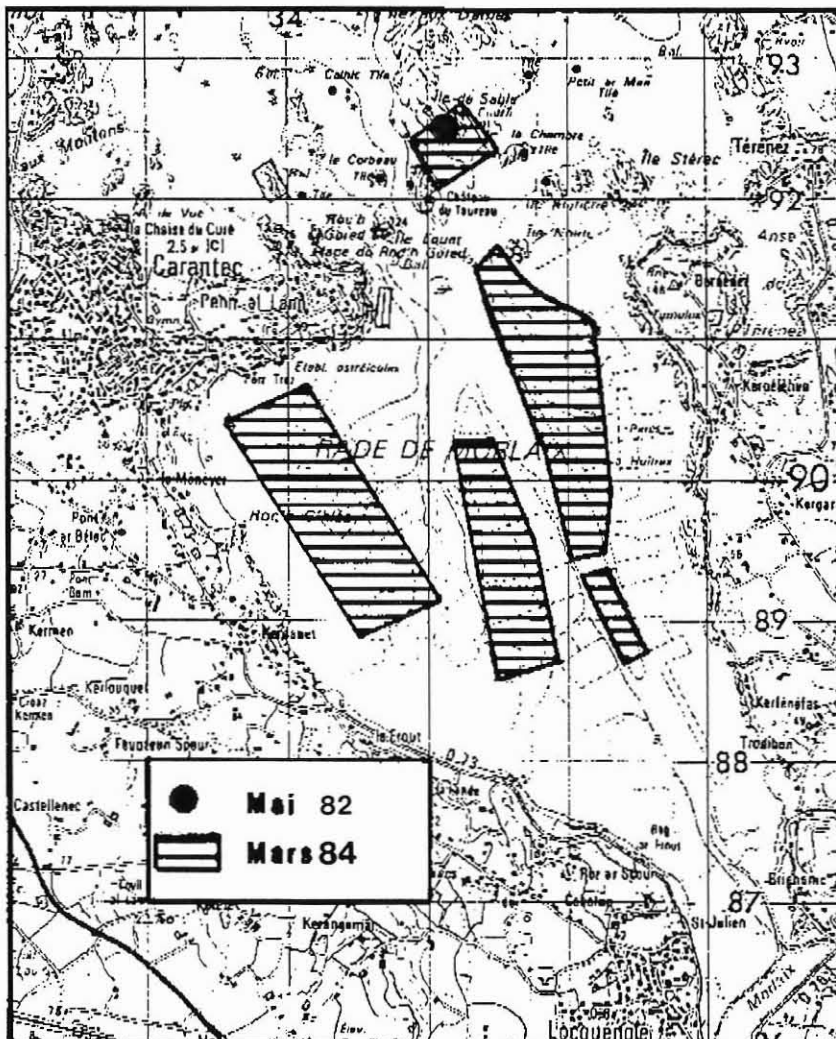


FIG.22 : Cartographie de *Sargassum muticum* (Baie de Morlaix, de 1982 à 1984).

2. BASES SCIENTIFIQUES DE LA LUTTE BIOLOGIQUE

2.1. TECHNIQUES D'ECHANTILLONNAGE

Les techniques développées ont pris en compte les cas suivants :

- mer à marée,
- mer sans marée (nécessite obligatoirement la plongée),
- fixation sur installations ostréicoles telles tables, bouchots, paillasses, filets («marseillaises»),
- fixation sur substrats remis en jeu (y compris huîtres élevées à plat),
- implantation dans les peuplements indigènes. (fig.23 a et b)

Echantillonnage en mer à marée :

secteurs de prélèvements :

- Basse-Normandie,
- Morlaix,
- Roscoff,

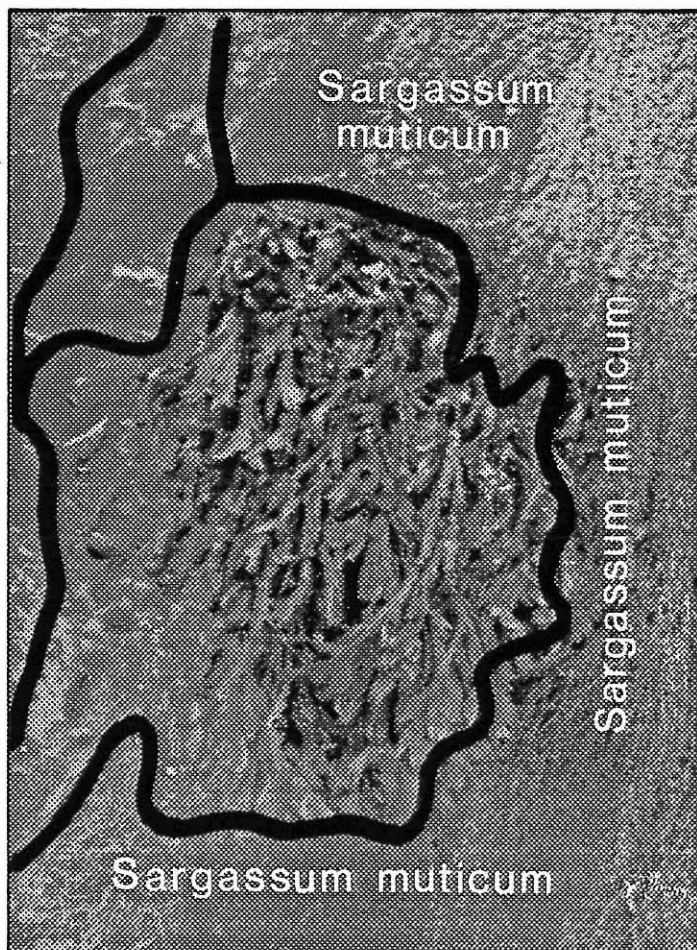


FIG . 23 a : Implantation de *Sargassum muticum* dans les peuplements indigènes (Chenal Ile de Batz - Roscoff)

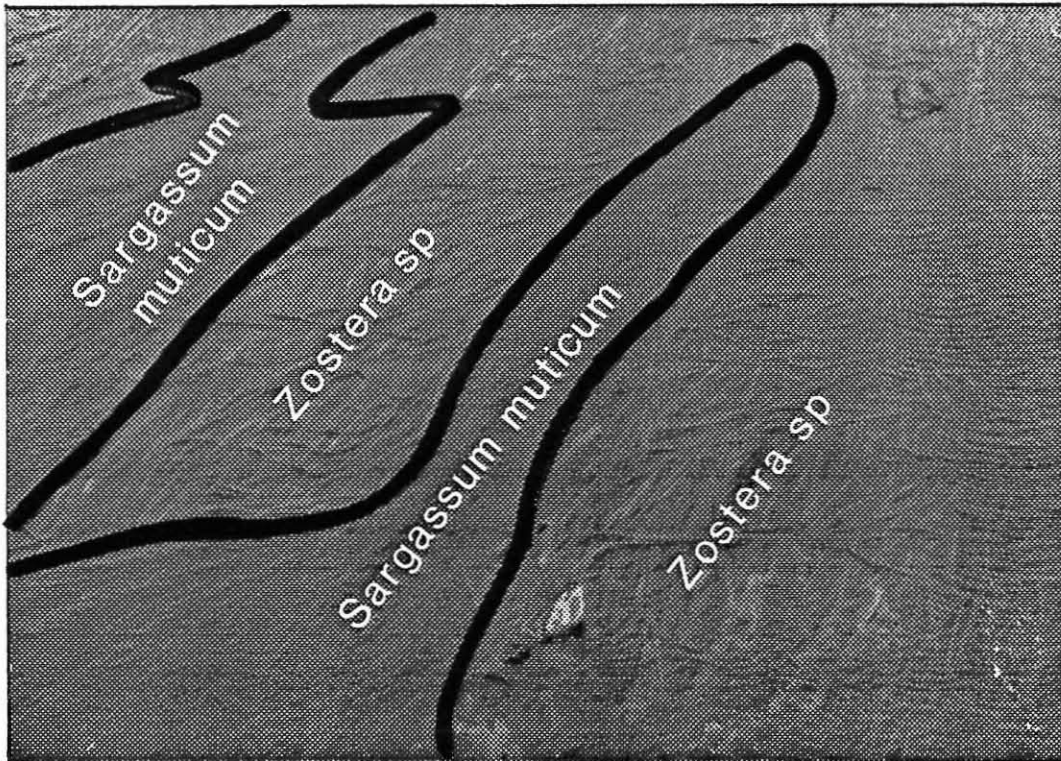


FIG . 23 b : Implantation de *Sargassum muticum* dans les peuplements indigènes (Chenal Ile de Batz - Roscoff)

Echantillonnage en lagune et mer sans marée :

- étang de Thau.

2.1.1. Stratégie d'échantillonnage

Les stratégies d'échantillonnage adoptées pour les peuplements à *Sargassum muticum* sont soit celles dites «au hasard», soit celles correspondantes à un échantillonnage stratifié. Les transects nécessaires sont effectués de la côte vers le large. Selon qu'il s'agisse de prélèvements ou simplement des mesures biométriques, cet échantillonnage s'avère destructif ou non. Un indice de précision quant au nombre de prélèvements nécessaires à l'estimation de la biomasse a été établi précédemment (Elliot, 1977) et utilisé. Le principe est de rechercher à l'aide d'une courbe cumulative traduisant le nombre de prélèvements, celui strictement nécessaire, l'indice de précision permettant alors de tester la validité de la méthode.

Soit l'indice de précision :

$$D = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

moyenne
écart type
nbre échantillons

Exemple : erreur acceptable 20 % (Elliott, 1978)

$$n = \frac{S^2}{D^2 \bar{x}^2} = \frac{S^2}{0.2^2} \times \frac{1}{\bar{x}^2} = 25 \frac{S^2}{\bar{x}^2}$$

$$\text{car } n = \frac{S^2}{0,2^2 \bar{x}^2}$$

$$n = \frac{S^2}{(0,2)^2 \cdot 4 \cdot 10^{-2}} \quad \text{d'où} \quad \frac{0,25 \cdot 10^2 \cdot s^2}{\bar{x}^2}$$

↙ 0.04 ↘

$$\text{d'où : } n = \frac{25 S^2}{\bar{x}^2}$$

Autre exemple

pour $D = 0.15$, $n = 1.65$
 pour $D = 0.10$, $n = 3.79$

Ainsi, 4 à 5 prélèvements apparaissent théoriquement suffisants pour caractériser une strate homogène.

Fréquence d'échantillonnage

Elle est adoptée, selon les secteurs, aux périodes de biomasses maximales et minimales, afin de pouvoir mieux apprécier les variations de l'emprise de *S. muticum* sur l'écosystème. Selon cette période, D varie.

2.1.2. Méthodes d'évaluation de la biomasse

2.1.2.1. Côtes de Basse-Normandie

Sur ces côtes, Givernaud (1984a) définit une méthode, afin d'associer à chaque surface colonisée une valeur de biomasse par unité de surface. *Sargassum muticum* ne colonise pratiquement sur l'estran que les zones recouvertes d'eau à marée basse. Ces mares dont le fond est le plus souvent constitué de sédiments fins, ne sont, dans la plupart des cas, colonisées que ponctuellement au niveau des éléments les plus grossiers sur lesquels l'algue peut se fixer. Pour ces raisons, les techniques de prélèvement généralement employées, basées sur l'estimation de l'aire minimale (surface minimale statistiquement représentative de la population étudiée) ne sont pas utilisables (l'aire minimale dépassant les 10 m²).

Il était donc nécessaire de mettre au point une technique permettant, à partir de prélèvements de surface unitaire faible, d'obtenir finalement une valeur de biomasse par unité de surface d'estran. En conséquence, des prélèvements sur des petites surfaces (1 m²) sont effectués à l'intérieur de zones réellement couvertes par l'algue :

- les valeurs trouvées sont ensuite pondérées par deux coefficients:

. le premier exprime le rapport de la surface couverte par les algues à la surface de la zone d'implantation,

. le deuxième, le rapport de la surface de zones couvertes d'eau à marée basse à la surface de l'estran.

Une valeur de biomasse par unité de surface est obtenue après estimation de la biomasse par unité de surface couverte par l'algue.

2.1.2.2. Secteur de Roscoff et de la baie de Morlaix

L'estimation de la biomasse s'est faite par la récolte de Sargasses sur des surfaces déterminées. Le but de la manipulation était d'aboutir à une méthode d'évaluation rapide et précise des biomasses existantes sur de grandes étendues par extrapolation des données obtenues sur des superficies restreintes aux couvertures photographiques aériennes.

A Roscoff, ainsi qu'en Baie de Morlaix, les relevés ont eu lieu dans les secteurs où les populations étaient les plus représentatives.

Le protocole adopté a été le suivant :

1 - Prélèvement suivant la densité des populations sur des superficies adaptées :

- . population dense : 1 m²
- . population clairsemée : 4 m² ou plus

2 - Pesée sur place du poids humide égoutté pour chaque quadrat prélevé

3 - Sur paillasse, séparation, mesure et répartition en classes des rameaux suivant la taille.

4 - Pesée des différentes classes (Poids frais puis poids sec après passage à l'étuve pendant 24 h à 100 °C).

5 - Etablissement des courbes de corrélation poids frais/poids sec en fonction des classes de taille.

2.1.2.3. Etang de Thau

Les relevés sont effectués soit en plongée, par prélèvement intégral de la roche et du peuplement qu'elle porte, au moyen d'un marteau et d'un burin, soit sur les cordes de culture des coquillages. Dans le premier cas, les surfaces vont de 0,4 à 1 m². La biomasse est obtenue après 24 h de séchage à l'étuve à 70 °C.

2.1.3. Méthode de suivi de la croissance

Comment suivre une population et la caractériser ?

Dans le cas de *Sargassum muticum* le problème s'est avéré particulièrement délicat. En effet, les individus pouvant se fixer sur n'importe quel support sont susceptibles, du jour au lendemain, de disparaître du lieu d'expérimentation. Par ailleurs, en période de pleine croissance, la partie supérieure du rameau principal devient extrêmement fragile. La mise au point d'un protocole de mesures, permettant d'occulter les particularités décrites, accompagné d'une terminologie morphologique, a été nécessaire (Gerbal, 1985; fig. 24).

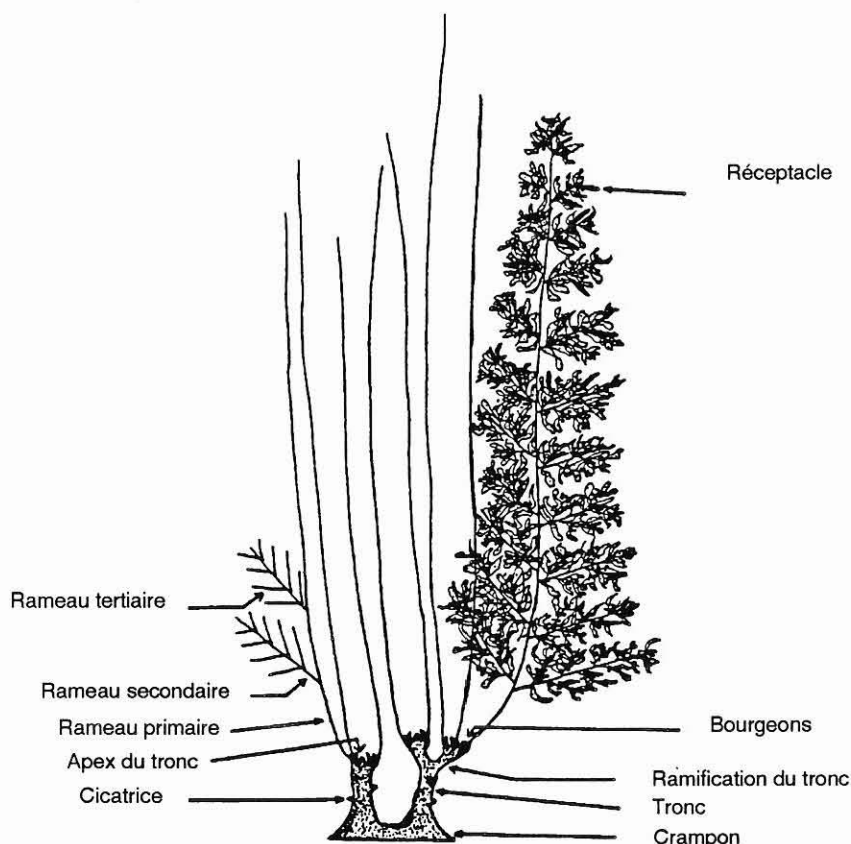


FIG . 24 : Terminologie morphologique utilisée pour l'étude *Sargassum muticum*.

Les paramètres biométriques concernant *S. muticum*, et dont la liste figure ci-dessous, sont mesurés au laboratoire.

- ∅ D Diamètre du crampon.
- ∅ T Diamètre du tronc, à mi-distance entre le crampon et les premiers rameaux primaires, mesuré à l'aide d'un pied à coulisse.
- LT Longueur du tronc, mesurée entre le crampon et l'apex du tronc ; s'il y a plusieurs troncs, la mesure porte sur le tronc le plus long.
- nT Nombre de troncs sur le crampon.
- nE Nombre de ramifications du tronc lui-même (à l'exclusion des rameaux).
- nC Nombre de cicatrices sur le tronc (le tronc le plus long lorsque plusieurs troncs sont présents).
- nB Nombre de bourgeons au sommet du tronc (le tronc le plus long lorsque plusieurs troncs sont présents).
- nRj Nombre de rameaux primaires.
- nRv Nombre de rameaux sénescents.
- LRj Longueur de chaque rameau primaire.
- LRv Longueur de chaque rameau sénescents.
- LRm Pour un individu, longueur du plus long rameau primaire.
- H Taille d'un individu (LT + LRm).
- pP Poids sec de la partie pérennante, correspondant à l'ensemble crampon, tronc, bourgeons.
- pRj Poids sec de chaque rameau primaire, avec les rameaux d'ordre supérieur qu'il porte.
- pRv Poids sec de chaque rameau sénescents, avec les rameaux d'ordre supérieur qu'il porte.
- ptj Poids sec total (pP + pRj de l'ensemble des rameaux primaires d'un individu).
- ptv Poids sec total (pP + pRj + pRv de l'ensemble des rameaux primaires et sénescents d'un individu).
- pth Poids humide total d'un individu.
- F Organes reproducteurs : présence ou absence de réceptacles.
- N Nombre d'individus par relevé.

Le poids humide est obtenu par égouttage, puis séchage rapide du thalle entre deux feuilles de papier ménager absorbant. Le poids sec est obtenu par dessiccation à l'étuve pendant 24 h à 70 °C ; nous vérifions que cette durée est suffisante pour obtenir un poids constant. Les pesées sont effectuées sur une balance Sauter.

Par convention, nous nommons «densité» (d), pour un individu, le rapport du poids sec (PS, en g) sur la taille (H, en cm) : $d = PS/H$. Ce paramètre est désigné sous le nom de «compacité» in Lauret et al. (1985).

2.1.3.1. Bagueage

Cette technique non destructive nécessite la pose de bagues de couleur vive, à la base de l'axe principal et suivant un plan de situation bien établi, afin de permettre le repérage et la suite des mesures.

2.1.3.2. Etude de la régénération et du recrutement

Etude du recrutement (étang de Thau) : afin de dénombrer les thalles juvéniles (taille inférieure à 3 cm) et les germinations, des sous-échantillon de 400 cm² ont été effectués par grattage intégral, au moyen d'un marteau et d'un burin, du substrat rocheux à l'intérieur des relevés biométriques.

Des quadrats de 1 m² environ ont aussi été dénudés aux mois de septembre et novembre 1984, et un grattage intégral de 400 cm² a été effectué à l'intérieur de chacun de ces quadrats, respectivement en novembre 1984 et en février 1985.

Etude de la régénération (Manche-Atlantique) : les individus occupant des surfaces allant de 0,4 à 1 m² ont été partiellement ou totalement coupés.

2.1.4. APPLICATIONS SECTORIELLES ET RESULTATS

2.1.4.1. Côtes de Basse-Normandie

Cartographie : l'algue est maintenant présente tout au long du littoral bas-normand avec des densités très variables, mais elle ne forme de peuplements importants que dans les zones abritées. On dénombre quatre populations principales à Grandcamp, St-Vaast, Bricqueville et Chausey et, peut-être, une supplémentaire dans l'infralittoral entre St-Marcouf et les côtes du Cotentin. Ailleurs, la Sargasse n'apparaît que sous forme de petites colonies ou de pieds épars dans les cuvettes intertidales et les petites baies abritées, et même dans des zones très battues, comme, par exemple, le Nord-Cotentin. En fonction de ces observations, il semble que l'algue soit maintenant arrivée à son expansion maximale sur ces côtes. (Givernaud, 1988)

Biomasse : l'évaluation s'est limitée aux trois populations les plus importantes (Grandcamp, St-Vaast, Bricqueville) qui représentent environ 15000 tonnes de poids frais au moment du plein développement de l'algue. Ces champs d'algues sont situés sur des zones qui découvrent à marée basse et sont donc faciles d'accès, ce qui permettrait une éventuelle récolte d'un coût peu élevé. L'étude de l'évolution de la biomasse a permis pour chaque zone de déterminer la période la plus favorable.

- Val de Saire (St-Vaast) : mai,
- Tatihou, La Hougue (St-Vaast), Bricqueville : juillet,
- Grandcamp : août.

Lutte : la cartographie a permis de constater que la colonisation de l'algue est loin d'être aussi dramatique dans ces secteurs que l'on pouvait le craindre dans les premiers temps de son apparition. Les inconvénients, voire les nuisances, dus à l'algue sont limitées à quelques zones : port de Grandcamp, port de Granville, îles Chausey, zone mytilicole de Bricqueville, parcs de St-Vaast. Dans certains cas, il est déjà procédé à une élimination de l'algue dès lors qu'elle devient gênante (zones portuaires). Dans les zones conchylicoles, un moyen de lutte contre l'envahissement par l'algue pourrait être de prendre toutes mesures permettant de réaliser des installations assurant un assèchement aussi complet que possible pendant les périodes de basse mer, assèchement nuisible à l'algue mais supportable par les élevages. (Givernaud, 1988) Un suivi après arrachage des thalles a permis de vérifier que l'efficacité des techniques mécaniques est en général très limitée dans le temps, du fait des capacités de régénération importante de la partie pérennante qui reste en place sur le substrat.

Selon les observations effectuées à la suite d'une éradication totale, c'est-à-dire concernant aussi le disque basal, l'une des périodes pour la mise en oeuvre de cette opération, malheureusement très difficile à réaliser en pratique et à grande échelle, serait-celle qui s'étend de novembre à décembre. Les raisons en sont les suivantes :

- les algues ne deviennent gênantes qu'à partir du 2ème printemps consécutif à l'opération,
- les algues n'étant pas fertiles en périodes automnales, leur fragmentation ne risquerait pas de contribuer à la dissémination de l'espèce,
- les algues sont à cette époque de faible dimension.

Il importe de souligner la nécessité de surveiller les herbiers de Zostères dans lesquels l'algue a tendance à se développer lorsqu'ils deviennent fragiles. Leur remplacement par l'algue ne paraît présenter a priori aucun avantage. Il est par contre susceptible d'entraîner des modifications préjudiciables à l'équilibre d'un écosystème naturel. (Givernaud, 1988)

2.1.4.2. Secteur de Roscoff

Croissance : La vitesse de croissance atteint 6 cm en moyenne par jour, toutes tailles confondues, pendant une semaine au cours du mois de mai. Le maximum de croissance se situe à cette période. Par la suite, elle ne s'arrête pas mais semble équilibrée, voir dominée par la cassure des rameaux. La biomasse maximale est atteinte en juin. La vitesse de croissance apparaît proportionnelle à la taille ; elle est donc particulièrement importante pour les grandes tailles (jusqu'à 10 cm/jour, avec une production de matière organique très active étant donné le poids plus important par unité de longueur).

Coefficient de la marée, température, ensoleillement : ces trois éléments ont une action semblable, modulée par les conditions particulières (écoulement permanent, haut ou bas niveau, taille, abri,...) :

- action favorable sur la croissance et la taille, quand les variations sont modérées (en vive eau pour les coefficients),
- action défavorable, masquée par des ruptures et des pertes d'individus, quand les variations sont trop importantes, avec éventuellement couplage (ensoleillement, marée par exemple),
- lors d'une trop forte croissance, ou d'un excès de chaleur (la durée d'exondation joue alors un grand rôle), les axes de Sargasses deviennent très fragiles, et la fixation du disque se ramollit,
- le rapport : diamètre de l'axe principal/taille est très faible, et la fermeté des tissus est beaucoup moins grande que celle des Fucus par exemple, ou des Himanthalia en particulier.

Sensibilité à la dessiccation : une trentaine d'algues ont été baguées afin de mettre en évidence la tolérance de *Sargassum muticum* vis à vis du dessèchement. En effet, cette algue exige toujours, pour son développement, un minimum d'eau pour survivre (flaques, retenues, écoulements,...) :

- une émergence totale de 3 h à plat est létale à 100 % (au soleil),
- sur un support partiellement humide (sable humide, tapis d'algues,...), mort en 1 à 3 marées selon l'ensoleillement.

La dessiccation se manifeste par un changement de coloration, l'algue devenant presque noire. A la loupe binoculaire on observe la perte de tous les poils phéophycéens ; les téguments et principalement les vésicules prennent un aspect « frippé » entraînant une perte de flottabilité. Les rameaux asséchés se brisent d'eux-mêmes en quelques marées.

Sensibilité au CuSO : le CuSO₄ est utilisé en ostréiculture pour la lutte contre les algues vertes. Aussi, des essais ont été réalisés en diminuant progressivement la concentration conseillée pour ces espèces, soit 7‰

Les conditions létales sont atteintes pour une concentration de 1‰ après un délai de 30 mn. Un important relargage de colorants bruns signe la mort des individus; un temps chaud favorise l'action de la solution en augmentant la sensibilité de la population.

2.1.4.3. Baie de Morlaix

Habitat, répartition : introduite avec *Crassostrea gigas* et signalée dès 1981, (Cabioc'h, J.) *Sargassum muticum* s'étend sur la plus grande part de la baie de Morlaix, jusqu'à une profondeur d'environ 15 m.

Croissance : la vitesse de croissance pendant les mois de juillet et d'août se ralentit, par rapport à la période printanière, et n'atteint alors plus qu'1 cm/jour.

Densité, biomasse : la densité peut atteindre 60 à 80 individus au m². La biomasse maximale mesurée est de 25 kg/PF/m². Le rapport PF/PS établi est de 13.1 %.

Reproduction : la maturité sexuelle varie suivant la profondeur et elle est atteinte plus rapidement aux profondeurs faibles.

Compétition : elle s'instaure principalement entre l'espèce et les peuplements à *Zostera marina* et à Laminaires.

La durée de l'étude n'a pas permis de montrer l'impact de *Sargassum muticum* sur ces peuplements dans lesquels l'algue s'est installée. Les populations denses de l'espèce favorisent, du fait de l'abri formé, la pullulation de la faune (crevettes, calliotomes, gibbule...). La principale nuisance mise en évidence concerne l'exploitation ostréicole : 60 % des huîtres sont touchées car recouvertes ou balayées par l'algue. Une compétition s'instaure pour les sels nutritifs, avec le phytoplancton dont se nourrissent les huîtres. L'accès aux installations est gênée, d'où nécessité de hersage pour dégager les parcs. Les ostréiculteurs estiment que ces diverses gênes ont entraîné une diminution de 30 % de leur chiffre d'affaire.

Les autres nuisances concernent la pêche : la pose de filets est impossible dans certains secteurs et la densité des populations de Sargasses offre un bon refuge aux poissons. Enfin, la navigation côtière est soit freinée, avec blocage des hélices, soit rendue carrément impossible.

2.1.4.4. Etang de Thau

L'action, dans ce secteur, a été menée par un groupe pluridisciplinaire. (Faculté des Sciences d'Aix-Marseille II, Station Marine d'Endoume, IFREMER / Brest, avec le soutien de la Station IFREMER de Sète). *Sargassum muticum* a été récolté pour la première fois dans l'étang de Thau en juin 1980, à Balaruc les Bains. Depuis, l'espèce s'est étendue à la totalité de la côte Nord de l'étang et de ses installations conchylicoles. Elle a amorcée sa sortie vers la mer ouverte, puisqu'on la rencontre dans les bassins du port de Marseillan-plage, dans ceux de l'avant-port de Sète et même sur la face Nord, orientée vers la côte, de son brise-lames.

Ecologie: sur substrats durs superficiels, *Sargassum muticum* constitue des peuplements extrêmement denses qui ont remplacé presque complètement ceux constitués par une autre Phaeophyceae, *Cystoseira barbata* (Goodenough et Woodward) C. Agardh. La biomasse atteinte par *Sargassum muticum* peut dépasser 1000 g de poids sec/m² et la densité 150 à 300 individus auxquels il convient d'ajouter de très nombreuses germinations. Sur tables conchylicoles, les individus de *Sargassum muticum* s'étalent à la surface, constituant une nappe continue, qui forme un écran à la lumière. En juin 1984, il a été mesuré jusqu'à 12,5 kg de poids humide de *Sargassum muticum* sur une seule corde. La taille maximale atteinte est de 4,60 m (fig. 25 et 26).

Sur les fonds meubles, qui occupent la plus grande partie de l'étang, *Sargassum muticum* s'implante sur tous les éléments figurés (coquilles mortes, plastiques, ferrailles, blocs de roche). L'espèce a été repérée jusqu'à au moins 9 m de profondeur. Sous les installations conchylicoles, où les débris peuvent constituer une couche continue, la densité peut atteindre plusieurs centaines d'individus au m².

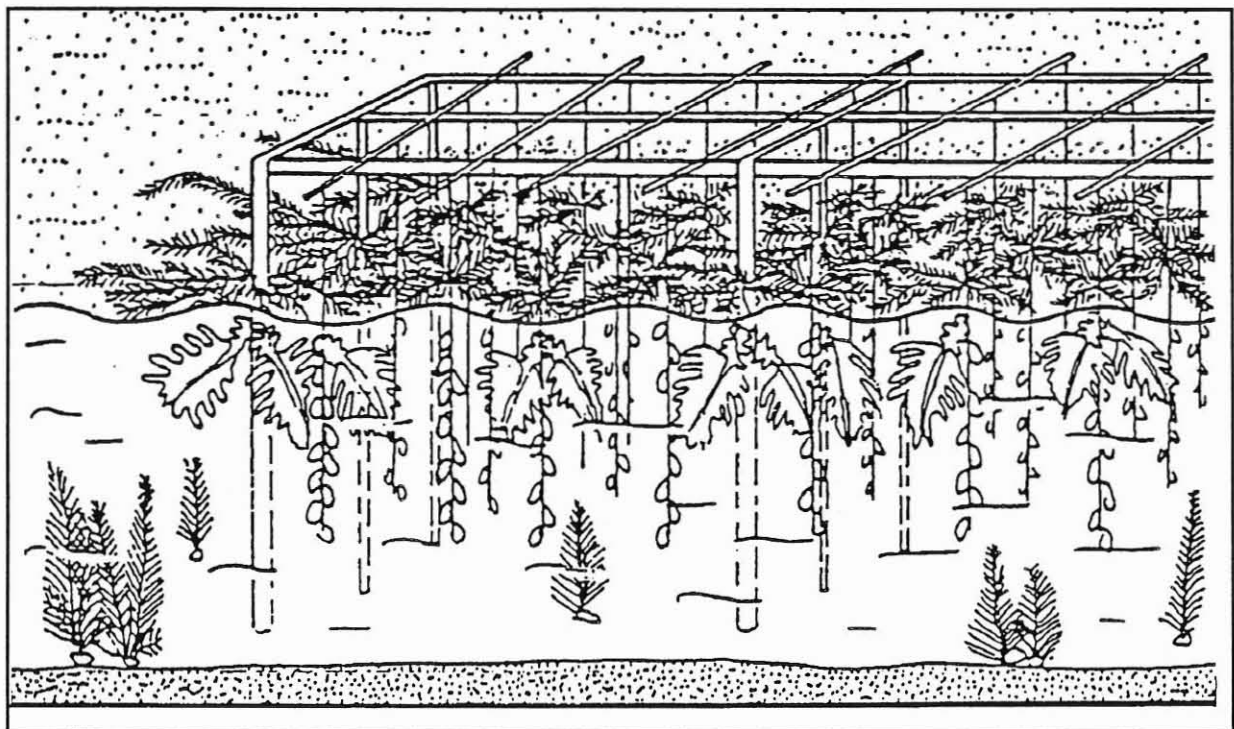


FIG. 25 : Représentation simplifiée d'une portion de table conchylicole. On distingue *Sargassum muticum*, s'étalant en surface ou fixé à de petits substrats durs sur le fond, et *Undaria pinnatifida*, fixé un peu en contrebas de *Sargassum muticum* sur les piliers et les cordes.



FIG . 26 : *Sargassum muticum* fixé sur corde

Phénologie : le cycle de *Sargassum muticum* dans l'étang de Thau, au cours de l'année 1983-84, a été le suivant :

- les premières germinations sont visibles en septembre,
- la croissance maximale se situe en avril,
- la longueur maximale est atteinte en mai, mais l'accroissement des ramifications se poursuit jusqu'à maturité sexuelle de chaque rameau,
- les organes reproducteurs (conceptacles) se développent d'avril à juillet,
- les aérocystes commencent à tomber en juillet, ce qui a pour conséquence de réduire la flottabilité des rameaux dressés qui se couchent progressivement sur le fond,
- sur substrats durs, les rameaux dressés tombent à partir d'août-septembre, laissant en place le disque basal,
- sur cordes, la quasi totalité des plants, avec leur base, se détachent en août.

Conclusion : l'étude des peuplements à *Sargassum muticum* installés dans l'étang de Thau fournit des résultats intéressants sur le plan de la structure et de la dynamique des populations de *Sargassum muticum*. L'étude phytosociologique permet de préciser les modalités d'action de *Sargassum muticum* sur la flore algale indigène et accompagnatrice.

Divers caractères morphologiques originaux de *Sargassum muticum* ont été mis en évidence : thalles libres, cespiteux, possédant des proliférations marginales du crampon ou des ramifications du tronc. Ces caractères soulèvent le problème de la détermination de cette espèce polymorphe. Ils pourraient être dus aux conditions écologiques particulières régnant dans l'étang de Thau. Les valeurs de biomasse peuvent être assez importantes (1086 g poids sec/m² en avril) mais restent relativement modérées comparées à celles d'autres grandes Pheophyceae. La relation poids sec/taille est généralement exponentielle ; elle varie en fonction des saisons. Un coefficient de «densité» sur la base des paramètres taille et poids sec en fonction de la saison a été tenté. Le rapport poids sec/poids humide varie (12 à 20 % en moyenne en fonction de la taille des individus et de la saison considérée).

Le recrutement se poursuit surtout à l'automne (jusqu'à 1563 germinations de moins de 12 mm de long recensées sur 400 cm²), mais des juvéniles sont trouvés toute l'année. Ces juvéniles pourraient se maintenir avec une croissance réduite pendant 6 mois. Ensuite, leur croissance normale peut démarrer. Cet aspect pose un problème dans la séparation aisée des classes d'individus (relation âge - taille). Cependant, malgré l'hétérogénéité de structure de la population en fonction des saisons et à une saison donnée, quatre cohortes ont été mises en évidence par la méthode de Bhattacharya, appliquée à la longueur des thalles et des troncs ; la longévité maximale de *Sargassum muticum* serait de 4 ans.

L'étang de Thau, de par sa vocation conchylicole majeure, est un lieu d'échange de naissain avec l'Atlantique et le Pacifique. Il est donc propice à l'arrivée et à l'installation de nouvelles espèces. Près de la moitié des espèces algales mises en évidence par l'analyse phytosociologique sont signalées pour la première fois dans l'étang de Thau ; bien que les références le concernant soient restreintes, on peut émettre l'hypothèse d'un enrichissement de cette flore algale. L'impact de *Sargassum muticum* sur la flore indigène est difficile à cerner compte tenu des fluctuations de cette dernière :

- dans une station près de Mèze, présentant des alternances de substrats rocheux et sableux, *Sargassum muticum* se développe avec l'espèce indigène *Cystoseira barbata* et une sous-strate diversifiée,

- dans une station de substrat dur homogène, près de Balaruc, *Sargassum muticum* constitue un peuplement très dense et élimine pratiquement toute la flore associée,

La stratégie de compétition conduit à l'élimination des autres espèces et s'étend sur toutes les phases du cycle de *Sargassum muticum*. La modalité principale de cette élimination semble être la quasi-obscurité régnant en sous-strate (jusqu'à 2µE/m²/s).

Parmi les axes de recherches qui seraient à approfondir et à développer, figurent la croissance et la dynamique des populations de *Sargassum muticum*.

Des expériences de baguage sur une série d'individus suivis pendant plusieurs cycles, une étude approfondie des paramètres descriptifs et de leur rôle au cours des différents stades de croissance de l'algue, et un essai de corrélation entre la croissance de l'espèce et les différents paramètres physico-chimiques du milieu permettraient de mieux comprendre le comportement de l'espèce.

Cette recherche apparaît d'autant plus importante que les potentialités d'expansion en Méditerranée de *Sargassum muticum*, compte tenu de ses conditions de développement, s'avèrent très importantes. A l'heure actuelle, *Sargassum muticum* est déjà installée en de nombreux points du littoral du Languedoc-Roussillon, entre l'étang de Thau et Banyuls.

2.2. COMPOSITION CHIMIQUE ET HYDROLOGIE

2.2.1. Etang de Thau

Les variations des paramètres physiques et chimiques du milieu ont été mesurées pendant deux années (1984-1985), dans le but de connaître le milieu marin dans lequel *Sargassum muticum* a proliféré. (fig.27)

Les températures hivernales et printanières (février à mai 1985) sont inférieures à celles relevées en 1984. Les températures supérieures à 17°C ne sont observées qu'à partir du mois de mai. Les basses températures semblent être favorables à une croissance importante et à une expansion géographique qui ne cesse de s'étendre d'année en année. Les températures hivernales plus basses accompagnent des valeurs de salinité inférieures à celles observées en 1984 (38,145 en 1984 contre 37,343 en 1985). La période de salinité inférieure à 38 ‰ st plus longue en 1985, et se maintient jusqu'en juillet. Cependant, ces salinités demeurent toujours bien supérieures aux salinités optimales de croissance. En effet, d'après Kjeldsen et Phinney (1977b), la salinité optimale pour le développement de *Sargassum muticum* se situe entre 27 et 35 ‰

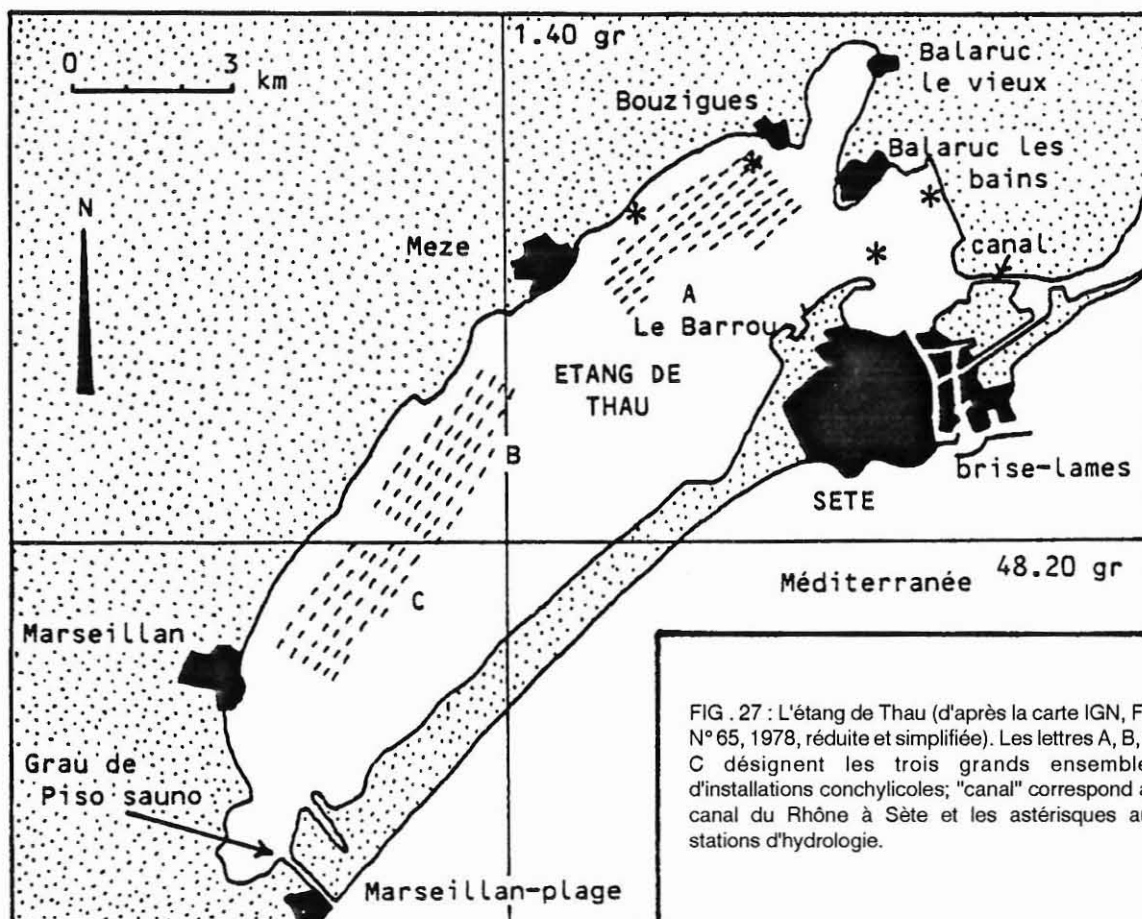


FIG. 27 : L'étang de Thau (d'après la carte IGN, Fr., N° 65, 1978, réduite et simplifiée). Les lettres A, B, et C désignent les trois grands ensembles d'installations conchylicoles; "canal" correspond au canal du Rhône à Sète et les astérisques aux stations d'hydrologie.

Il semble que les paramètres «température et salinité» agissent simultanément sur la croissance de *Sargassum muticum* ; tout d'abord d'une manière favorable dans le développement de l'algue, pendant l'hiver et le printemps 1985 où les valeurs restent faibles plus longtemps qu'en 1984 ; puis défavorablement en raison de l'augmentation trop rapide des valeurs de ces paramètres provoquant la désagrégation de l'algue. Cette désagrégation s'accompagne d'une chute des teneurs en oxygène de l'eau jusqu'à des valeurs très basses (4,5 ml/l). En septembre 1985, la concentration en oxygène dissous est inférieure à celle mesurée pour la même période en 1984, cette différence pourrait traduire une consommation d'oxygène due à la minéralisation de la quantité de matière algale résultant d'une augmentation du nombre de *Sargassum muticum* liée aux conditions (température, salinité) favorables enregistrées. Avec la diminution des teneurs en oxygène, on remarque simultanément une légère décroissance du pH en septembre, coïncidant avec la décomposition de *Sargassum muticum*. Cette variation de pH s'observe aussi bien en 1984 qu'en 1985 et est de même amplitude.

L'augmentation de la turbidité des eaux semble également coïncider avec le développement de *Sargassum muticum* aux différentes stations. La turbidité augmente régulièrement jusqu'en juillet 1985 pendant la croissance de *Sargassum muticum*, puis diminue jusqu'en décembre avec la disparition de l'algue. Les valeurs de la turbidité apparaissent nettement plus élevées en 1985.

L'accroissement de la densité des algues en 1985 serait liée, d'une part, à la température et à la salinité mais, d'autre part, aux quantités d'azote et de phosphate disponibles dans les eaux de l'étang. Ainsi, en décembre 1984, de fortes teneurs en nitrates ($7\mu\text{atg/l}$) accompagnées par de fortes concentrations en ammonium et en azote organique (concentrations $> 8\mu\text{atg/l}$) sont disponibles aux jeunes générations de *Sargassum muticum*. La présence, la décroissance et la disparition de *Sargassum muticum* sont parfaitement liées aux variations des teneurs en azote dans l'étang de Thau. Les quantités croissantes de nitrates que l'on peut observer d'une année à l'autre à partir de septembre paraissent révéler une augmentation de la quantité d'algues en état de décomposition.

Le phosphore présente également d'une année sur l'autre des concentrations croissantes qui pourraient provenir soit d'un apport continental en phosphore organique, soit de la minéralisation de la matière organique marine et principalement de la décomposition de *Sargassum muticum*.

La nette diminution des teneurs en silicates observée en 1985 par rapport à 1984 est d'une interprétation difficile. Bien sûr, elle pourrait être le fait d'une consommation par des populations phytoplanctoniques, mais une telle variation annuelle paraît peu vraisemblable. Elle peut provenir également d'une limitation des apports en silicates d'origine biologique ou terrigène. Le doute pourrait être levé en effectuant une étude détaillée des populations phytoplanctoniques en relation avec les paramètres chimiques et avec une estimation de la densité de *Sargassum muticum*.

Le dosage des éléments minéraux essentiels (Cu, Zn, Ni) ainsi que des éléments minéraux toxiques (Pb, Cd) a été réalisé au niveau des crampons, tiges, feuilles et jeunes pousses chez *Sargassum muticum*, ainsi que chez une laminaire (*Laminaria sp.*) du même biotope.

Les plus grandes quantités de cuivre, nickel et zinc se trouvent dans les frondes des deux algues. Dans les crampons, on observe par contre de plus faibles teneurs. Le plomb se trouve principalement dans les frondes et surtout dans les crampons chez *Sargassum muticum*. Les quantités de cadmium sont identiques chez *Sargassum muticum* et *Laminaria*, excepté au niveau du crampon de cette dernière, où la

concentration révélée est nulle. Les concentrations en éléments minéraux essentiels ne présentent pas de taux extrêmement élevés ; ceci peut traduire une absence d'apports d'origine anthropogénique en cuivre, nickel et zinc. Par contre, la présence de plomb et de cadmium traduit une contamination des eaux de l'étang due à la présence de nombreuses embarcations à moteur.

L'utilisation du cuivre en tant qu'agent herbicide pourrait être envisagée, s'il n'y avait risque de contamination des autres populations de l'étang.

2.2.2. Etude comparée de l'étang de Thau et de la Baie de Mangoku-ura (Japon)

La baie de Mangoku-Ura et l'étang de Thau ont des régimes hydrographiques semblables, peu ouverts sur l'extérieur ; les échanges avec la mer libre y sont limités et leurs profondeurs sont faibles.

Au Japon, les Sargasses se développent très peu, la longueur moyenne atteint 1,20 m (Yendo, 1907 ; Okamura, 1924 ; Yoshida, 1983) alors que celles rencontrées sur les côtes atlantiques de France mesurent parfois plus de 10 m (Belsher et Boyen, 1983). Dans l'étang de Thau, des algues de 3 à 4 m ont été observées (Boudouresque, 1985). Au Japon, le fait que les individus de *Sargassum muticum* soient de plus petite taille que ceux d'Europe et que leur cycle végétatif soit plus court, est peut être dû à la compétition avec d'autres espèces, ou à d'autres facteurs (Jephson et Gray, 1977, Belsher, 1985). Aussi, avons nous voulu réaliser une comparaison des paramètres physiques et chimiques de l'eau de la baie de Mangoku-ura au Japon, et de ceux de l'étang de Thau.

En ce qui concerne la température, *Sargassum muticum* semble exiger un maximum estival supérieur à 12°C (Jephson et Gray, 1977) et un minimum hivernal supérieur à -1°C. Les températures relevées à Mangoku-ura et à Thau répondent à ce critère, bien que les températures hivernales observées au Japon soient nettement inférieures à celles de l'étang de Thau. La salinité optimale se situe entre 27 et 35 ‰ (Kjeldsen et Phinsey, 1972). Ces conditions se rencontrent au Japon où les salinités varient de 30 à 34 ‰ ; elles sont nettement inférieures à celles de l'étang de Thau où les salinités se maintiennent au-dessus de 36 ‰ et paraîtraient a priori défavorables à la croissance de l'algue. Les sels nutritifs présents en quantité ne semblent pas être un facteur limitant de la croissance de *Sargassum muticum*.

Les teneurs en azote sont toujours nettement supérieures à celles trouvées dans l'étang de Thau, en particulier pour NH₄, NO₂ ; les teneurs en NO₃ sont voisines. Pour les teneurs en phosphate, l'observation est identique, les concentrations restent voisines de 1 µatg/l au cours des trois années étudiées.

Cependant, une analyse plus fine de la composition en CHN de *Sargassum muticum* a montré que *Sargassum muticum* de Mangoku-Ura nécessite deux fois plus d'azote que *Sargassum muticum* de l'étang de Thau. Cette observation pourrait signifier que l'azote des nitrates constitue le facteur limitant de la croissance de *Sargassum muticum* au Japon et que les nitrates et ammonium présents dans le milieu ne sont pas assimilés. Par opposition, le développement algal observé à Thau résulterait de l'utilisation de nitrates de l'eau par une algue qui, mise dans ce milieu saumâtre, et soumise à des conditions différentes de celles d'origine, croît deux fois plus en raison d'une exigence réduite de moitié. (David, 1985)

2.2.3. Essai d'évaluation de stock dans l'étang de Thau.

En définitive, une évaluation du stock potentiel est proposée. Les données prises en compte sont le volume de l'étang de Thau ($337,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), sa superficie (7500 ha), sa profondeur moyenne (4,5 m), l'azote disponible (50.6 t pour 10 $\mu\text{agt}/1$), les teneurs d'azote dans l'algue (1,5% du poids sec, et le rapport poids sec/poids humide (15 à 19%). L'étang peut donc produire 22275 t/an de *Sargassum muticum* soit 0,2997 kg/m². (David, 1985)

2.2.4. Etude de la structure et de la fonction de la paroi

Le compartiment exocellulaire des Phéophycées benthiques est composé par des polysides squelettiques (cellulose et hémicellulose), des polysides hydrosolubles, des polyacides carboxyliques, des alginates et des polyacides sulfatés, les fucanes. Une partie de ces polymères est associée aux microfibrilles cellulosiques et hémicellulosiques pour former la paroi fibrillaire, ou paroi *sensu stricto*. L'autre fraction, à l'apparence amorphe, occupe les espaces intercellulaires. Chez *Pelvetia canaliculata*, *Fucus vesiculosus*, *Sargassum muticum* et *Laminaria digitata*, le rendement en parois isolées se situe entre 40 et 60% de la masse sèche des thalles.

Ce résultat vérifie sur une base pondérale l'idée bien connue que les parois des algues brunes littorales sont très épaisses.

L'examen de la composition chimique des parois fibrillaires isolées indique que leurs principaux constituants sont des acides uroniques qui représentent de 30 à 50% de la masse sèche des parois. Le fucose et le sulfate en sont également des constituants importants, notamment chez les espèces de haut niveau. Les polysides qui passent en solution lors de l'isolement des parois sont, pour l'essentiel, des fucanes sulfatés. Les dosages de fucose, de sulfate et d'acides uroniques effectués sur les parois isolées et dans les tampons d'isolement des parois, permettent d'établir un bilan de ces composés dans les parois isolées. Celui-ci indique que les acides uroniques des thalles sont en moyenne recouverts à 98 %. Inversement, les quantités de sulfate et de fucose recouvertes dans la paroi ne représentent selon l'espèce qu'entre 60 et 85% du fucose et du sulfate contenus dans le thalle. Ce résultat implique que les acides uroniques du thalle sont pour l'essentiel situés dans les parois fibrillaires alors que le fucose et le sulfate se partagent entre les espaces intercellulaires et la paroi fibrillaire.

Afin de comparer les fucanes pariétaux et les fucanes intercellulaires, les parois isolées et les polysides dissous lors de l'isolement des parois ont été fractionnés et analysés. Cette étude confirme la grande complexité des fucanes sulfatés, depuis des polymères très riches en fucose sulfaté et pauvres en acides uroniques, les fucoïdanes, jusqu'à des macromolécules renfermant des proportions voisines d'acides uroniques, de sulfate, de fucose et d'autres oses neutres tels que le galactose et le xylose, les ascophyllanes. Globalement, les fucanes pariétaux sont de type ascophyllane ; les fucanes intercellulaires se rapprochent des fucoïdanes typiques. Toutefois, une fraction minoritaire des fucanes de type fucoïdane apparaît solidaire des alginates de la paroi fibrillaire. De plus, les espaces intercellulaires renferment une proportion notable de fucanes riches en galactose, particulièrement chez *Sargassum muticum*.

Ces résultats demandent à être précisés par la comparaison de différents tissus ou organes (cortex-médulla ; tissus jeunes-tissus âgés ; crampons-stipes ; frondes,...). Ils confortent l'hypothèse selon laquelle ce sont les ascophyllanes qui auraient un rôle structural. (Mabeau, 1985)

2.3 ECOPHYSIOLOGIE

2.3.1 Etude écophysiological du développement de jeunes stades (Platier de Pleubian).

L'objectif de cette étude menée par le CEVA (Centre d'Etude et de Valorisation des Algues/Contrat IFREMER 88/2430428) consistait à tester l'influence des facteurs «températures, lumière, dessiccation, salinité, azote et phosphore» sur les jeunes stades afin d'essayer de déterminer des moyens de lutte à ce niveau.

Le recrutement des jeunes stades de *S. muticum* apparaît nettement favorisé par des températures élevées (22°C) qui dépassent sensiblement les optima déterminés pour de jeunes stades d'espèces locales (*Chondrus crispus*, *Palmaria palmata*, *Mastocarpus stellatus*, *Ulva sp.*), lesquels se situent entre 16 et 19°C. Les résultats obtenus avec différentes conditions de lumière ne sont pas décisifs pour pouvoir déterminer les meilleures conditions de recrutement de *S. muticum* en fonction de ce facteur. Il est toutefois possible de constater que le développement des jeunes stades est relativement peu affecté par de très faibles luminosités (10 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$).

Ces jeunes stades de *Sargassum muticum* apparaissent très sensibles à la dessiccation (mortalité complète au-delà de 2 h) et relativement sensibles à la dessalure de l'eau en dessous de 30 ‰. Leur croissance en fonction de l'enrichissement du milieu suggère que la colonisation de *S. muticum* peut être favorisée par l'eutrophisation des eaux côtières. L'assèchement et la dessalure apparaissent comme deux moyens de lutte possibles dans les infrastructures aquacoles où ces deux facteurs peuvent être contrôlés.

2.3.2. Etude écophysiological de la composition pigmentaire et de la capacité photosynthétique.

Graham et Levey (1984) ont montré que la teneur en réserves amylacées de *Sargassum muticum* ne permettait pas d'assurer, à elle seule, sa croissance.

Afin d'expliquer celle-ci, un suivi, sur plus d'un cycle annuel, a été réalisé par G. Levavasseur (CNRS, Roscoff) afin d'évaluer la teneur en pigments chlorophylliens, de quantifier leur capacité photosynthétique, et d'établir un bilan des variations saisonnières. Une relation entre le contenu pigmentaire, la capacité photosynthétique, et la croissance a été tentée. Réputée très tolérante vis-à-vis des paramètres physico-chimiques (tels que salinité, température...) *Sargassum muticum* rencontre en Manche occidentale les conditions propices à son développement. Elle ne souffre d'aucune carence nutritionnelle au cours du cycle annuel. Sa teneur en pigments photosynthétiques est tout à fait comparable à celles des espèces autochtones. Elle apparaît être moins sensible que d'autres algues telles qu'*Ulva* ou *Palmaria* à la photodestruction estivale des pigments. Ses performances photosynthétiques, comparées à celles d'autres espèces, font de *S. muticum* une algue à forte productivité.

S. muticum est si bien adaptée aux conditions de l'environnement de nos régions que son activité photosynthétique y est supérieure à celle des Sargasses des régions subtropicales.

Le suivi mensuel de l'activité photosynthétique de *S. muticum* au cours du cycle annuel montre que les périodes de forte capacité photosynthétique/Chla précèdent, ou sont justes concomitantes, avec celles de forte croissance. En cela, les mesures pigmentaires et de photosynthèse peuvent être considérées comme étant de bons indices physiologiques des potentialités de production.

3. ASPECTS DE LUTTE

3.1. LUTTE MECANIQUE

Les efforts les plus poussés à ce sujet ont été déployés en Angleterre et en Irlande, à la suite de l'échec de tentatives d'éradication manuelle qui se sont avérées sans commune mesure avec l'ampleur de l'expansion et inefficaces.



FIG . 28: Ile de Wight-Hersage

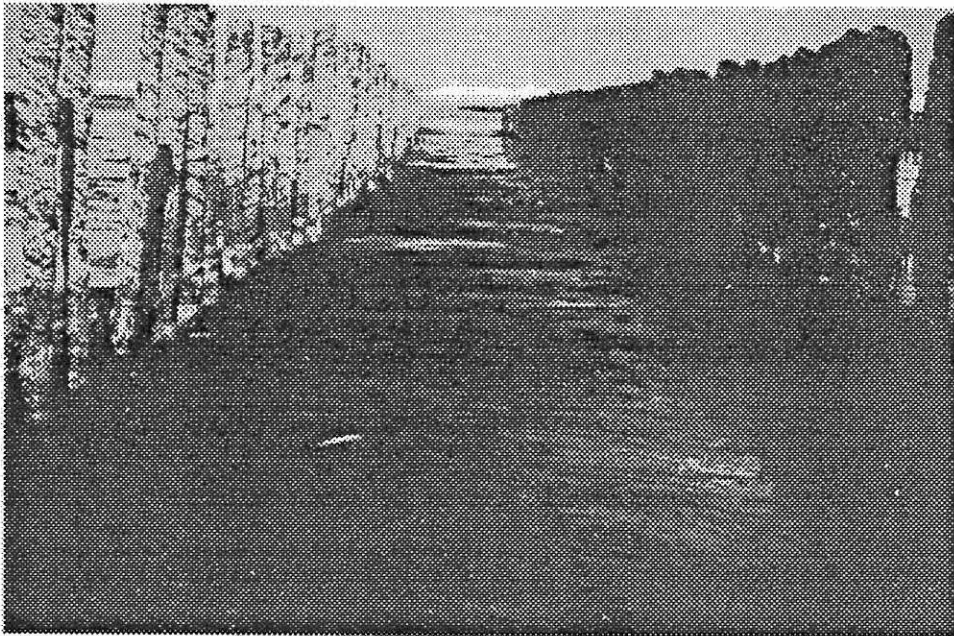


FIG . 29: Parcs mytilicoles du Cotentin - ramassage par pelleteuse

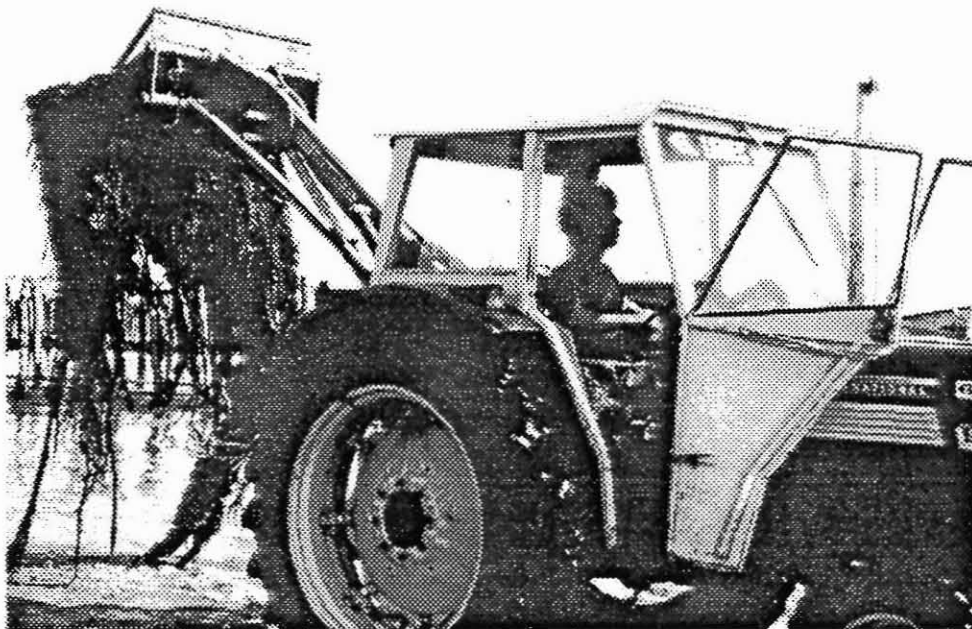


FIG: 30: Ramassage par pelleteuse



FIG. 31 : Parcs mytilicoles du Cotentin - Dépôts de *Sargassum muticum* après récolte par pelleteuse

En zone intertidale, le tracteur muni d'une herse a été utilisé à l'île de Wight (Fig. 28). Cette technique entraîne des bouleversements considérables du substrat. Elle a été reprise avec des modifications (pelleteuse) pour débayer l'accès des parcs mytilicoles du Cotentin. (Fig. 29, 30 et 31).

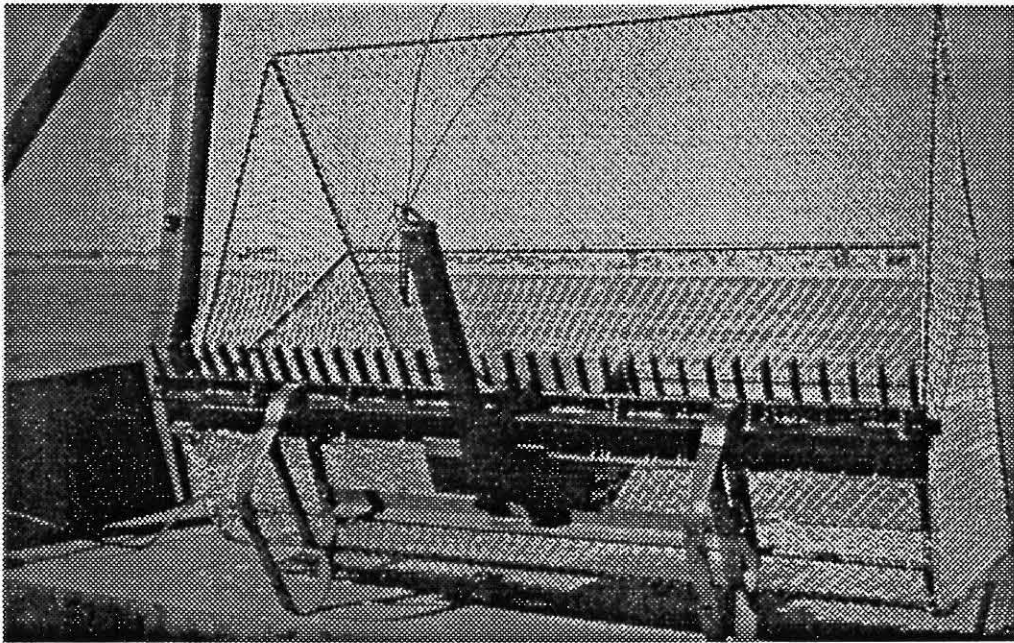


FIG. 32 : Prototype de drague.

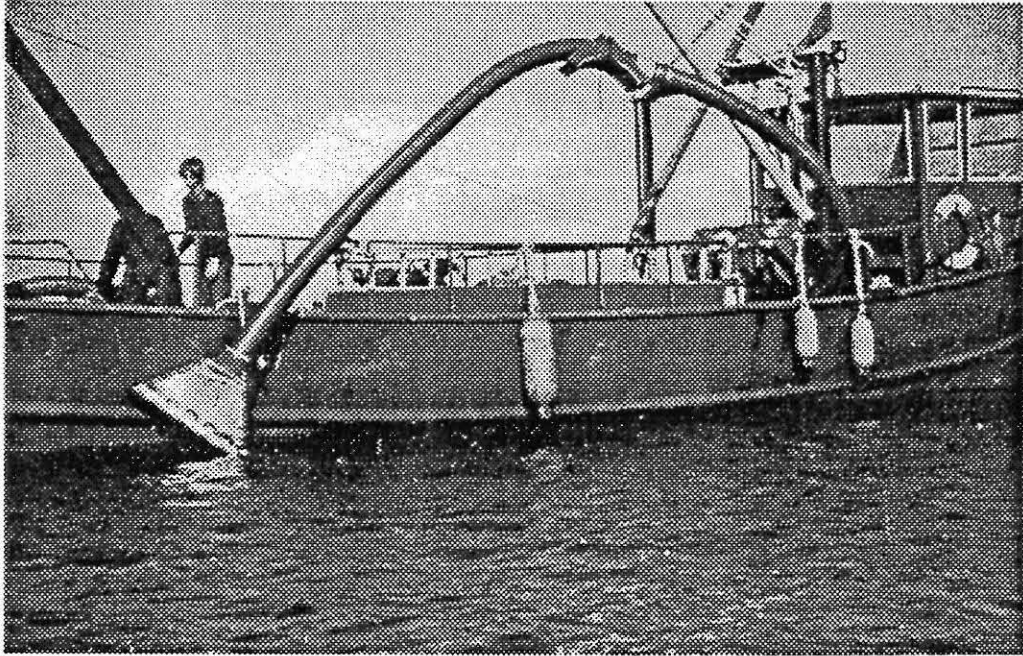


FIG. 33 : Appareil de suction à bord du Toriki

En zone sublittorale, deux systèmes embarqués ont été employés à bord du Toriki (bateau de recherche). Des prototypes de drague et un appareil de succion permettent un rendement de 1 T/h au coût d'environ 20 livres/T (1985) (Fig. 32 et 33). Un plan de contrôle, en fonction de la sensibilité écologique et économique des secteurs a été proposé (Fig. 34).

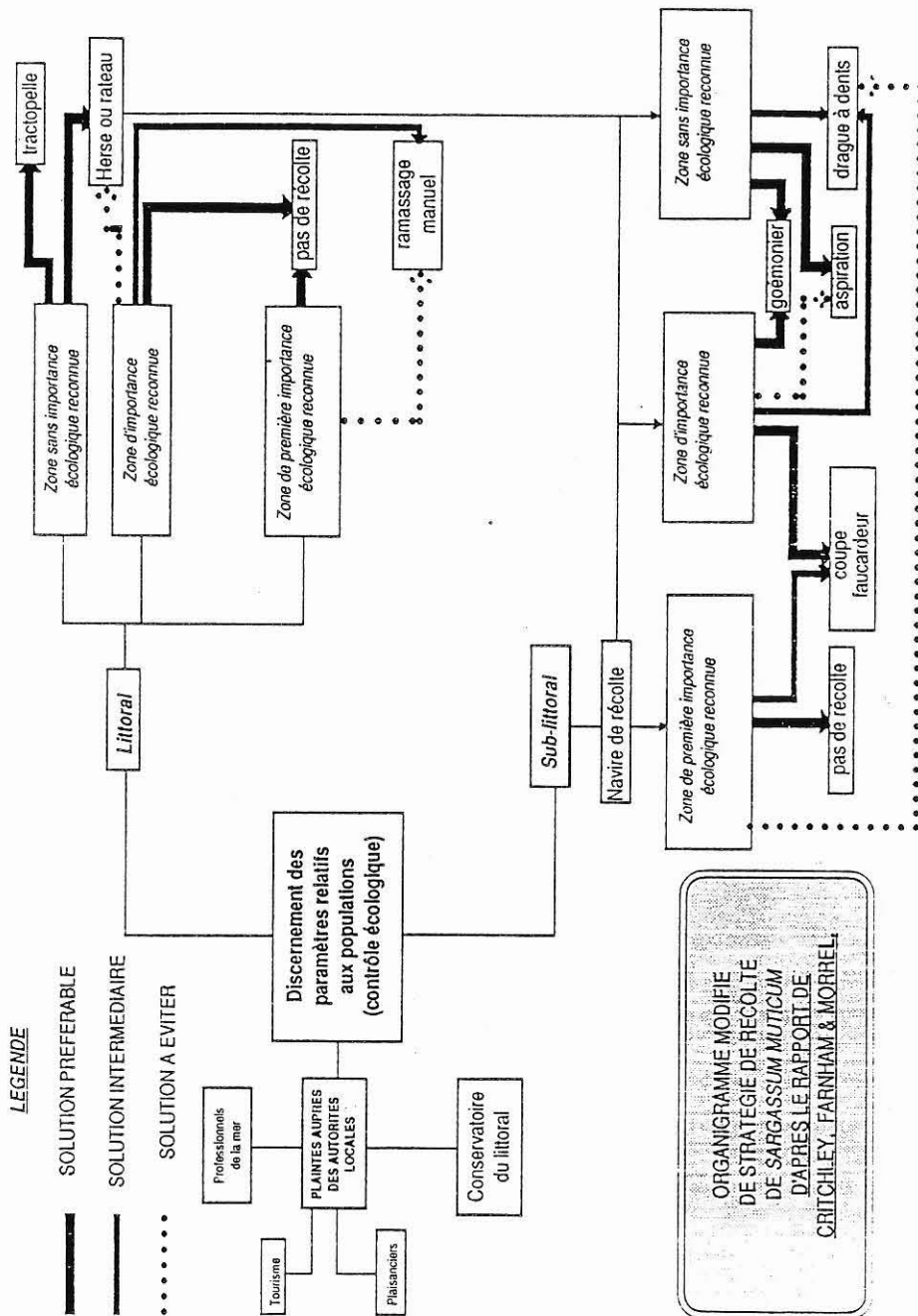
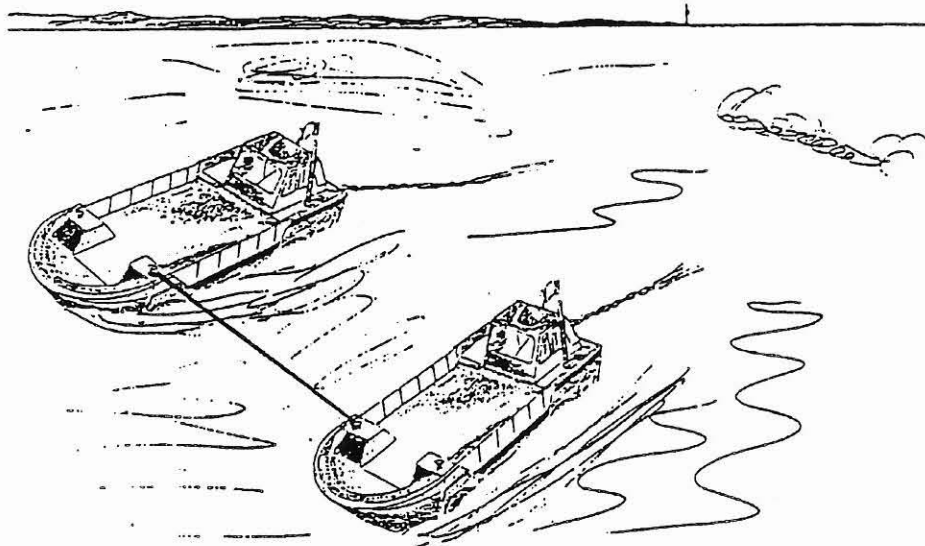


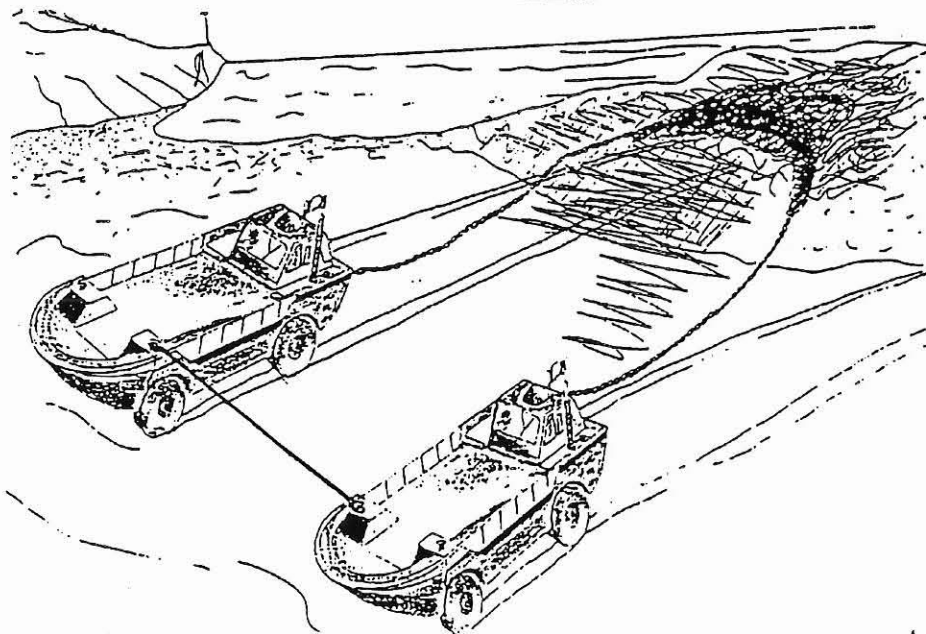
FIG. 34: Plan d'intervention

En France, des dragues embarquées ont été utilisées en zones portuaires et dans des secteurs à nombreux chenaux, comme le golfe du Morbihan, pour permettre une circulation maritime normale. L'île de Ré ayant été particulièrement affectée à partir de 1987, il a fallu faire appel à l'armée. En effet, à l'entrée du Fier d'Ars, le développement de *Sargassum muticum* forme, chaque année, un barrage qui empêche la circulation normale des eaux. L'accès à pied sec aux installations ostréicoles situées aux plus bas niveaux en est, par la même, rendu impossible. Dans ce cas particulier, l'intervention d'engin amphibies, de type LARC, avec des chaînes à la traîne, a permis, en arrachant plus de 1000 T de *Sargassum muticum*, d'ouvrir le barrage végétal et de sauver la totalité de la récolte d'huître estivale (Fig. 35). Cependant ce système d'intervention s'avère inadéquat.



A. Jupin

DRAGAGE EN MER



A. Jupin

RECOLTE A TERRE

FIG. 35 : Ile de Ré - Intervention d'engins amphibies

En effet, il provoque une dispersion et une fragmentation des algues dans le milieu; l'action effectuée en juin 1988 a aboutit à éparpiller 1000 T. environ pour 250 T. ramenées à terre.

Parallèlement, l'IFREMER est intervenue en 1987. Dès 1986, Fillon (CSRU, Houmeau) avait signalé dans un rapport spécial, cette prolifération algale et les menaces qu'elle allait faire peser sur les ostréiculteurs et sur la faune et la flore locale. Un suivi mensuel assuré par le CSRU a été instauré en 1989 afin de déterminer la période exacte de début de la fertilité. Celle-ci se manifeste dès avril et conditionne la période de ramassage, qui doit se faire obligatoirement avant, afin de minimiser les risques de dissémination. Divers paramètres, telle la croissance, sont également mesurés. Enfin, les interventions des ostréiculteurs et les techniques utilisées sont analysées. Dans le cadre de son service national, un appelé du contingent, M. A. Jupin, spécialisé en génie mécanique, a passé en revue les divers systèmes susceptibles d'être utilisés. Des essais ont été réalisés dans l'archipel de Molène et les tentatives d'éradication mécanique à l'île de Ré analysées. Six sites ont été sélectionnés, en fonction de caractéristiques tant bio-sédimentaires que socio-économiques, à savoir le Cotentin Ouest, la Baie de Morlaix, la Rade de Brest, le Golfe du Morbihan, l'île de Ré, et l'étang de Thau. Cette étude est accompagnée d'une bibliographie exhaustive des engins existants et des expériences similaires tentées en d'autres pays.

3.2 LUTTE CHIMIQUE

Plusieurs herbicides et produits ont été essayés, notamment en Angleterre : Diquat, Stamp, K. Lox, Nortron, sulfate de cuivre, hypochlorite de soude, phytohormones. Si certains, tels le sulfate de cuivre, s'avèrent efficaces, même à très faible dose, leur manque de spécificité conduit à n'envisager leur utilisation que dans des cas très précis, sous contrôle étroit, et avec la plus extrême prudence.

Des produits d'oxydation photochimique des caroténoïdes, le loliolide et l'épiloliolide ont été isolés par une extraction au chloroforme, de *Sargassum muticum* (Kuniyoshi, 1985). Ces produits ont été identifiés aussi chez des animaux marins où ils s'avèrent être des constituants cytotoxiques. Dans le domaine végétal, ils apparaissent, et plus particulièrement l'épiloliolide + , à faible concentration, comme des inhibiteurs de la germination. Leur utilisation a été suggérée pour la prévention de l'implantation d'épiphytes dans des cultures d'algues. Dans quelle mesure ces produits ou de similaires pourraient-ils être utilisés pour freiner le développement des germinations de *Sargassum muticum* ? La question est posée mais non résolue.

P. David (1988) tire de son étude, qui a concerné les essais d'intoxication de l'algue par le sulfate de cuivre des conclusions pessimistes. Il est vraisemblable que l'on arrivera plus rapidement à une utilisation directe, ou indirecte, de *Sargassum muticum*, qu'à l'élaboration d'un procédé de contrôle ou d'élimination totalement efficace. La robuste biologie de cette algue, son mode de reproduction, en font une nuisance difficile à éliminer. Le problème d'une méthode sélective est le principal obstacle à l'utilisation de produits chimiques. Elle se traduit immanquablement par l'atteinte ou la mort d'autres formes vivantes. Le risque, mais souvent l'impossibilité pratique, d'utiliser de tels produits, impliquerait l'élimination uniquement par voie mécanique.

Cette étude a mis en évidence le mode d'absorption du cuivre par *Sargassum muticum*. Les concentrations utilisées sont très fortes par rapport à celles communément rencontrées dans le milieu naturel. Il est possible que l'application de valeurs plus faibles puisse entraîner la mort de *Sargassum muticum*, cependant les durées d'intoxication seraient beaucoup plus importantes. A une concentration de 10 ppm, 2 heures sont suffisantes, d'après les expériences réalisées. Il n'est pas possible de reproduire les mêmes conditions en milieu naturel. Il existera toujours une concentration résiduelle, qui pourrait être léthale pour d'autres espèces. L'emploi de substances additives, ayant une action synergique, pourrait affiner la spécificité du traitement. Ce serait le cas de liants solubles dans les lipides, ou de composés herbicides (pentachlorophénol,...), dont l'action favoriserait l'introduction du cuivre dans les tissus de *Sargassum muticum*. Quel que soit le traitement au cuivre envisagé, il sera nécessaire de retirer les algues mortes des zones intoxiquées. Ceci permettra d'enlever une grande partie du cuivre introduit, en évitant une contamination durable du milieu récepteur.

La première étude a mis en évidence le pouvoir épurateur de *Sargassum muticum*. La quantité d'algue introduite dans le bac d'intoxication est importante, mais, en 2 heures, 60 à 80% du cuivre a été concentré dans les algues. L'absorption du cuivre a lieu même pour de fortes concentrations (jusqu'à 100 ppm).

Pour les différentes concentrations, le volume d'eau théoriquement épurée en une heure peut être calculé

* à 1 ppm :	V = 40 ml/g d'algue sèche.h	
* à 10 ppm :	V = 36 ml/g.h	"
* à 100 ppm :	V = 26 ml/g.h	"

Ceci se traduit par une diminution de la concentration dans l'eau, et non par l'épuration totale d'un volume d'eau de son cuivre. Si l'on prend les résultats de l'intoxication à concentration constante, où la quantité d'algue est faible et la vitesse d'absorption invariante, on obtient :

$$V = 85 \text{ ml/g.h}$$

L'utilisation de *Sargassum muticum*, comme moyen de lutte contre la pollution par le cuivre (ou par d'autres métaux), est risquée, car elle pourrait entraîner la colonisation d'une nouvelle zone. Ogawa (1984) a montré l'influence négative des rejets de stations d'épuration des eaux usées, et principalement de l'ammoniaque sur la croissance des germinations de trois espèces de Sargasses : *Sargassum horneri*, *S. hemiphyllum* et *S. thunbergii*. L'ammoniaque pourrait avoir des effets équivalents sur la croissance du thalle de *Sargassum muticum*. L'étude des différences entre les paramètres physicochimiques de l'étang de Thau et de la baie de Mangoku-Ura au Japon montre une teneur plus forte en ions ammonium au Japon (David, 1985). Cet écart serait susceptible d'expliquer la différence entre les tailles de *Sargassum muticum* : 1 m 20 au Japon, 10 m et plus en France. Une étude pourrait être faite sur l'incidence de ce composé dans le développement de *Sargassum muticum*.

L'emploi de sel marin est également possible comme moyen de lutter contre l'implantation d'algues (ISTPM, 1979). L'augmentation de la salinité entraîne des variations de la pression osmotique, néfastes pour l'algue.

L'efficacité des procédés mis en oeuvre requiert non seulement une bonne connaissance de l'algue, afin d'agir au moment le plus opportun, mais aussi de la biologie des espèces accompagnatrices, ainsi que des principales caractéristiques de l'écosystème.

3.3 LUTTE BIOLOGIQUE : IDENTIFICATION DE PREDATEURS ET RECHERCHE DE FACTEURS LIMITANTS

L'aspect recherche de prédateurs efficaces a été expérimenté, en laboratoire et «*in situ*» (étang de Thau).

3.3.1. Basse-Normandie

A partir du mois de mars, un développement important de *Pylaiella littoralis*, en épiphytes sur les Sargasses, a été constaté. Fin mai, dans les zones où ces deux algues étaient en très forte quantité, les Sargasses ont commencé à dégénérer, perdant leurs «pseudo-feuilles» et leurs aérocystes. Le thalle prend alors une couleur jaunâtre avec des zones brun foncé principalement au niveau des aérocystes et des réceptacles. Par ailleurs, des observations, à la loupe binoculaire permettent de mettre en évidence des nécroses de l'algue dont un petit Copépode semble être responsable. Les stades larvaires se fixent plus particulièrement à la base des feuilles et des aérocystes et dans les réceptacles. Lors d'observations réalisées en juin, ces Sargasses étaient réduites à des systèmes d'axes ne dépassant pas quarante à cinquante centimètres, pratiquement dépourvus de «pseudo feuilles», d'aérocystes et de réceptacles. A la fin du mois d'août, elles n'avaient pas repris leur forme normale.

Plusieurs hypothèses ont été émises quand aux causes de cette dégénérescence :

- maladie de l'algue,
- trop forte densité entraînant un déséquilibre du milieu,
- phénomène de compétition entre la Sargasse et ses épiphytes,
- prédation du copépode.

Au vu des premières observations, la prédation par le copépode apparaît être la cause principale. Une série d'expériences a été lancée pour vérifier la validité de l'hypothèse.

Mise en évidence de la prédation : des fragments de Sargasse ont été mis en culture dans des conditions optimales de développement en présence de femelles oeuvrées de Copépodes (température : 16°C ; intensité lumineuse de l'ordre de 25000 Lux ; photopériode 16/8 ; ; eau de mer renouvelée tous les jours).

Au bout de 25 jours de culture, la plupart des bacs contiennent des algues totalement nécrosées avec un développement important de Copépodes. Les Copépodes sont donc bien à l'origine des nécroses constatées sur les algues,

Sélection : une sélection a été effectuée parmi les descendances des femelles de la première expérience afin de vérifier si une seule espèce de copépode était en cause; soixante femelles provenant des 6 récipients où l'algue avait été consommée ont été mises séparément en culture dans les mêmes conditions que précédemment. Au bout de 30 jours de culture, les descendances des femelles qui se sont nourries sur l'algue ont été sélectionnées. Le Copépode appartiendrait au sous-ordre des *Podoplea*, famille des *Peltidae*, genre *Scutellidium tisburyi* (Lebreton, communication personnelle). Il s'agit d'une espèce courante sur nos côtes, également présente sur les laminaires et les substrats rocheux.

Les suites de cette expérimentation n'ont pas permis de déterminer si ce Copépode est un prédateur ou un nécrophage de jeunes plantules ou d'individus plus développés de *Sargassum muticum*. (Givernaud, 1984).

3.3.2. Etang de Thau

Les essais effectués par le laboratoire d'écologie du Benthos (Pr. Boudouresque, Aix-Marseille II) ont montré que le prédateur principal est *Paracentrotus lividus* dont les contenus digestifs ont été analysés. Les expériences de broutage montrent cependant que l'espèce a, dans l'ordre, les préférences suivantes : *Undaria pinnatifida*, *Solieria chordalis*, *Ulva sp*, *Zostera*, *Gracilaria sp*, *Sargassum muticum*, *Codium sp*. Ce préférendum alimentaire indique nettement que *Paracentrotus lividus* ne consommera *Sargassum muticum* à l'état adulte qu'en dernier ressort.

3.3.3. Japon

La compétition intraspécifique chez les *Sargassaceae*, et la présence de brouteurs divers et très actifs (Aphysies) peuvent expliquer, en partie, le fait que cette espèce soit limitée, au Japon, entre les isobathes 0 et -3 m. Par ailleurs, l'amplitude des marées, inférieure en particulier à celle enregistrée le long des côtes de la Manche, influencerait sur la taille de l'espèce. En effet, rappelons qu'elle ne dépasse pas 2 m de longueur, en général, au Japon (4 m exceptionnellement au Sud, à Fukuoka, en mer de Chine) alors que des individus de plus de 10 m se sont développés en baie de Morlaix et à l'île de Sein.

3.3.4. Possibilités d'utilisation des peuplements bactériens.

L'objectif de cette étude, confiée à Micromer (Faculté des Sciences, UBO Brest) était d'identifier les bactéries colonisant *S. muticum* et d'isoler "la" ou "les" souches spécifiques susceptibles de détruire un composé vital de l'algue.

La surface de *Sargassum muticum* constitue un substrat favorable au développement de bactéries. Ces peuplements bactériens épiphytes évoluent avec le vieillissement des tissus de l'algue. Cette évolution se traduit par :

- une augmentation de la colonisation bactérienne
- un élargissement du spectre métabolique de ces peuplements
- une modification de leur composition spécifique associée à une diversification des communautés épiphytes.

Outre l'action éventuelle de paramètres écologiques (non abordée dans cette étude) cette évolution apparaît liée à la formation de tissu neuf, ainsi qu'à la production de substances à activité antibactérienne, qui tendraient à minimiser le «fouling» bactérien ou à perturber le métabolisme des bactéries épiphytes sur ces tissus. A l'inverse, la sénescence des tissus âgés associée à une lyse progressive des cellules algales s'accompagne d'une libération de matière organique dissoute favorable au développement bactérien. Les souches alginolytiques ne représentent qu'une fraction de la microflore épiphyte mais sont présentes sur toute la surface de la fronde. Ensemencées à forte densité, certaines d'entre elles sont capables de provoquer une modification de la rigidité des tissus de l'algue vraisemblablement liée à une dégradation des alginates des parois des cellules algales.

Cependant les résultats obtenus au cours de cette étude ne permettent pas d'envisager l'utilisation de souches alginolytiques dans la «lutte bactériologique» pour détruire *Sargassum muticum* ou limiter son expansion.

A cela plusieurs raisons :

- le manque de spécificité des peuplements associés aux différentes espèces algales d'un même *phyllum*.
- le manque de spécificité des enzymes alginolytiques sur les alginates de différentes algues brunes.
- l'utilisation préférentielle de substrats plus simples que les alginates par les bactéries hétérotrophes.

De plus les essais effectués ont été réalisés en milieu confiné et avec des concentrations bactériennes importantes. Dans le milieu naturel, par épandage de cultures bactériennes pures sur un champ d'algues, il faudrait tenir compte des phénomènes de dilution et de compétition qui minimiseraient l'effet potentiel de ces souches.

Dans le domaine de la bactériologie, la recherche de moyens de lutte contre *Sargassum muticum* pourrait s'orienter vers la sélection, soit de souches bactériennes dégradant un composé spécifique de cette espèce algale seule, s'il en existe, soit de souches pathogènes pour l'algue. Mais il convient néanmoins de formuler quelques réserves sur l'utilisation de ces dernières dans un environnement aqueux et dynamique.

4. VALORISATION

Toutes les tentatives d'éradication, de contrôle et de lutte contre l'expansion de l'espèce ayant, dans tous les pays touchés, échouées, le groupe de travail «Sargasse» avait préconisé l'exploration systématique de toutes les voies menant à la valorisation.

4.1. VALORISATION D'EXTRAITS POUR LA CULTURE

L'intérêt des algues en tant qu'engrais a été mis en évidence depuis longtemps par les populations maritimes (varech, goémon). Par la suite, les industriels ont commercialisé des extraits obtenus à partir de diverses espèces algales (*Ascophyllum* en particulier). Les effets bénéfiques de ces extraits sur les différents stades de développement des végétaux supérieurs (germination, croissance, floraison, fructification,...) ont été vérifiés grâce à de nombreuses expérimentations. On peut citer notamment les travaux de Milton (1961), Stephenson (1966), Challen-Hemingway (1966), Booth (1969), Bluden (1976).

Au Canada, des extraits de *Sargassum muticum* sont utilisés pour favoriser le développement des plantes d'appartement. Aussi, a-t'il paru intéressant de rechercher dans le domaine de la culture de plantes supérieures, l'effet spécifique d'extraits de *Sargassum muticum*. Une série d'expérimentation en ce sens a été menée par Givernaud (Univ. de Caen). Pour toutes les cultures réalisées, il s'agissait de comparer les taux de germination et de croissance en cultivant les plantes sélectionnées dans une solution nutritive témoin, aux résultats obtenus en cultivant les plantes dans un extrait algal de *S. muticum* de concentration variable en matière sèche. Pour chaque espèce de plante utilisée, l'équilibre NPK de la solution nutritive a été calculé en fonction de données bibliographiques (Chouard, 1952) et de la composition d'engrais usuels. Par la suite, l'extrait algal a été utilisé à la concentration 0,2% de matière sèche.

Dans un premier temps, les espèces utilisées ont été la lentille et le persil puis des plantes horticoles plus délicates et ayant un taux de croissance plus faible telles que le cyclamen et les boutures d'hortensia.

Techniques d'extraction : bien qu'il existe un certain nombre d'extraits commercialisés, la littérature est rare sur ce sujet, les techniques d'extraction faisant partie des secrets de fabrication. Aussi a t'il été nécessaire de mettre au point une technique permettant l'extraction des substances intéressantes (sels minéraux, vitamines, phytohormones) sans risque de destruction pour les plus fragiles d'entre elles. Les premiers essais ont été effectués selon les techniques décrites par Milton (1961) et Challen-Hemingway (1965). Les résultats ont été très décevants sur les cultures de lentille servant de test: une inhibition de la croissance a même pu être constatée. Les extractions à chaud n'apparaissant pas comme valables, il a été décidé de travailler à basse température.

L'extraction est pratiquée de la manière suivante :

- le plus tôt possible après la récolte, les algues sont lavées en eau courante jusqu'à ce que la chlorinité de l'eau mesurée par la méthode de Mohr, puisse être considérée comme négligeable, ce qui nécessite 2 ou 3 heures de rinçage,
- les algues sont ensuite égouttées et refroidies à -30°C,
- elles sont broyées aussi finement que possible sans être décongelées,
- à 2 kg de broyat, on ajoute 1 l. d'acide chlorhydrique à 0,01 N. Le mélange est ensuite laissé pendant 3 ou 5 heures à basse température (0 à 4°C). Si le premier broyage n'a pas été fait assez finement, on peut à ce moment recongeler, bouillir et raper le bloc de glace obtenu,
- la bouillie est ensuite filtrée et pressée,
- sur le jus obtenu, on mesure le pourcentage de matière sèche qui sert de référence au niveau des calculs de dilutions pour les cultures,
- la conservation s'effectue sous forme congelée.

Cette technique d'extraction utilisée pour les expérimentations décrites devrait être améliorée à plusieurs niveaux :

- au niveau du broyage, il serait nécessaire de pouvoir travailler encore plus finement et peut être d'avoir recours aux ultra-sons qui permettraient de faire éclater les cellules,
- au niveau de la filtration, il serait nécessaire que celle-ci soit plus poussée de manière à éliminer la fraction solide qui est souvent gênante dans la mesure où elle a tendance à sédimenter dans le fond des bacs.

Il pourrait être intéressant d'extraire les alginates du résidu solide (sous-produit de la fabrication de l'extrait) et de rechercher l'effet de leur addition à cet extrait.

Résultats

Culture de lentille : dans cette expérience, on désirait tester l'influence de l'extrait de Sargasse sur le taux de germination et la croissance des jeunes plants de lentille.

Conditions de culture :

Milieu témoin (dérivé de Hoagland) :

- Ca (NO₃)₂ : 820 mg/l
- KNO₃ : 505 mg/l
- K₂ HPO₄ : 136 mg/l
- Mg (SO₄) H₂O : 240 mg/l

Milieu testés :

- (I) Extrait algal dilué dans l'eau distillée pour obtenir une solution à 0,2% de matière sèche.
- (II) Extrait algal dilué à 0,4% de matière sèche.
- (III) Extrait algal dilué à 0,6% de matière sèche.

Les cultures sont faites sur 1 litre de milieu de culture renouvelé 1 fois par semaine, et dans les conditions suivantes :

- température comprise entre 18 et 20°C,
- hygrométrie comprise entre 80 et 90%,
- lumière : tube fluorescent de type horticole délivrant 2500 à 3000 lux avec une photopériode de 16/8.

	Nbre graines	Nbre graines	Germination	PF	PF unitaire	Poids sec
I	240	164	68,3	41,	0, 5	3,95
II	238	150	63,3	32,0	0,21	3,25
III	240	195	81,2	42,8	0,21	4,55
Témoin	242	165	68,2	43,1	0,26	4,55

Tableau 2 : Effets de l'extrait de Sargasse sur la germination et le développement de cultures de lentilles.

Pour la solution à 0,6% une nette amélioration du taux de germination par rapport au témoin est enregistrée. Au niveau de la croissance, il semble que l'extrait, même en solution à 0,6%, ne permette pas une croissance optimale des plantes car, bien que le poids total des plantes soit équivalent, le poids unitaire moyen est plus fort dans le cas des témoins. Un phénomène d'inhibition de la croissance a pu être induit par une concentration trop importante de l'extrait algal. Aussi, pour les expérimentations suivantes, la concentration maximale testée est-elle limitée à 0,2% de matière sèche.

La cause exacte de cette inhibition reste à définir ; elle pourrait être en partie liée au NaCl non éliminé lors du lavage. Quoiqu'il en soit, du point de vue de l'influence sur les taux de germination, le résultat est tout-à-fait positif puisque l'on constate une amélioration de 13% du taux de germination.

Culture de persil :

pour cette deuxième expérience, l'extrait a été utilisé sur des graines déjà germées.

Conditions de culture :

- milieu témoin

- milieux testés :

I) 1/2 extrait à 0,2% de matière sèche, 1/2 milieu de culture

II) l'extrait algal à 0,2% de matière sèche.

Les cultures sont effectuées dans les conditions suivantes :

- température : environ 20°C

- hygrométrie : 80 à 90%

- lumière : tube fluorescent de type horticole (2500 à 3000 lux), avec une photopériode de 16/8.

	Poids frais de la partie aérienne (g)	Poids sec de la partie aérienne (g)	Poids sec de la partie souterraine (g)
I	29,5	2,25	0,20
II	20,2	1,50	0,08
Témoin	27,0	2,15	0,3

Tableau 3 : Effets de l'extrait de Sargasse sur le développement de cultures de persil.

Au bout de 30 jours en culture, une légère amélioration de la croissance entre les cultures conduites sur milieu minéral et celles conduites sur milieu enrichi en extrait algal peut être constatée. On peut donc penser que l'effet négatif constaté dans les expérimentations précédentes est dû en partie à une carence de l'extrait algal en certains éléments nutritifs. L'amélioration due à l'extrait algal est cependant trop faible pour être intéressante quant à ses applications.

Culture de cyclamen :

La culture a été menée à partir de graines pour vérifier si l'amélioration des taux de germination constatée précédemment existait aussi dans ce cas. Cependant le milieu témoin a été plus ou moins modifié.

Conditions de culture

. Milieu témoin :

HNO₃ : 0,26 g/l
NH₄NO₃ : 0,206 g/l
CO(NH₂)₂ : 0,4 g/l
KH₂PO₄ : 1,065 g/l
Solution de métaux

. Milieux testés :

Pour le lot I, le milieu est constitué pour moitié de solution minérale et pour moitié d'extrait algal avec une teneur de 0,4% de matière sèche.

Pour le lot II, le milieu est constitué d'extrait dilué à 0,2% de matière sèche.

Les cultures sont effectuées dans les conditions suivantes :

- température : environ 18-20°C
- hygrométrie : environ 90%
- lumière : elle est fournie par des tubes fluorescents fournissant 2 500 lux au niveau de la culture, en photopériode 16/8.

Résultats

Lot	Taux de germination
T	35 %
I	40 %
II	75 %

Tableau 4 : - Effets de l'extrait de Sargasse sur la germination du Cyclamen.

Au bout de 45 jours de culture, on constate que le taux de germination du lot II est de 75%, ce qui représente le double du taux de germination constaté pour le lot I et le témoin. Il semble donc bien que l'extrait ait une influence sur le taux de germination. Au niveau de la croissance, on constate, comme dans les expériences précédentes, le plus faible développement des plants cultivés sur l'extrait.

Culture de boutures d'hortensia

Un autre domaine qui a été prospecté est celui du bouturage. Les conditions de culture sont les suivantes :

Conditions de culture

. Milieu témoin : la solution nutritive employée est composée comme suit :

NH₄NO₃ : 0,14 g/l
KNO₃ : 0,17 g/l
CN(NH₂)₂ : 0,13 g/l
K₂HPO₄ : 0,55 g/l

- Milieux testés : le milieu du lot témoin est constitué uniquement de la solution nutritive. Le milieu du lot I est constitué de la solution nutritive, additionné d'extrait en quantité suffisante pour obtenir une concentration équivalente à un extrait à 0,1% de matière sèche. Le milieu du lot II est constitué de la solution nutritive, plus de l'extrait, de manière à obtenir une concentration équivalente à un extrait à 0,2% de matière sèche.

Les cultures sont réalisées dans les conditions suivantes :

- température : environ 20°C

- hygrométrie : environ 90°

- lumière : tube fluorescent de type horticole délivrant 3000 lux avec une photopériode de 16:8

Résultats :

Lot	Nombre de boutures	Taux de survie	Boutures ayant développé des		Nbre total de rameaux latéraux	Observations
			racines	rameaux terminaux		
Témoin	10	50	3	1	1	Jaunissement et flétrissement des feuilles
I	10	70	5	5	11	Feuilles plus développées
II	10	90	7	9	19	Racines plus développées ainsi que les feuilles

Tableau 5 : Effet de l'extrait de Sargasse sur la reprise de boutures d'Hortensia.

Les boutures de 15 cm de long prélevées en avril, sont taillées dans la partie terminale des rameaux de manière à ce qu'elles possèdent toutes un bourgeon terminal en bonne santé. Après 2 mois de culture, une nette amélioration du taux de survie des lots I et II, par rapport au témoin a eu lieu. On constate d'autre part, au niveau des lots I et II, un pourcentage de développement des racines nettement plus important avec, au niveau du lot II, des boutons présentant des chevelus racinaires déjà denses.

En conclusion, il est possible d'affirmer que l'extrait exerce des effets positifs sur la germination et la reprise des boutures. L'expérimentation devra être plus poussée en ce qui concerne la croissance et porter sur un plus grand nombre d'espèces.

4.2 COMPOSTAGE

L'étude menée par le CEVA, (Pleubian), conclut à la faisabilité technique de l'utilisation de la Sargasse en tant qu'agent principal d'un compost. Mais le problème réside dans le coût d'une telle opération, les frais de ramassage étant particulièrement élevés, trois personnes ramassant, en moyenne, 2,5 T/marée de ce matériel toujours en partie immergé. L'algue est ensuite broyée, lavée, puis pressée avec un mélange soit de compost urbain, soit de déchets de bois.

L'examen du tableau d'analyses des mélanges de Sargasse et de substrat carboné fait apparaître un C/N inférieur à 25 pour l'andain à base de compost urbain ; alors que pour les autres déchets de bois (sciure de résineux et copeaux de feuillus), à la mise en andain, le C/N est supérieur à 30, voir proche de 40. Cette différence reste vraie à 4 mois

de maturation, puisque l'andain à base de compost urbain est mature avec un C/N de 18, alors que pour les trois autres substrats, le C/N est supérieur à 25.

La richesse en matière organique est importante pour les andains élaborés à partir de déchets de bois (taux supérieur à 60%) alors qu'elle représente 45% pour ceux à base de compost urbain.

Un compost «sargasse-compost urbain» semble donc être préférable à un compost «sargasse-déchets de bois».

Les teneurs en azote et en potassium ne présentent pas de différences significatives entre les différents substrats. Les taux d'azote vont de 0,8 à 1,2% ; ceux de potassium de 4,5 à 5%. Ces valeurs dépendent de la richesse de la Sargasse.

Conclusion

L'opération préalable de broyage de l'algue ne présente pas un intérêt significatif sur le déroulement du compostage et la qualité du produit obtenu. L'opération de lavage à l'aide de filets immergés permet d'éliminer les deux tiers du sodium et, par là-même, de réduire de moitié la conductivité (1500 μS au lieu de 3000 à 4000 μS), mais plus de la moitié du potassium est perdue (valeur fertilisante). Le pressage augmente la matière sèche des algues brutes de 7 à 10 points, permettant d'obtenir un produit de 20-25% de matière sèche. Le moyen d'aération le plus efficace, au cours de la phase de fermentation, est le retournement. En ce qui concerne le déroulement du compostage, il semble que le taux de matière sèche du mélange soit déterminant pour obtenir un échauffement suffisant. La valeur de 30% de matière sèche est, semble-t-il, la valeur minimale. La valeur de 30-35% en matière sèche des déchets de bois est le maximum à ne pas dépasser pour obtenir un produit à C/N correct en fin de fermentation. Le C/N du compost urbain étant plus faible que les autres substrats, des mélanges à 50-60% peuvent être effectués. La nature du substrat carboné influe sur le déroulement du compostage, mais aussi sur la qualité du produit obtenu. Le compost Sargasse-compost urbain nécessite un mois de fermentation et 14 mois de maturation. Pour les autres substrats testés (sciure et copeaux de feuillus, sciure de résineux), la maturation doit être plus longue pour obtenir un C/N inférieur à 20. Si les teneurs en azote et potassium sont comparables pour les différents substrats testés (1% et 5%, respectivement), le taux de matière organique est plus fort dans le cas d'utilisation de déchets de bois (65%), que dans le cas du compost urbain (45%).

Le suivi de ces différents paramètres montre bien la faisabilité technique de l'utilisation de la Sargasse en tant qu'agent principal lors de l'opération de compostage. Le compost obtenu répond à la norme NFU44-051 des amendements organiques. Le problème principal réside dans le coût d'une telle opération, grevée par le ramassage, qui élève considérablement le prix du produit final. (120F/T contre 25 à 50F/T pour *Ulva lactuca*). Ceci dit, la rationalisation des techniques de ramassage ainsi que l'évolution des méthodes de compostage seraient de nature à diminuer le coût de ce produit.

4.3 ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES ALGINATES

Cette étude a été effectuée dans le cadre de la thèse de Doctorat de Mlle C. Boyen dont les objectifs étaient d'extraire, de purifier, d'analyser les alginates ainsi que de tester leurs propriétés au niveau de la viscosité. Les méthodes d'extraction et de purification existantes ont été utilisées. Celle de Semesi montre que le rendement atteint 17,8% et peut varier de 14 à 18% selon la période de l'année. La quantité de fucose est de 2,3% en moyenne, ce qui est considéré comme assez faible.

Le comportement rhéologique des alginates a été étudié. Pour un même mode d'extraction, les masses moléculaires des alginates peuvent être très différentes, suivant leur origine. La méthode de Hang dégrade moins le polymère que celle de Semesi. Pour *Sargassum muticum*, le coefficient de Viriel est de $3,9 \cdot 10^{-3}$ alors qu'il atteint $5 \cdot 10^{-3}$ pour *Laminaria digitata*. Un changement de conformation induit par l'augmentation de la force ionique en calcium a été mis en évidence. Quand la valeur

de la concentration en calcium passe de 10^{-4} à $5 \cdot 10^{-4}$ M on assiste à une augmentation importante et brutale de la masse moléculaire. L'agrégation se produit plus rapidement pour l'alginate de 5 m, ce qui signifierait qu'il est plus apte à former un gel.

Conclusion

Les méthodes d'extraction décrites précédemment ont permis d'obtenir deux échantillons d'alginate extraits de *Sargassum muticum*. Afin de fournir des éléments de comparaison, des extractions ont également été faites à partir de thalles de *Laminaria digitata* qui est la principale espèce récoltée par les industriels de l'alginate.

Les résultats de l'analyse chimique montrent que les extraits basiques ont un degré de pureté satisfaisant. Ils sont en effet faiblement contaminés par les fucanes et contiennent en moyenne 60% de résidus uroniques. Par ailleurs, l'étude rhéologique et les mesures en diffusion ont abouti à un début de caractérisation physico-chimique des alginate, en déterminant les deux paramètres suivants : viscosité intrinsèque et masse moléculaire. Une analyse chimique ultérieure doit permettre de déterminer le rapport M/G, c'est-à-dire les proportions relatives des résidus mannuroniques et guluroniques.

Trois techniques seront utilisées pour mesurer ce rapport M/G :

- hydrolyse partielle et dosages colorimétriques (Haug A. et al., 1974),
- spectres de dichroïsme circulaire (Morris E.R. et al., 1980),
- analyse par HPLC (Voragen Agj, 1982).

D'autre part, l'étude physique s'est poursuivie sur trois points :

1. Caractérisation du comportement non-newtonien des solutions d'alginate par mesure de la vitesse de cisaillement sur la viscosité, à différentes concentrations en polymères.
2. Etude de la transition sol-gel lorsqu'on augmente la concentration en calcium de la solution d'alginate. Les premiers résultats obtenus montrent qu'il est possible de suivre cette transition par suivi de l'augmentation de la masse moléculaire du polymère, en diffusion de la lumière.
3. Mesure de la force des gels.

4.4. UTILISATION DE SARGASSUM MUTICUM COMME FLOCCULANT DES EAUX CHARGÉES DE MATIÈRES ORGANIQUES

Cette application a été testée par le laboratoire de l'Université Catholique d'Angers (Mme Bremond). Les parois de *Sargassum muticum* renferment des alginate et des fucoïdanes protégés par des polyphénols. L'association des alginate, polymères d'acide mannuronique et guluronique, avec les fucoïdanes, chaînes ramifiées de fucoses sulfurisés, forme une énorme molécule prête à flocculer facilement. Un produit actif, conditionné sous forme de poudre, a été mis au point. Les algues sont trempées 5 mn dans de l'eau ordinaire pour enlever les sels et les polyphénols, puis séchées et pulvérisées. Avec des quantités faibles, de l'ordre du g/l d'eau polluée, des effluents de conserveries, d'abattoirs et d'élevage de poissons sont clarifiés à 80%. De plus, les flocculants riches en protéines et en oligo-éléments sont entièrement biodégradables. Leur commercialisation en tant qu'engrais est également à étudier. L'intérêt de cette méthode est son prix de revient modéré, sa rapidité, et le coût modique des installations nécessaires, moins onéreuses que pour la méthode utilisant les bactéries.

Cette méthode de flocculation à l'aide des Sargasses paraît s'imposer quand :

- les conditions sont défavorables à la multiplication des bactéries ;
- l'eau à dépolluer est trop riche en soude, en sels ou en détergents ;
- la nature des effluents et leur charge varie d'un jour à l'autre, comme c'est le cas des conserveries de légumes ;

- la température extérieure est trop basse.

Elle paraît utile même dans les cas où la dépollution par voie microbienne est possible, car elle est capable d'assurer une pré-dépollution rendant plus facile et plus rapide l'action ultérieure des bactéries.

4.5 EVALUATION PHARMACOLOGIQUE

4.5.1. «Screening»

Après extraction par trois solvants de polarité croissante, l'évaluation pharmacologique a été réalisée par les laboratoires Panlabs (Taiwan). Aucun effet pharmacologique majeur n'a été mis en évidence mais, cependant, des activités antioedémateuses et antiagrégantes plaquettaires ont pu être décelées. Elles pourraient trouver une application en thalasso-thérapie.

4.5.2. Approche chimique et recherche de composés d'intérêt biologique

Elle a été menée par M. Girard (Laboratoire de chimie organique pharmaceutique, Montpellier).

Parmi les spécialités pharmaceutiques actuellement vendues en France, 34 renferment des algues brunes et des alginates, 24 des algues rouges, sans compter quelques préparations homéopathiques. Parmi les différentes utilisations potentielles des Sargasses il faut citer :

Leur emploi comme source d'alginate : trois espèces de Sargasses en Amérique du Sud sont sources d'alginates : *Sargassum cymosum*, *Sargassum stenophyllum* et *Sargassum vulgare*. Aux Indes, les Sargasses dont on extrait les alginates sont très nombreuses. Il faut surtout citer : *Sargassum tenerrinum*, *Sargassum vivrightie*, *Sargassum myrcocystum*, *Sargassum cinerum*, *Sargassum hystriise*.

Leur utilisation potentielle dans l'alimentation : de tout temps, et surtout au Japon, les algues ont présenté un intérêt nutritif. Parmi les Sargasses, il faut citer *Sargassum fulvellum* et *Sargassum thunbergii* riches en vitamine, acide folique, acide pantothénique, licithine et inositol.

Au plan thérapeutique, les actions suivantes sont remarquées :

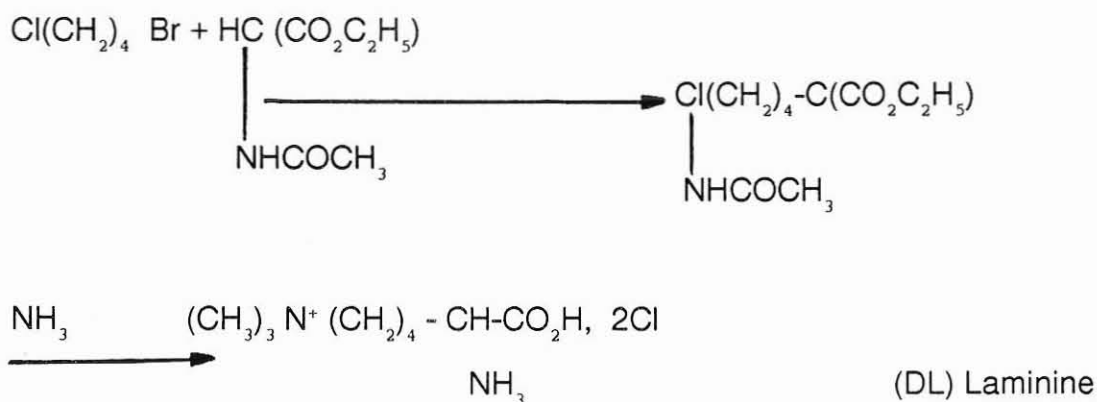
- diurétique : *Sargassum liniifolium* et *Sargassum natans* sont utilisables aux Indes contre la lithiase urinaire alors que *Sargassum sitesqualium* serait un bon diurétique,
- hypocholestérolémiante : cette action est signalée depuis longtemps chez de très nombreuses algues marines. Les principes actifs responsables semblent varier parmi les algues brunes : Laminaires (alginate, glucine, acide laminaire); Sargasses (polypeptide): *Sargassum ringoldianum*,
- hypoglycémiant : *Sargassum confusum* et *Sargassum vulgare*,
- circulation sanguine : en Chine, *Sargassum fusiforme* et *Sargassum thunbergii* sont utilisées comme régulateurs de la pression. Les Laminaires et algues brunes apparentées dans certaines préparations contiennent de grandes quantités d'histamine et manifestent une action hypotensive attribuée jusqu'ici à un amine acide, la lamnine,
- action dépressive sur le système nerveux central : *Sargassum tenerrinum*,
- antimicrobienne : *Sargassum ringoldianum* et *Sargassum julvellum* contiennent des dérivés phénoliques du type phloroglucinol et diphloretol qui seraient responsables de ce type d'action. Notons aussi que des substances à potentialité antibiotique comme les complexes Sarganines A et B ont été décrits chez *Sargassum natans*. Il faut

rappeler enfin l'activité antifongique de *Sargassum tenerrinum* et *Sargassum cinctum*.

- antitumorale : *Sargassum thunbergii*, *Sargassum horneri*, *Sargassum tortile*, *Sargassum hemiphyllum* ont été testées, sans grand succès, sur le plan antitumoral. Les polyosides sont supposés responsables de ce type d'activité.

Conclusion et perspectives

Ce «screening», comme celui de Panlabs, met en évidence l'absence d'effet pharmacologique majeur. Le seul susceptible d'être classé aux doses étudiées est l'effet hypotenseur transitoire de l'extrait aqueux. L'étude du mécanisme d'action du ou des produits responsables de cet effet présente un intérêt sur le plan fondamental. Il faut rappeler que si les Laminaires sont souvent citées dans les ouvrages de médecine traditionnelle orientale dans le traitement de l'hypertension, une seule référence fait mention d'une «normalisation de la pression sanguine» chez les Sargasses de la famille des Cystoseiracées. Takemoto et coll. ont été les premiers à isoler un amino-acide basique, la lambine. Cet amino-acide serait très largement distribué chez les algues brunes de la famille des Laminariacées. L'action hypotensive, faible, serait comparable à celle de la choline également retrouvée dans des extraits de diverses espèces de Laminaires. Baslow concluait en 1969 en indiquant que l'origine de l'action hypotensive n'était pas complètement élucidée bien que des constituants comme la lambine ou la choline puissent jouer un rôle important dans la production d'un tel effet. Funayama et coll. montrent d'ailleurs que les préparations commerciales de Laminaires conduisent à s'interroger sur l'origine réelle de l'effet hypotenseur observé pour les Laminaires et *Sargassum muticum*. La lambine est-elle le produit responsable ? Pour lever toute ambiguïté, nous avons décidé de réaliser l'étude pharmacodynamique de la lambine et avons donc réalisé sa synthèse avec la triméthylamine selon le schéma ci-après :



Ce produit a été purifié par passage sur Amberlite IRA410 et isolé par HPLC (C18, H₂O). Il a pu être vérifié ainsi que la lambine était présente en quantités très faibles (< 0,05%) dans l'extrait aqueux de *Sargassum muticum*, extrait par ailleurs trop complexe pour penser pouvoir isoler cet amino-acide. L'étude entreprise devrait lever toute ambiguïté sur le profil d'activité de la lambine. Sa similitude de structure avec le décaméthonium conduira à examiner tout particulièrement son activité en fonction des doses d'administration.

4.5.3. Propriétés anticoagulantes des fucanes sulfatés

4.5.3.1. Technique de préparation des parois.

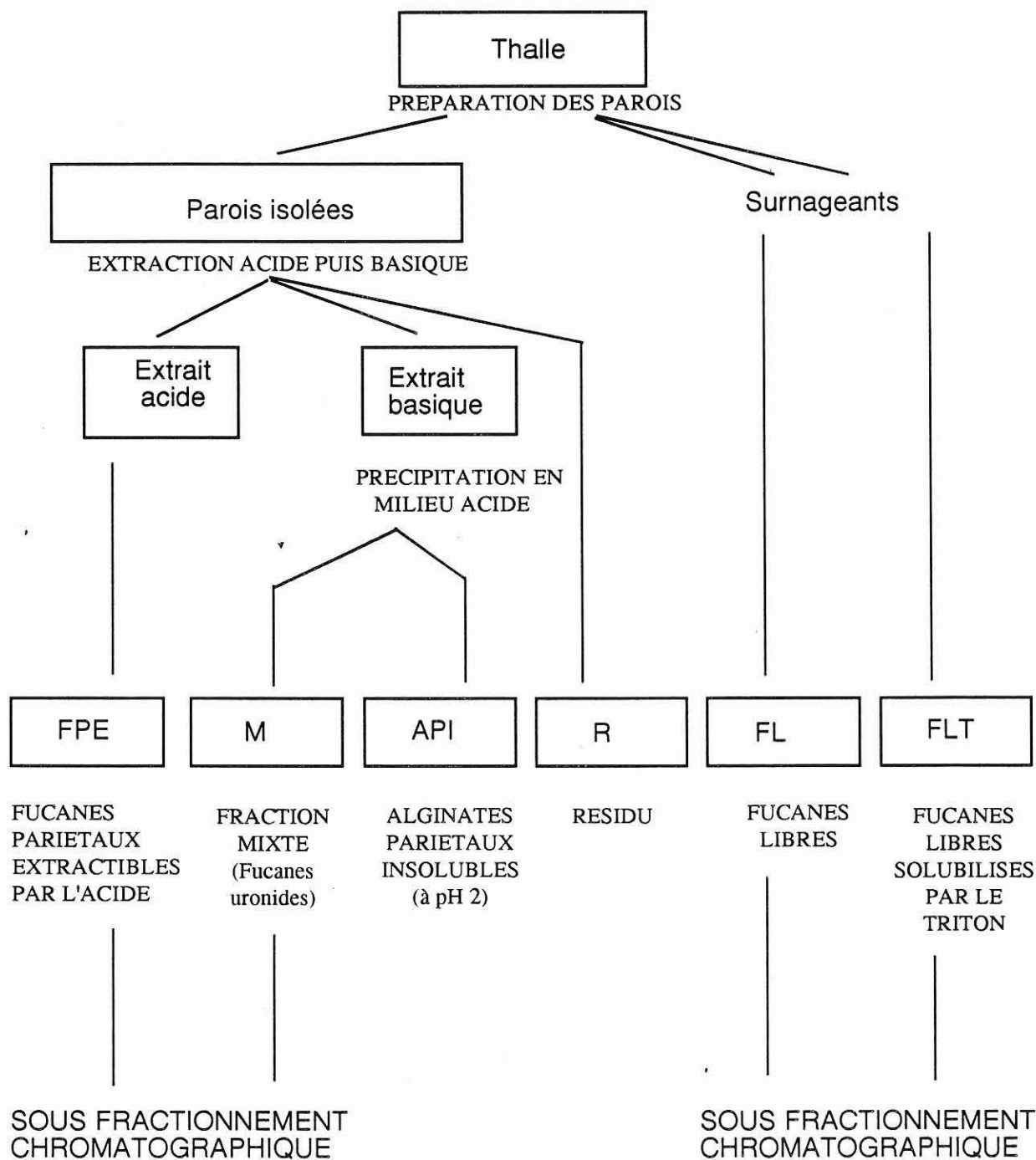


FIG. 37 : Schéma de fractionnement des thalles

4.5.3.2. Résultats

Ces premiers résultats indiquent que ce sont les fractions de type fucoidane qui possèdent l'activité la plus élevée, environ 10% de celle de l'héparine (Grauffel, 1985). Ces fucanes sont des homopolymères très sulfatés à base de fucose-4-sulfate. Ils sont particulièrement abondants chez les espèces de haut niveau telles que *Pelvetia canaliculata* ou *Fucus vesiculosus* mais *Laminaria digitata* en renferme également des proportions notables, de 2 à 5% de la masse sèche environ. Une étude plus détaillée de l'un des échantillons testés montre que les fucoidanes ont un caractère «héparine-like» vis à vis de la thrombine par l'antithrombine III. Ces travaux méritent d'être approfondis dans trois directions :

- rechercher ou fabriquer des fractions à plus fort pouvoir anticoagulant, par exemple en fractionnant leur masse à l'aide d'enzymes spécifiques,
- définir plus précisément le mécanisme d'action des fucoidanes sur la coagulation,
- étudier un mode de préparation basé sur la récupération des polymères au cours du processus d'extraction industrielle des alginates de *Laminaria digitata*.

4.6. EVALUATION PARA-PHARMACOLOGIQUE

Elle a été menée par le Centre Atlantique d'Etudes en Cosmétologie, Nantes (Mme Roeck-Holtzauer)

4.6.1. Recherche de composants vitaminiques

4.6.1.1. Vitamines liposolubles

Rétinol : à l'origine de la formation du pourpre rétinien indispensable à la réception de la lumière.

- la teneur dans l'algue fraîche et dans l'algue cryobroyée varie du simple au double,
- maxima en juin. Il est difficile à quantifier.

Cholécalciférol (D3) : hormone contrôlant le mécanisme du calcium, et rôle protecteur de la peau vis à vis des ultra violet

- sur algue cryobroyée, très faible pourcentage de vitamine D3 (<1 ppm PS).

Tocophérol (E) : protection des membranes, contribution à l'intégrité de la chaîne respiratoire mitochondriale,

- très faible concentration (<10 ppm PS),
- présent en été et apparemment absent en hiver sur les formes buissonnantes.

Phytoménadione (K1) : synthèse, au niveau du foie, d'un enzyme essentiel pour la coagulation sanguine : la prothrombine

- (*Sargassum muticum* semble en contenir un fort pourcentage).

4.6.1.2. Vitamines hydrosolubles

Elles interviennent dans des réactions enzymatiques de dégradation et de synthèse dans la cellule.

Thiamine (B1) : intervention dans métabolisme des glucides,

- présence détectée

riboflavine (B2) : rôle de coenzyme pour réaction de déshydrogénation de la respiration cellulaire,

- présence (65 ppm poids sec et 10 ppm en poids cryobroyé). Les quantités augmentent

avant la libération des produits fertiles en été. Les formes hivernales et printanières sont pauvres en B.2.

Ryridoxine (B6) : rôle de coenzyme des réactions de catabolisme protéique et autres processus de détoxification hépatique.

- la présence est soupçonnée mais n'a pu être décelée pour raisons techniques

Cyanocobalanine (B12) : métabolisme des sels de l'acide folique ; n'existe pas dans les végétaux mais *Sargassum muticum* est parasitée par des microorganismes qui sont susceptibles d'en posséder,

- présence non décelée pour raisons techniques .

Niacinamide (PP ou B3) : constituant du NAD, coenzyme des déshydrogénases ; intervention dans des cycles comme la respiration cellulaire. La carence en PP provoque la pellagre.

- présence décelée

Ascorbique (C) : rôle dans la régulation du potentiel d'oxydoréduction cellulaire et dans la synthèse des bases composant les acides nucléiques (carence = scorbut).

- forte concentration décelée dans les algues fraîches. Elle reste cependant inférieure à la moyenne décelée dans les fucales.

Sargassum muticum se distingue donc en définitive des autres algues par sa teneur en Phytomé-nadione (K.1)

4.6.2. Essais d'efficacité bactériostatique

Une crème à 20% de *Sargassum muticum* a été contaminée par *Klebsiella pneumo-niae*. L'extrait de *Sargassum muticum* possède un réel pouvoir bactéricide sur cette espèce puisque le nombre de germes est passé de 108.10^6 germes/g au jour 0 à 98.10^2 neuf jours après. Les résultats sont supérieurs à ceux d'une crème à 20% d'éthanol : contaminée à 246.10^5 g/g au jour 0, elle contient encore 103.10^4 g/g au bout de 9 jours.

4.6.3. Screening cosmétique

Trois axes de recherche ont été définis :

- formulation d'une crème gommante aux fins de nettoyage et stimulation de la peau,
- formulation d'un dentifrice
- formulation d'une crème de jour aux fins de protection des agressions extérieures et de prévention du vieillissement,

Conclusion :

- la détermination de la teneur en vitamines d'une algue donnée est un travail de longue haleine qui nécessite :

. une matière première conservée convenablement jusqu'à son analyse : le cryobroyage immédiat est une première réponse à ce problème. Dans certains cas, il faudra aller jusqu'à la lyophilisation de l'algue aussitôt après sa cueillette,

. des méthodes extractives spécifiques à chaque type de vitamine. La méthode originale mise au point pour l'extraction de la vitamine K1 est un exemple de ce type de recherche à mener vitamine par vitamine,

. des méthodes de détection par HPLC sur colonnes spécifiques permettant une évaluation très fine de très faibles quantités de vitamine, (de l'ordre de 100 ppm)

. la richesse en vitamine C et K doit permettre des applications intéressantes en cosmétologie et en pharmacie,

- un certain pouvoir bactériostatique de l'extrait alcoolique de Sargasse serait à évaluer plus précisément, à un moment où l'on recherche des conservateurs naturels pour maintenir la propreté des produits cosmétiques au cours de leur stockage et de leur utilisation.
- la poudre de Sargasse a un pouvoir gommant et abrasif à exploiter plus précisément dans les masques, crèmes gommantes et dentifrices, avec le souci d'une matière première correctement micronisée.
- l'extrait d'algue *Sargassum* pourrait être incorporé dans des cosmétiques de soins, type lait ou crème avec une expérimentation plus ample permettant de suivre l'évolution de l'état de surface cutanée, lors d'une utilisation en cure ponctuelle de ces types de cosmétiques.

En définitive, les taux des différentes vitamines présentes dans *Sargassum muticum*, ont pu être établis. L'étude de «screening» cosmétique a également montré différentes applications et utilisations possibles de cette algue.

4.7. AUTRES ESSAIS ET RESULTATS

4.7.1. Chromatographie en phase vapeur des vésicules

Les vésicules se formant à l'abri de l'air, il apparaissait intéressant de pratiquer l'analyse des gaz formés. Pour l'instant, sur appareil équipé pour l'analyse du méthane, de l'éthylène et de l'acétylène, les résultats ont été nuls.

4.7.2. Détection d'acides gras

L'acide arachidonique (vitamine F) a été détecté en quantité importante. Il intervient dans l'élaboration d'une hormone de synthèse.

5. DERNIERES INFORMATIONS

Un eczéma professionnel a été détecté et soigné chez un marin pêcheur. Il est dû au Bryozoaire *Electra pilosa* et à *Sargassum muticum*. Une étude allergologique de *Sargassum muticum* serait nécessaire si de nouveaux cas d'eczéma de contact sont rapportés. De manière indirecte, une allergie de contact due à *Anemonia sulcata*, fixée sur *S. muticum*, a été mentionnée en 1987 (Golfe du Morbihan).

6. PROSPECTIVE

L'implantation massive d'épiphytes sur le support naturel que constituent les populations de *S. muticum* perturbe son développement. En effet, le poids de ces épiphytes entraîne prématurément les frondes sur le fond, où elles se décomposent progressivement. L'une des gênes principales, qui est celle d'entrave à la circulation maritime, en est, par là même, fortement diminuée. L'identification des épiphytes responsables révèle qu'il s'agit d'espèces indigènes dont la culture contrôlée ne poserait pas de problèmes. La dissémination, aux moments les plus opportuns, pourrait constituer une méthode de lutte. Elle suppose naturellement une maîtrise des conséquences possibles dans le milieu d'une telle dissémination massive d'épiphytes potentiels.(Fig. 37)

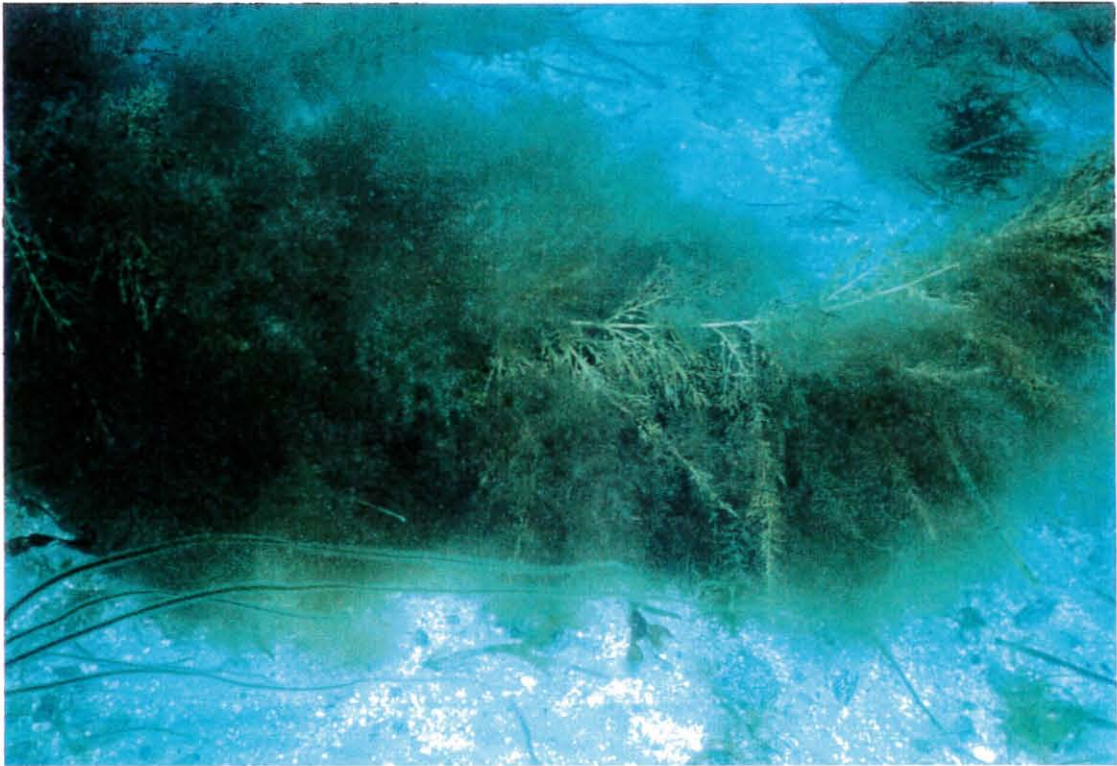


FIG 37 : Ile de Ré - Développement d'épiphytes sur *Sargassum muticum*

CONCLUSION GENERALE

La première signalisation, en France, en 1975, de l'algue *Sargassum muticum*, a déclenché un vif intérêt, à la mesure de l'expansion spectaculaire de cette espèce et des problèmes posés. Après une période d'observation par les phycologues français et anglais, confirmant la persistance, l'extension du phénomène, et les doléances des professionnels de la mer, de plus en plus gênés par ce développement végétal anarchique, un programme de recherche coordonné a été demandé en 1982 au CNEXO par les Ministères de la Mer et de l'Industrie.

Ce programme d'action, établi en 1983 avec l'aide d'un groupe de travail, a été articulé autour des thèmes suivants :

- suivi de l'expansion
- acquisition de données biologiques
- lutte
- valorisation

Les résultats obtenus quant au suivi de l'expansion et à l'analyse des données biologiques (croissance comparée au Japon et en France, notamment) permettent de répondre aux questions suivantes :

- pourquoi *Sargassum muticum* se développe t'elle en masse partout ailleurs qu'au Japon ?
- quels sont les problèmes posés par le développement anarchique de *Sargassum muticum* ?
- l'expansion de cette espèce continue t'elle ?
- quelle est la stratégie d'étude et de lutte la plus appropriée ?

Pourquoi *S. muticum* se développe t'elle en masse partout ailleurs qu'au Japon?

Des éléments de réponse ont pu être apportés à la suite d'une mission menée au Japon (14 avril-9 mai 1985)

- Parmi les facteurs limitant l'expansion de *S. muticum* au Japon, il a pu être déterminé:
- la présence de brouteurs spécifiques divers et très actifs (aphasies, abalones, oursins, poissons herbivores...)
 - un aspect de compétition intraspécifique

S. muticum entre en compétition avec *S. hornerii*, *S. thunbergii*, *S. patens* et *S. serratifolium (macrocarpum)*. Dans certains secteurs, plus de 10 espèces différentes de sargasses se succèdent, de la côte au large. *S. muticum* est généralement limitée entre la côte et le premier peuplement de Sargasse concurrente, qui est généralement *S. hornerii*, donc entre les isobathes 0 et -3m. Les biomasses dans l'ordre d'importance décroissant concernent les espèces suivantes : *S. hornerii*, *S. patens*, *S. serratifolium*. Par ailleurs, l'amplitude des marées, inférieure à celle enregistrée le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique, constituerait un facteur déterminant la taille de l'espèce. En effet, celle ci ne dépasse pas 3m de longueur, en général, au Japon (exceptionnellement 4m en Mer de Chine, à Fukuoka) alors que le long des côtes européennes se sont développés des individus de plus de 10m.

La comparaison des teneurs en ion ammonium entre la Baie de Mangoku-Ura, lieu d'importation, et l'étang de Thau est en défaveur de ce dernier secteur. L'incidence exacte de ce composé sur le développement de *S. muticum* serait à approfondir.

Quels sont les problèmes posés par le développement anarchique de *Sargassum muticum*?

- conchyliculture

- exploitation de coquillages non fixés

lorsque le nombre de flotteurs atteint un nombre suffisant, le coquillage peut être soulevé (poussée d'Archimède), et emmené par les courants en dehors de son parc d'origine.

- exploitation de coquillages fixés

le développement de ces algues est tel qu'elles créent un barrage aux mouvements naturels de la marée, retardant le flot et le jusant ; l'accès aux tables situées aux plus bas niveaux est rendu difficile, voire impossible. Le naissain fixé sur les bouchots peut être décroché par le contact incessant avec les algues qui le fouette ; enfin celles-ci, recouvrant les défenses en plastique disposées à cet effet permettent l'accès des prédateurs. Dans l'étang de Thau, les cordes de soutien des poches de culture sont alourdies par les algues qui les recouvrent.

- pêche

Inaccessibilité pour la pêche à pied et au filet, recouvrement des casiers, difficulté de navigation côtière pour les petites embarcations sont parmi les gênes les plus citées. Les axes dressés de l'algue peuvent également engorger les crépines, être aspirées avec leur support, et s'emmêler dans les hélices.

- plaisance, baignade, planche à voile sont gênées dans les secteurs de forte prolifération

- médicaux

Des allergies de contact ont été diagnostiquées : elles apparaissent, pour l'instant exceptionnelles.

L'expansion de *Sargassum muticum* continue t'elle ?

Deux voies ont été suivies pour tenter d'apprécier la dynamique de la colonisation :

- une enquête de style «traditionnel» par diffusion de fiches, avec l'aide des Directions d'Affaires Maritimes à destination des professionnels de la mer concernés.

De 1983 à 1990, malgré un pourcentage de réponse national de 1,44%, avec un maximum de 2,74% pour la région Bretagne, la progression de l'expansion a pu être caractérisée et réactualisée année après année.

- l'exploitation de données de télédétection spatiale et aérienne, validées par des données de terrain, acquises sur des secteurs particulièrement touchés (île de Ré, Baie de Morlaix, Golfe du Morbihan, Etang de Thau)

De manière générale, présente de manière irrégulière sur toutes les côtes Manche-Atlantique, l'espèce a augmenté sa dispersion et sa densité. Cependant, des disparitions et des diminutions très ponctuelles ont été constatées en Rade de Brest (Anse du Poulmic) ainsi qu'à St Vaast-la-Hougue, pour des raisons non élucidées. Il en est de même dans le Golfe du Morbihan, où des fluctuations importantes ont pu être constatées. Sur le littoral méditerranéen, des diminutions spectaculaires ont eu lieu dans l'étang de Thau. D'après Lauret (USTL) elles seraient dues, sur substrat rocheux, à un broutage des germinations par l'oursin *Paracentrotus lividus*, dont le nombre aurait fortement augmenté. Il est vraisemblable que dans ce secteur, comme dans d'autres, il sera possible d'assister, au cours des années à venir, à des fluctuations plus ou moins importantes correspondant à des équilibres et ajustements des popula-

tions végétales en fonction de prédateurs plus ou moins performants et nombreux et de la capacité d'acceptation du milieu marin. Cependant, il paraît utopique, vu les capacités d'implantation de *Sargassum muticum* d'espérer sa disparition rapide de nos côtes : l'espèce fait désormais vraisemblablement, pour une longue période, partie de la flore indigène.

Il faut également citer, dans le secteur du Fier d'Ars, à l'île de Ré, le cas d'une éradication due entièrement à l'homme. La population de Sargasses, particulièrement dense en ce lieu, a joué le rôle de collecteur vis à vis des naissains de moules. D'après Fillon (laboratoire DEL, la Rochelle), ces moules, lors de leur développement, ont entraîné les frondes de sargasses sur le fond. Sur ce nouveau substrat, recouvert rapidement par des sédiments se sont développés d'autres plants de Sargasse : ainsi se seraient rapidement constituées plusieurs strates de moules, d'intérêt commercial. Aussi, dès juin 1990, et jusqu'à mars 1991, un ramassage intensif de moules, évalué à au moins plusieurs milliers de tonnes, a-t-il entraîné une éradication des sargasses et le retour à une situation quasi normale quant à la circulation des eaux dans ce secteur.

Quelle stratégie d'étude faut-il adopter pour permettre de développer la lutte la plus efficace possible?

Essai de compréhension des mécanismes d'implantation

Le succès fulgurant de *Sargassum muticum* partout ailleurs qu'au Japon conduit naturellement à une comparaison des conditions régissant l'espèce dans son milieu d'origine avec celles de ses eaux d'adoption.

L'étude comparée des paramètres physico-chimiques (David, 1985) met en évidence une teneur plus élevée en ions ammonium au Japon (Baie de Mangoku-Ura) qu'en France (Etang de Thau). Elle ne peut à elle seule expliquer pourquoi *Sargassum muticum* se développe de façon explosive à l'extérieur des eaux japonaises.

L'étude des caractéristiques biologiques et des modalités d'implantation montre qu'à la stratégie très performante de dissémination des produits sexués a correspondu, dans un premier temps, une niche écologique disponible.

Le zygote de *Sargassum muticum* est, en effet, doué d'étonnantes capacités de fixation qui lui permettent de coloniser les substrats les plus hétéroclites, même susceptibles d'être remis en jeu par les marées. Dans des conditions qui peuvent s'avérer très difficiles, il n'en est pas moins étonnant qu'une fronde érigée de grande taille se développe. Ces facultés ont donc permis à *Sargassum muticum* de s'implanter, en France, dans des secteurs où aucune autre algue dressée ne pouvait se développer.

L'absence de ses prédateurs japonais habituels, de compétiteurs végétaux du même groupe, et les pratiques d'échanges entre bassins ostréicoles ont favorisé sa dissémination.

Suivi du phénomène d'expansion

Aussi spectaculaire que soit le développement d'une espèce, le déploiement d'études visant à lutter contre de telles proliférations ne peut se justifier que par la persistance de gênes dues à la présence de l'espèce concernée. Il est donc nécessaire de mettre en place un dispositif de suivi du phénomène, afin de pouvoir répondre aux questions fondamentales suivantes :

- **l'expansion continue t-elle?**
- **quels sont les facteurs régissant ses fluctuations ou son arrêt?**

Pour ce faire, deux procédures ont été utilisées, qui ont permis de résoudre la plupart des problèmes logistiques.

La cartographie rapide d'une telle expansion, susceptible de concerner la majeure partie des côtes européennes a pu être établie grâce aux professionnels de la mer, catégories les plus sensibilisées car les plus touchées. Des fiches signalétiques ont été distribuées par le biais des Affaires maritimes, puis collationnées et enfin analysées par l'IFREMER. Les données quantitatives, indispensables à la définition de stratégies de lutte par ramassage, ont été obtenues par exploitation de données de télédétection aérienne et spatiale, corrélées à des données de biomasse obtenues sur le terrain.

Essais de valorisation

Le financement des coûts considérables d'enlèvement dûs à l'énorme biomasse développée constitue un problème aigu, parfois impossible à résoudre. La recherche systématique des possibilités d'utilisation directe ou indirecte de la biomasse végétale gênante a été menée, dans les buts d'intéressement ainsi que d'amortissement des frais d'enlèvement.

Le bilan des résultats obtenus incite à une attitude mitigée. En effet, si *Sargassum muticum* s'avère être une source potentielle d'alginate, comme toute les Phéophycées, le pourcentage de celle-ci, moins élevé que celui de *Laminaria digitata*, sa qualité et surtout sa teneur en polyphénols ainsi que la morphologie même de l'algue, obligerait à une modification complète des chaînes de traitement existantes.

L'évaluation pharmacologique a permis de déceler des activités antioedémateuses et antiagrégantes plaquettaires, un effet hypotenseur, ainsi que des propriétés anticoagulantes des fucanes sulfatés issus des parois.

L'évaluation para-pharmacologique a mis en évidence des teneurs élevées en vitamines C et K.

Un compost de bonne qualité peut être obtenu, mais n'apparaît pas, sauf en cas de recherches plus poussées en ce sens, comme commercialement concurrentiel.

Des extraits de *Sargassum muticum* exercent des effets positifs sur la germination et la reprise des boutures de plantes supérieures. Enfin, l'utilisation de préparations, sous forme de poudres, de cette algue ont permis, sous certaines conditions, d'épurer des eaux chargées de matières organiques.

A l'heure actuelle, et en l'état de nos sources d'informations, aucune de ces pistes n'a fait l'objet d'une exploitation de type industriel. Il faut cependant mentionner que ces résultats n'ont fait pour l'instant l'objet que de mentions dans des revues scientifiques ou de communications succinctes aux quelques industriels qui se sont manifestés et que leur diffusion mériterait d'être plus élargie.

Prospections des possibilités de lutte directe.

Les techniques de lutte chimique, par herbicide ou tout autre produit, phytohormones, par exemple, se heurtent aux impossibilités de contrôle inhérentes au milieu marin. Il n'a, par ailleurs, pas été possible de trouver, disponibles, des produits suffisamment sélectifs. Aussi, ce sont, par la force des choses, les techniques de lutte mécanique les plus immédiates qu'il a fallu privilégier. Les acquis de données biologiques fondamentales tels la période de reproduction, variable suivant les régions, la durée de viabilité des produits sexués, les périodes de croissance et de densité maximales, ainsi que les données de stock, acquises par télédétection, se sont avérées essentielles pour rationaliser la lutte par enlèvement mécanique.

C'est donc la conjonction de données diverses, de prime abord disparates, qui a permis de définir les outils du moment les plus adaptés.

Alors que de nouvelles espèces continuent de s'implanter avec succès sur les côtes françaises, tel *Caulerpa taxifolia*, accompagnées chacune d'un cortège de nuisances diverses, il apparaît de plus en plus urgent de se donner des moyens de lutte efficace. Ceux ci incluent non seulement des avancées significatives dans le domaine scientifique, mais également dans le domaine législatif.

Enfin, la délivrance d'autorisations d'importation et de culture d'espèces marines nouvelles devrait désormais prendre en compte, au premier chef, **les bouleversements écologiques et économiques qu'elles sont susceptibles d'entraîner et non pas l'intérêt commercial apparent représenté.**

Remerciements

Il nous est agréable de remercier ici:

**tous les partenaires, scientifiques, administratifs, industriels et les bénévoles,
du Programme Coordonné Sargasse.**

ainsi que:

Monique Chapon, IREMER/DITI (conception, mise en page du document, PAO: logiciel
Page Maker),

Catherine Coriou, IFREMER/DEL, secrétariat,

Jean-Pierre Annezo, Pierre Bodénes, IFREMER/DEL, dessinateurs,

Michel Plassard, IFREMER/RP, atelier de reprographie.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- ABBOTT, I.A.M.S. FOSTER and L.F. EKLUND. 1980. Pacific Seaweed Aquaculture. Proceedings of a Symposium on Useful Algae. California Sea Grant College Programme. Institute of Marine Resources, University of California, La Jolla, California, U.S.A.: pp. 228.
- 2- ABBOTT, I.A., FOSTER, M.S., and L.F. EKLUND, 1980. *Sargassum muticum* in the strait of Georgia, British Columbia, Canada. By : California Sea Grant College Program ; La Jolla CA, USA.
- 3- ABBOTT, I.A. and G.J. HOLLENBERG. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press, California.
- 4- ABBOTT, I.A. and W.J. NORTH. 1982. Temperature influences on floral composition in Californian coastal waters. *Proc. int. Seaweed Symp.* 7 : 72-79.
- 5- AGUILAR ROSAS, R. 1982. Identification y distribution de las algas marinas del Estero de Punta Banda, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas* 8 : 78-87.
- 6- AGUILAR ROSAS, R., I. RUIZ PACHECO and L.E. AGUILAR ROSAS., 1984. New records and some notes about the marine algal flora of the northwest coast of Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas* 10 : 59-66.
- 7- AGUILAR ROSAS, R. and L.E. AGUILAR ROSAS. 1985. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Fucales, Phaeophyta) on the coast of Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas* 11 : 127-129.
- 8- AGUILAR-ROSAS, R. & A.M. GALINDO. 1990. Ecological aspects of *Sargassum muticum* (Fucales, Phaeophyta) in Baja California, Mexico: reproductive phenology and epiphytes. *Hydrobiologia* 204/205 : 185-190. (Catégories 1.2.3, 3, 4, 5.2 and 5.3)
- 9- ALTAZIN, R., 1981. Culture et utilisation d'algues marines. Essais de culture en laboratoire et à l'échelle semi-industrielle de l'algue brune *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. D.E.A. : 67 p.
- 10- AMBROSE, R.F. and B.V. NELSON. 1982. Inhibition of giant kelp recruitment by an introduced brown alga. *Bot. Mar.* 25 : 265-267.
- 11- ANG, P. Jr., 1983. Preliminary study on the alginate content of *Sargassum spp.* in Balibago, Catalagan, Philippines. *Xlth International Seaweed Symp.* : 3.
- 12- ANGEL, H. 1981. The Guinness Book of Seashore Life. Morrison and Gibb, Edinburgh. : pp.160.
- 13- ANON. 1973. *Sargassum muticum*. *Br. Phycol. Soc. Newsletter* 5 : 11.
- 14- ANON. 1977. *Sargassum muticum*. *Uniterra* 2 : 7.
- 15- ANON. 1978. Report on the working group on introduction of non-indigenous marine organisms. *I.C.E.S. Co-op. Res. Rep.* 32. : pp.59.
- 16- ANON. 1982. STATUS (1980) of introductions of non-indigenous species to North Atlantic waters (Amendment and additions to co-operative research report No. 32, 1972). *I.C.E.S. Co-op. Rep.* No. 116. : pp.83.

- 17- ANON. 1982. The Dutch Delta. A Compromise Between Environment and Technology in the Struggle Against the Sea. In: (E.K. DUURSMA, H. ENGEL and T.J.M. MARTENS, eds). Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, *Natuur en Techniek*, Maastricht, The Netherlands. : pp.511.
- 18- Anonyme, 1984.- *Sargassum muticum* «Approche chimique et recherche de composés d'intérêts biologiques». *Rapp. Lab. Chim. Org., Lab. Mat. Med., VER Sc. Pharm. Montpellier*, : 19 p.
- 19- ARAI, S. and A. ARAI. 1984. Effects of grazing on algal succession. *I. Jap. J. Phycol.* 32 : 43-51.
- 20- ARUGA, Y. & KONNO, 1984.- A list of seaweeds at Banda. *Lab. of Phycology, Tokyo Univ. of Fisheries* : 5 p.
- 21- AUSTIN, A. and R. ADAMS. 1978. Aerial color and color infrared survey of marine plant resources. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 44 : 469-480.
- 22- BAILLY DU BOIS, P., 1984.- Prolifération de la Sargasse japonaise. *Rapport de stage, Antenne du COB (IFREMER), Station Biologique de Roscoff* : 129 p.
- 23- BAKER, J.T., 1983.- Seaweeds in Pharmaceutical studies and applications. *XIth International Seaweed Symp.* : 10.
- 24- BARWELL, C.J. 1979. The occurrence of histamine in the red alga *Furcellaria lumbricalis* (Huds.) LAMOUR. *Bot. Mar.* 22 : 339-401.
- 25- BELSHER, T. 1984. Le problème de l'expansion de *Sargassum muticum* en France. Solutions envisagées. *Ixeme Journées Européennes de Cosmétologie* : pp.17.
- 26- BELSHER, T. & BOYEN, C., 1983.- *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. Une Sargasse parmi d'autres. *Biomasse Actualité*, 12,(3) : 13-14.
- 27- BELSHER, T., C.F. BOUDOURESQUE, P. DAVID, M. LAURET, R. RIOUALL and M. PELLEGRINI. 1984. L'envahissement de l'étang de Thau (France) par la grande phéophyceae *Sargassum muticum*. Congrès-Assemblée plénière Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée, Lucerne, Switzerland. : 1-7.
- 28- BELSHER, T., P. BAILLY DU BOIS and N. SALOU. 1984. Expansion de l'algue d'origine japonaise, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, sur les côtes françaises, de 1983 à 1984. *Cah. de Biol. Mar.* 25 : 449-455.
- 29- BELSHER, T., 1985.- Rapport de mission au Japon, 14 Avril - 9 Mai 1985. *Rapport IFREMER* : 28 p + 16 annexes.
- 30- BELSHER, T., C.F. BOUDOURESQUE, M. LAURET and R. RIOUALL. 1985. L'envahissement de l'étang de Thau (France) par la grande phéophyceae *Sargassum muticum*. *Rap. Comm. int. Mer. Medit.* 29 : 33-36.
- 31- BELSHER, T., BOUDOURESQUE, C.F., BENMAIZ, N., DUBOIS, A., GERBAL, M., LAURET, M. & RIOUALL, R., 1985.- Conséquences de l'invasion de l'étang de Thau par les algues japonaises - Résultats scientifiques 1984-1985. *Rapport Laboratoire d'Ecologie du Benthos et de Biologie Végétale marine*, Marseille : 19 pp.

- 32- BELSHER, T. & VIOLLIER, M., 1986.- Thematic study of 1982 SPOT Simulation of Roscoff and the West coast of the Cotentin peninsula (France). *ERIM*, 18th, Paris (1-5 Octobre 1984) : 1161-1166.
- 33- BELSHER, T. and S. POMMELLEC. 1988. Expansion de l'algue d'origine japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, sur les côtes françaises, de 1983 à 1987. *Cah. Biol. Mar.* 29 : 221-231.
- 34- BEN MAIZ, N., C.F. BOUDOURESQUE, R. RIOUALL and M. LAURET. 1987. Flore algale de l'étang du Thau (France, Méditerranée): sur la présence d'une Rhodymeniale d'origine japonaise, *Chrysymenia wrightii* (Rhodophyta). *Bot. Mar.* 30 : 357-364.
- 35- BEZANGER-BEAUQUESNE, L. & COMYN, Y., 1975.- Pharm. Hospit. : 27-35.
- 36- BLUNDEN, G., C.J. BARWELL, K.J. FIDGEN and K. JEWERS. 1981. A survey of some British marine algae for anti-influenza virus activity. *Bot. Mar.* 24 : 267-272.
- 37- BLUNDEN, G., D.J. ROGERS and W.F. FARNHAM. 1978. Haemagglutinins in British marine algae and their possible taxonomic value. In: (D.E.G. Irvine and J.H. PRICE, eds). *Modern Approaches to the Taxonomy of Red and Brown Algae*. pp.X11+484. Academic Press, London, New York, San Francisco. Systematics Association Special Volume.10. : pp.21-34.
- 38- BLOIS, J.C. et al., 1961.- Observations sur les herbiers à zostères dans la région de Roscoff. *Cah. Biol. Mar.*, 2 : 223-262.
- 39- BOALCH, G.T. 1985. The dispersal of seaweed species, phytogeography, conservation and transplants. *Br. Phycol. Soc. Newsletter* 19 : 13.
- 40- BOALCH, G.T. and G.W. POTTS. 1977. The first occurrence of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in the Plymouth area. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 57 : 29-31.
- 41- BOLD, H.C. and M.J. WYNNE. 1985. *Introduction to the Algae : Structure and Reproduction*. 2nd Edition, Prentice-Hall, U.S.A. : pp.720.
- 42- BOM, H. 1981. Inventarisatie van en (auto) oecologisch onderzoek aan *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in Z.W. Nederland. Doctorandus thesis. Rijksherbarium, Leiden, The Netherlands.
- 43- BOMOTTO, S., 1979. -*Marine algae in Pharmaceutical Science*. Walter de Gruyter, Berlin New York : 645-655.
- 44- BOUDOURESQUE, C.F., T. BELSHER, P. DAVID, M. LAURET, R. RIOUALL and M. PELLEGRINI. 1985. Données préliminaires sur les peuplements à *Sargassum muticum* (Phaeophyceae) de l'étang de Thau (France). *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.* 29 (4) : 57-60.
- 45- BOUGIS, P., 1984.- L'invasion de la sargasse japonaise. *J. Rech. Oceanogr.* 9 (1) : 9.
- 46- BOURNE, N. 1979. Pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg, in British Columbia and the South Pacific Islands. In: (R. MANN, ed.) *Exotic Species in Mariculture*. MIT Press, Cambridge, U.K. : pp.1-53.

- 47- BOYEN, C., 1982.- Etude en vue d'emplois industriels possibles des polysaccharides pariétaux de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Mémoire de DEA - Paris VI*.
- 48- BOYEN, C., 1984.- Etude physico-chimique des alginates de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Rapport IFREMER* : 20 p.
- 49- BRAULT, D., BRIAND, S. & GOLVEN, P., 1984.- Compostage de l'algue brune *Sargassum muticum*. Centre d'Expérimentation et de recherche appliquée en algologie. *Rapport n°7* : 1-21.
- 50- BREEMAN, A.M. 1988. Relative importance of temperature and other factors in determining geographic boundaries of seaweeds: experimental and phenological evidence. *Helgoländer Meeresunter*. 42 : 199-241.
- 51- BREHAUT, R.M. 1982. *Ecology of Rocky Shores. Studies in Biology* 39. EDWARD ARNOLD. : pp.60.
- 52- BREMONT et al., 1985.- Utilisation des Sargasses comme flocculant des eaux chargées de matières organiques. Etat des recherches au 1er Octobre 1985. *Rapport d'Avancement. Univ. Cath. Ouest, Angers* : 3 pp.
- 53- BRIAND, X. 1988. Methane fermentation of the seaweed biomass of France. In: *Aquatic Primary Biomass (Marine Macroalgae): Biomass Conversion, Removal and Use of Nutrients 1*. Proceedings of the 1st Workshop of the Cost 48, Sub-group 3. Brussels: *European Economic Community* : pp. 13-16. (Category 6.2)
- 54- BROWN, D.L. and E.G. TREGUNNA. 1967. Inhibition of respiration during photosynthesis by some algae. *Can. J. Bot.* 45 : 1135-1143.
- 55- BUDD, J.T.C. 1982. Remote sensing techniques for monitoring salt marsh vegetation in the Solent, southern England. *Br. phycol. J.* 17 : 230.
- 56- BUDD, J.T.C. 1985. An investigation into the utility of remote sensing in the study of the ecology of some south coast harbours. Ph. D. Thesis, Portsmouth Polytechnic, U.K.
- 57- BUGGLEN, R.G. 1981. Morphogenesis and growth regulators. In: (C.S. LOBBAN and M.J. WYNNE, eds). *The Biology of Seaweeds. Botanical Monographs*, 17, Blackwell Scientific Publications : pp.627-660.
- 58- CABIOCH, J. 1981. Notes originales sur la faune, la flore et les conditions écologiques marines de la région de Roscoff. Premières observations de l'algue japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt dans la région de Roscoff. *Trav. Stat. biol. Roscoff, N.S.* 27 : 1-2.
- 59- CAREFOOT, T. 1977. *Pacific Seashores: A Guide to Intertidal Ecology*. University of Washington Press. Seattle and London : 208 pp.
- 60- CASARES, C.A. GOMEZ, M.A. RIBERA and J.A. SEOANE, 1987. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, nueva cita para la Peninsula Ibérica. *Collect. Bot.* 17 : 151 (Category 1.3.7)
- 61- CHAMBERLAIN, A.H.L. 1978. Preliminary observations of apical dominance effects in *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Br. phycol. J.* 13 : 198.

- 62- CHAMBERLAIN, A.H.L., J. GORHAM, D.F. KANE and S.A. LEWEY. 1979. Laboratory growth studies on *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. II. Apical dominance. *Bot. Mar.* 22 : 11-19.
- 63- CHAUHAN, V.D., 1983. -Marine algae *Sargassum*, their utilization and cultivation. *Xlth International Seaweed Symp.* : 31.
- 64- CHENE, A.G., 1985.- Cartographie «Sargasses». *Rapport de stage*. Antenne IFREMER, Station Biologique de Roscoff : 48 pp + 11 annexes.
- 65- CHENNUBHOTLA and al., 1983.- Biology of the economically important indian seaweeds. *Xlth International Seaweed Symp.* : 44.
- 66- CHEVOLOT, L., 1984.- Evaluation pharmacologique de *Sargassum muticum* et *Ulva lactuca*. *Rapp. Laboratoire GOEMAR, contrat IFREMER* : 14 p.
- 67- CHEW, K.K. 1979. The Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*) in the west coast of the United States. In: (R. MANN, ed.) *Exotic Species in Mariculture*. MIT Press, Cambridge, U.K. : pp.54-82.
- 68- CHIHARA, M. 1970. *Common Seaweeds of Japan in Colour*. Hoikusha Publishing Co Japan. Osaka. : pp.173 (as *S. kjellmanianum*).
- 69- CHIHARA, M. 1975. The Seaweeds of Japan. Illustrated Nature Encyclopaedia, Gakken, Tokyo. : pp.289 (as *S. kjellmanianum*).
- 70- CHIHARA, M. and M. YOSHIZAKI, 1970. Marine algal flora and communities along the coast of Tsushima Islands. *Mem. Nat. Sci. Mus. Tokyo* 3 : 143-158.
- 71- CHIU, B., 1956.- Seaweeds of Economic importance in south China. In : *international Seaweed Symp Trondheim*. 1955. Pergamon Press, London-New York.
- 72- CHRISTENSEN, T. 1984. Sargassotang en ny algeslaegt i Danmark. *Urt* 4 : 99-104.
- 73- CLAYTON, M.N. 1984. Evolution of the Phaeophyta with particular reference to the Fucales. In: (R.E. ROUND and D.J. CHAPMAN, eds) *Prog. Phyc. Res., Vol.3*. Biopress Ltd, Bristol, U.K. : pp.11-46.
- 74- CLEGG, C.J. 1984. Lower Plants: Anatomy and Activities of Non-Flowering Plants and Their Allies. JOHN MURRAY. : pp.97. (Cited as *Sargassum muticum*.)
- 75- COMPERE, P. 1977. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyceae) dans le Pas-de-Calais (France). *Dumortiera* 6 : 8-10
- 76- COPPEJANS, E. 1979. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in situ bij Cap Gris-Nez (Pas de Calais-Frankrijk). *Dumortiera* 13 : 32.
- 77- COPPEJANS, E. 1982. Zeweweirengids voor de Belgische en Noordfranse kust II. Beschrijvingen groen en bruin weiren. *Stentor* 17 : 157-254.
- 78- COPPEJANS, E., G. RAPPE, N. PODOOR and M. ASPERGES. 1980. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt ooklongs de Belgische kust aangespoeld; *Dumortiera* 16 : 7-13.

- 79- COPPEJANS, E. and D. VAN DER BEN. 1980. *Zeewierengids Voor de Beligische en Noordfranse Kust*. Belgische Jeugbond voor natuurstudie, UZW. : pp.156.
- 80- COSSON, J., A. DUGLET and C. BILLARD. 1977. Sur la végétation algale de l'étage littoral dans la région de Saint-Vaast-la-Hougue et la présence d'une espèce japonaise nouvelle pour les côtes françaises: *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophycée, Fucale). *Bull. Soc. Linn. Normandie* 105 : 109-116.
- 81- COUTURIER, L. & NOUGARET, M.P., 1984. Une fabuleuse richesse à exploiter ca m'intéresse. : 42-47.
- 82- CRITCHLEY, A.T. 1980. The further spread of *Sargassum muticum*, *Br. phycol. J.* 15 : 194.
- 83- CRITCHLEY, A.T. 1981. Ecological studies on *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. Ph. D. THESIS, Portsmouth Polytechnic, U.K.
- 84- CRITCHLEY, A.T. 1981. Age determination of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, *Br. phycol. J.* 16 : 134.
- 85- CRITCHLEY, A.T. 1981. Observations on the colonisation of Warden Point, Isle of Wight, by the introduced brown alga, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Phycologia* 20 (Suppl.) : 102.
- 86- CRITCHLEY, A.T. 1982. Attaches *Sargassum muticum* in Lake GREVELINGEN and EASTERN SCHELDT. In : (E.K. DUURSMA, ed.) Delta Institute for Hydrobiological Research, Report 1981. *Inst. Roy. Neth. Acad. Arts Sci. Prog. Rep.* 79, 1981 : pp.20-22.
- 87- CRITCHLEY, A.T. 1983. *Sargassum muticum* : a taxonomic history including world-wide and western Pacific distributions. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 63 : 617-625.
- 88- CRITCHLEY, A.T. 1983. *Sargassum muticum* : a morphological description of European material. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 63 : 813-824.
- 89- CRITCHLEY, A.T. 1983. Experimental observations on the variability of leaf and air vesicle shape of *Sargassum muticum*. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 63 : 825-831.
- 90- CRITCHLEY, A.T. 1983. The continuing saga of an introduced brown alga (*Sargassum muticum*) and its establishment within the S.W. Netherlands. In : (E.K. DUURSMA and E.S. NIEUWENHUIZE, eds) Delta Institute for Hydrobiological Research, Report 1982. *Inst. Roy. Neth. Acad. Arts Sci. Prog. Rep.* 81, 1982 : pp.27-29.
- 91- CRITCHLEY, A.T. 1983. The establishment and increase of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt population within the Solent area of southern Britain. I. An investigation of the increase in number of population individuals. *Bot. Mar.* 26 : 539-545.
- 92- CRITCHLEY, A.T. 1983. The establishment and increase of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt populations within the Solent area of southern Britain. II. An investigation of the increase in canopy cover of the alga at low water. *Bot. Mar.* 26 : 547-552.

- 93- CRITCHLEY, A.T. 1985. The world distribution of *Sargassum muticum*. *Proc. Int. Phycological Congress 2* : 32.
- 94- CRITCHLEY, A.T. (soumis) - A consideration of the spread of an immigrant brown alga, *Sargassum muticum*, as an introduced species. *J. Biogeogr.*
- 95- CRITCHLEY, A.T. and R. DIJKEMA. 1984. On the presence of the introduced brown alga *Sargassum muticum* attached to commercially imported *Ostrea edulis* in the S. W. Netherlands. *Bot. Mar.* 27 : 211-216.
- 96- CRITCHLEY, A.T., W.F. FARNHAM and E.B.G. JONES. 1980. Phycology in the Solent. *Bull. estuar. brackish wat. Sci. Ass.* 26 : 13-14.
- 97- CRITCHLEY, A.T., W.F. FARNHAM and S.L. MORRELL. 1983. A chronology of a new European sites of attachment for the invasive brown alga, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1973-1981. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 63 : 799-811.
- 98- CRITCHLEY, A.T., W.F. FARNHAM and S.L. MORRELL. 1986. An account of the attempted control of an introduced marine alga, *Sargassum muticum*, in southern England. *Biol. Conserv.* 35 : 313-332.
- 99- CRITCHLEY, A.T. and S.L. MORRELL. 1982. The first occurrence of the brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in the Channel Islands. *Biol. Conserv.* 22 : 27-34.
- 100- CRITCHLEY, A.T. and C.H. THORP. 1985. *Janua (Dexiospira) brasiliensis* (Grube) (Polychaeta: Spirorbidae): a new record from the south-west Netherlands. *Zoologische Bijdragen, Leiden* 31 : 1-8.
- 101- CRITCHLEY, A.T., P.H. NIENHUIS and K. VERSCHUURE, 1987. Presence and development of populations of the introduced brown alga *Sargassum muticum* in the south west Netherlands. *Hydrobiologia* 151/152 : 245-255.
- 102- CRITCHLEY, A.T., P.R.M. DE VISSCHER and P.H. NIENHUIS. 1990. Canopy characteristics of the brown alga *Sargassum muticum* in Lake Grevelingen, south-west Netherlands. *Hydrobiologia* 204/205 : 211 - 217. (Catégories 1.3.2, 3, 4, 5.2 and 5.4)
- 103- DAVID, P., 1985. -Programme Sargasse - Année 1984 - *Rapport d'Activité - Centre d'Océanologie de Marseille* : 35 pp + 8 figures.
- 104- DAWES, C.J. 1981. *Marine Botany*. Wiley. New York. : pp.628.
- 105- DAWSON, E.Y. 1961. A guide to the literature and distributions of Pacific benthic algae from Alaska to the Galapagos Islands. *Pacif. Sci.* 15 : 370-461.
- 106- DAWSON, E.Y. 1962. New taxa of benthic green, brown and red algae. Published since De Toni 1889, 1895, 1924, respectively. As compiled from the Dawson Algal Library. Contr. Beaudette Foundation for Biol. Res., Santa Ynez, California : pp.105 (as *S. kjellmanianum*, and *S. kjellmanianum* f; *muticum*).
- 107- DAWSON, E.Y. and M.S. FOSTER. 1982. *Seashore Plants of California*. Univ. Calif. Press. : pp.226.
- 108- DELEPINE, P., 1983. -The introduction of non indigenous species : rationales and problems. *XIth international Seaweed Symp.* : 56.

- 109- DEVINNY, Y.S. 1978. Ordination of seaweed communities. Environmental gradients at Punta Benda, B.C. Mexico, *Bot. Mar.* 21 : 357-363.
- 110- DE WREEDE, R.E. 1977. Productivity, population differentiation and seasonality of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) in the Strait of Georgia, British Columbia, Canada, *J. Phycol.* 13 (Suppl.) : 75.
- 111- DE WREEDE, R.E. 1978. Phenology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) in the Strait of Georgia, British Columbia. *Syesis* 11 : 1-9.
- 112- DE WREEDE, R.E. 1980. The effects of sea urchin grazing, clearing and competition on the distribution of three low tidal algae in British Columbia, Canada. *J. Phycol.* 16 (Suppl.) : 10.
- 113- DE WREEDE, R.E. 1980. The effect of some physical and 2 biological factors on a *Sargassum muticum* community and their implication for commercial utilization. In: (I.A. ABBOTT, M.S. FOSTER and L.F. EKLUND, eds) *Pacific Seaweed Aquaculture, Symposium of P.A.S.G.A.P.*
- 114- DE WREEDE, R.E. 1983. *Sargassum muticum* (Fucales, Phaeophyta): regrowth and interaction with *Rhodomela larix* (Ceramiales, Rhodophyta). *Phycologia* 22 : 153-160.
- 115- DE WREEDE, R.E. and H. VANDERMEULEN. 1988. *Lathothrix aspegillum* (Rhodophyta): regrowth and interaction with *Sargassum muticum* (Phaeophyta) and *Neorhodomela larix* (Rhodophyta). *Phycologia* 27 : 469-476.
- 116- DEYSHER, L.E. 1984. Reproductive phenology of newly introduced populations of the brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Hydrobiologia* 116/117 : 403-407.
- 117- DEYSHER, L. & NORTON, T.A., 1982.- Dispersal and colonization in *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 56 : 179-195.
- 118- DIZERBO, A.H. & FLOCH, J.Y., 1974. -Un nouveau danger ? Problème de protection. *Penn ar Bed*, 9 : 289-291.
- 119- DRUEHL, L.D., 1973. -Marine transplantations. *Science*, N.Y. : 179,12.
- 120- DRUEHL, L.D. 1981. Geographical distribution. In: (C.S. LOBBAN and M.J. WYNNE, eds) *The Biology of Seaweeds. Botanical Monographs*, 17. Blackwell Scientific Publications. : pp.306-325.
- 121- DYRYNDA, P.E.J. and W.F. FARNHAM. 1985. Benthic communities of a rapids system within the Fleet Lagoon, Dorset. *Prog. Underwater Sci., N.S.* 10: 65-82.
- 122- EARLE, S.A. 1980. Undersea world of a kelp forest. *National Geographic* 158: 411-426.
- 123- ESPINOZA, J. 1990. The southern limit of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyta, Fucales) in the Mexican Pacific. *Bot Mar.* 33 : 193-196. (Categorías 1.2.3, 5.2, 5.3 and 5.4)
- 124- ESPINOZA, J. and H. RODRIGUEZ. 1986. Variaciones de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt en la exposición al oleaje. *Inv. Mar. CICIMAR* 3 : 119-126. (Category 1.2.3)

- 125- EVANS, L.W., SIMPSON, M. COLLOW, M.E., 1973. - Sulfated polysaccharides synthesis in brown algae. *Planta*, 110 : 237-252.
- 126- FAGERBERG, W.R. and C.J. DAWES. 1977. Studies on *Sargassum*. II. Quantitative ultrastructural changes in differentiated stipe cells during wound regeneration and regrowth. *Protoplasma* 92 : 211-277.
- 127- FARNHAM, W.F. 1974. The *Sargassum saga*. *J. Portsmouth Dist. nat. Hist. Soc.* 2 : 64-67.
- 128- FARNHAM, W.F. 1974. The *Sargassum saga* continued. *Br. phycol. Soc. Newsletter* 7 : 3-5.
- 129- FARNHAM, W.F. 1978. Introduction of marine algae into the Solent, with special reference to the genus *Grateloupia*. Ph. D. THESIS, Portsmouth Polytechnic, U.K.
- 130- FARNHAM, W.F. 1980. Studies on aliens in the marine flora of southern England. In: (J.H. PRICE, D.E.G. Irvine and W.F. FARNHAM, eds). *The Shore Environment. Vol.2 : Ecosystems*. pp.XX + 323 - 945 + (1) + II, - IIc. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco. *Systematics Association Special Volume 17 (b)* : pp.875-914.
- 131- FARNHAM, W.F. 1981. Seaweeds and their allies (algae). In: (R.W. RAYNER, ed.). *The Natural History of Pagham Harbour, Part II*. 2nd Edition. Bognor Regis Natural Science Society, Bognor Regis, U.K. : pp.37-46.
- 132- FARNHAM, W.F. 1985. Benthic algae of the Fleet. *Underwater Ass. Newsletter November 1985* : 3.
- 133- FARNHAM, W.F. and A.T. CRITCHLEY. 1984. Marine aliens in the British Isles. *Br. Ecol. Soc. Bull.* 15 : 198-199.
- 134- FARNHAM, W.F. and E.B.G. JONES. 1974. The eradication of the seaweed *Sargassum muticum* from Britain. *Biol. Conserv.* 6 : 57-58.
- 135- FARNHAM, W.F., R.L. FLETCHER and L.M. IRVINE, 1973. Attached *Sargassum muticum* found in Britain. *Nature, Lond.* 243 : 231-232.
- 136- FARNHAM, W.F., C. MURFIN, A.T. CRITCHLEY and S.L. MORRELL. 1981. Distribution and control of the brown alga *Sargassum muticum*. *Proc. int. Seaweed Symp.* 10 : 277-282.
- 137- FENSHOLT, D.E. 1955. An emendation of the genus *Cystophyllum* (Fucales). *Am. J. Bot.* 42 : 305-322.
- 138- FERNANDEZ, C., L.M. GUTIERREZ & J.M. RICO. 1990. Ecology of *Sargassum muticum* on the north coast of Spain. Preliminary observations. *Bot. Mar.* 33 : 423-428 (Catégories 1.3.7, 4, 5.2 and 5.4)
- 139- FISHER, D.D. and A. GIBOR. 1987. Production of protoplasts from the brown alga, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyta). *Phycologia* 26 : 488-495.
- 140- FLETCHER, R.L. 1976. The introduction of the Japanese alga *Sargassum muticum* into British waters. *J. Naval Sci.* 2 : 49-56.

- 141- FLETCHER, R.L. 1980. Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum*. III. Periodicity in gamete release and «incubation» of early germling stages. *Bot. Mar.* 23 : 425-432.
- 142- FLETCHER, R.L. 1980. The algal communities of floating structures in Portsmouth and Langstone Harbours (south coast of England). In: (J.H. PRICE, D.E.G. IRVINE and W.F. FARNHAM, eds). *The Shore Environment. Vol. 2 : Ecosystems*. pp. XX + 323 - 945 + (1) + II, - IIc. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco. Systematics Association Special Volume 17 (b). pp. 843-874.
- 143- FLETCHER, R.L. 1980. Studies on marine algal fouling communities in the North Atlantic. I. The macroalgae of floating marinas on the east and south coasts of the British Isles. *Bulletin de Liaison COIPM Comité International Permanent pour la Recherche sur la Preservation des Matériaux en Milieu Marin* 8 : 5-40.
- 144- FLETCHER, R.L. and S.M. FLETCHER. 1975. Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. I. Ecology and reproduction. *Bot. Mar.* 18 : 149-156.
- 145- FLETCHER, R.L. and S.M. FLETCHER. 1975. Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum*. II. Regenerative ability. *Bot. Mar.* 18 : 157-162.
- 146- FLETCHER, R.L., G. BLUNDEN, B.E. SMITH, D.J. ROGERS & B.C. FISH. 1989. Occurrence of a fouling, juvenile, stage of *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* (Goor) Silva (Chlorophyceae, Codiales) *J. Appl. Phycol.* 1 : 227-237 (Categories 1.3.4 and 5.1.1)
- 147- FLETCHER, R.L. and J.M. HALES. 1989. Ecological and life history studies of *Sargassum muticum* pertinent to its cultivation. In: (KAIN (JONES), J.M., J.W. ANDREWS and B.J. MCGREGOR, eds) *Outdoor Seaweed Cultivation*. Proceedings of the 2nd Workshop of Cost 48, Sub-group 1, Brussels : *European Economic Community*. : pp.23-30. (Categories 5.2, 5.3 and 6.2)
- 148- FLOWERS, A. and K. BIRD. 1984. Marine biomass: a long-term methane supply option. *Hydrobiologia* 116/117 : 272-275.
- 149- FOSTER, M.S. and D.R. SCHIEL. 1985. The ecology of giant kelp forests in California: A community profile : *Biol. Rep.* 86 (7.2). *Fish. Wild. Ser., U.S. Dep. Int.* : pp.153.
- 150- FRANKLIN, A. 1979. The immigrant Japanese seaweed *Sargassum muticum*, in U.K. waters. *ICES-CM-1979/E:18*. : pp. 5.
- 151- GELLENBECK, K.W. 1984. Growth characteristics, nutrient uptake and reproduction of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) in free-floating culture. *J. Phycol.* 20 (Suppl.) : 4.
- 152- GELLENBECK, K.W. 1984. The brown alga *Sargassum muticum* : biology and mariculture potential. Ph. D. THESIS. University of California, U.S.A.
- 153- GELLENBECK, K.W. and D.J. CHAPMAN. 1984. Biomass products from *Sargassum muticum* (Phaeophyta): variations in alginic acid and mannitol content and conversion to methane through anaerobic digestion. *J. Phycol.* 20 (Suppl.) : 12.

- 154- GELLENBECK, K.W. and D.J. CHAPMAN. 1986. Feasibility of mariculture of the brown seaweed, *Sargassum muticum* (Phaeophyta): growth and culture conditions, alginic acid content and conversion to methane. *Beih. Nova Hedwigia* 83 : 107-115.
- 155- GERBAL, M., 1985. -L'invasion de l'étang de Thau par les algues japonaises. Les peuplements à *Sargassum muticum* et la flore accompagnatrice. D.E.A. d'Ecologie méditerranéenne, Fac. Sci. Luminy-Marseille : 63 p.
- 156- GERBAL, M., N. BEN MAIZ and C.F. BOUDOURESQUE, 1985. Les peuplements à *Sargassum muticum* de l'étang de Thau: données préliminaires sur la flore algale. 110e Congrès national des Sociétés savantes, Montpellier, sciences, fasc.II. : pp. 241-254.
- 157- GIVERNAUD, T., 1984. - Recherches sur l'algue brune *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt en Basse-Normandie. Rapport de contrat Univ. Caen/Lab. Algol. Fond. Appl./CNEXO 83/7330, 82 p.
- 158- GIVERNAUD, Th., 1984. - Cartographie de l'algue brune *Sargassum muticum* sur les côtes de Basse-Normandie. Rapp. Lab. Algol. Fond. et App. de Caen : 5 p.
- 159- GLOMBITZA, K.-W., M. FORSTER and G. ECKHARDT. 1978. Polyhydroxphenyl ether aus de Phaeophyceae *Sargassum muticum*. *Phytochemistry* 17 : 579-580.
- 160- GLOMBITZA, K.-W., G. ECKHARDT and W.F. FARNHAM. 1982. Antibiotics from algae, part 25. Polyhydroxyphenyl ethers from the brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, Part II. *Bot. Mar.* 25 : 449-453.
- 161- GORHAM, J.K. 1978. Auxins in *Sargassum muticum*. *Br. phycol. J.* 13 : 200.
- 162- GORHAM, J. 1979. Laboratory growth studies on *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. III. Effect of auxins and anti-auxins on extension growth. *Bot. Mar.* 22 : 273-280.
- 163- GORHAM, J. and S.A. LEWEY. 1984. Seasonal changes in the chemical composition of *Sargassum muticum*. *Mar. Biol. Berl.* 80 : 103-107.
- 164- GRAY, P.W.G. 1978. An investigation of the fauna associated with *Sargassum muticum*. Ph. D. THESIS, Portsmouth Polytechnic, U.K.
- 165- GRAY, P.W.G. and E.B.G. JONES. 1977. The attempted clearance of *Sargassum muticum* from Britain, *Envir. Conserv.* 4 : 303-308.
- 166- GRAUFFEL, V., MABEAU, S., KLOAREG, B. & JOSEFONVIC, Z.J., 1985. - Propriétés anticoagulantes des fucanes sulfatés des algues brunes. *Centre d'Etudes Océanologiques et de Biologie Marine CNRS (LP 4601)* : 16 pp.
- 167- GRUET, Y. 1976. Présence de l'algue japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur la côte française de Normandie. *Bull. Soc. Sci. Nat. Quest Fr.* 74 : 101-104.
- 168- GRUET, Y. 1977. Expansion sur les côtes de la Manche de *Sargassum muticum* grande algue brune originaire du Japon. *Penn ar Bed* 11 : 192-198.

- 169- GRUET, Y. 1980. Progression de l'algue brune *Sargassum muticum* sur les côtes de la Manche. *Bull. Soc. Sci. nat. Quest. Fr. N.S. 2* : 1-3.
- 170- GRUET, Y. 1984. L'algue brune d'origine japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt envahit la côte française de l'océan atlantique après avoir colonisé celles de la Manche. *Bull. Soc. Sci. nat. Quest. Fr., N.S. 6* : 1-8.
- 171- GRUET, Y., M. HERAL and J.M. ROBERT. 1976. Premières observations sur l'introduction de la faune associée au naissain d'huitres japonaise *Crassostrea gigas* (Thunberg), importé sur la côte atlantique française. *Cah. Biol. Mar. 17* : 173-184.
- 172- GUNNILL, F.C. 1980. Recruitment and standing stocks in populations of one green alga and five brown algae in the intertidal near La Jolla, California during 1973-1977. *Mar. Ecol. Prog. Ser. 3* : 231-243.
- 173- GUNILL, F.C. 1985. Population fluctuations of seven macroalgae in southern California during 1981 - 1983 including effects of severe storms and an El Niño. *J. exp. mar. Biol. Ecol. 85* : 149-164.
- 174- GUNNILL, F.C. 1985. Growth, morphology and microherbivore faunas of *Pelvetia fastigiata* (Phaeophyta, Fucaceae), at La Jolla, California, U.S.A. *Bot. Mar. 29* : 187-199.
- 175- HALES, J.M. 1986. Studies on the introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, with particular reference to reproduction. Ph. D. Thesis. Portsmouth Polytechnic, U.K.
- 176- HALES, J.M. and R.L. FLETCHER. 1981. Observations on aspects of reproduction and early germling development in the introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Phycologia 20 (Suppl.)* : 105.
- 177- HALES, J.M. & FLETCHER, R.L., 1983. - Observations on tissue regeneration in wounded receptacles of *Sargassum muticum*. Winter Meeting of the British Phycological Society, Newcastle (UK). *Br. Phycol., 18 (2)* : 204.
- 178- HALES, J.M. and R.L. FLETCHER. 1989. Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. IV. The effect of temperature, irradiance and salinity on germling growth. *Bot. Mar. 32* : 167-176.
- 179- HALES, J.M. and R.L. FLETCHER. 1989. Aspects of the ecology of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in the Solent region of the British Isles. 2. Reproductive phenology and senescence. In: (J.S. RYLAND and P.A. TYLER, eds) *Reproduction, Genetics and Distributions of Marine Organisms*. Proceedings of the 23rd European Marine Biology Symposium. Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark. : pp. 115-125.
- 180- HALES, J.M. and R.L. FLETCHER. 1990. Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. V. Receptacle initiation and growth and gamete release in laboratory culture. *Bot. Mar. 33* : 241-249 (Category 5.3)
- 181- HARLIN, M.M. 1969. A phycological survey of Steamboat Island, Thurston County, Washington State. *Syesis 2* : 157-261.

- 182- HARRISON, P.G. and R.E. BIGLEY. 1982. The recent introduction of the seagrass *Zostera japonica* Aschers and Graebn to the pacific coast of North America. *Can. J. Fish Aq. Sci.* 39 : 1642-1648. (Catégories 1.2.1 and 2).
- 183- HEINZ, A.H., TANAKA, J., 1979. Marine algae in Pharmaceutical Sciences : 3-34.
- 184- HISCOCK, S. 1979. A field key to the British brown seaweeds (Phaeophyta). *Fld. Stud.* 5 : 1-14.
- 185- HO, P.-H. 1967. Contribution a l'étude des algues littorales du Viet Nam. I. Le genre *Sargassum*. *Ann. Fac. Sci. Saigon* 71 : 214-268 (*S. miyabei* as *S. kjellmanianum* in Viet Nam).
- 186- HOEK, C. (VAN DEN), 1982. - The distribution of benthic marine algae in relation to the temperature regulation of their life histories. *Biol. J. Linn. Soc.*, 18 : 81-144.
- 187- HOLME, N.A. and G.M. BISHOP. 1980. Survey of the littoral zone of the coast of Great Britain. 5. Report on the sediment shores of Dorset, Hampshire and the Isle of Wight. Scottish Marine Biological Association/Marine Biological Association, Intertidal Survey Unit Report.
- 188- HURLEY, S. 1981. An investigation of the costs and benefits involved in the clearance of *Sargassum muticum* from the beaches and harbours of the south coast of England, M. Sc. Dissertation, Stirling University, U.K.
- 189- INNES, D.J. 1984. Genetic differentiation among populations of marine algae. *Helg. Meeres.* 38 : 401-417.
- 190- INOH, S. 1930. Embryological studies on *Sargassum*. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.* 5 : 421-438 (Release of ooginia in *S. muticum* reported as *S. kjellmanianum*).
- 191- INOH, T. 1947. *Development of Seaweeds*. Hokurykan, Tokyo. : pp. 255 (as *S. kjellmanianum*).
- 192- IRVINE, D.E.G. 1973. *Sargassum* meeting. *Br. Phycol. Soc. Newsletter* 5 : 2.
- 193- JAMES, D.E., S.L. MANLEY, M.C. CARTER and W.J. NORTH. 1987. Effects of PCBs and hydrazine on life processes in microscopic stages of selected brown seaweeds. *Hydrobiologia* 151/152 : 411-415.
- 194- JEPHSON, N.A. and W.F. FARNHAM. 1974. The Jap-weed menace. *Triton* 19 : 227-228.
- 195- JEPHSON, N.A. and P.W.G. GRAY. 1977. Aspects of the ecology of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, in the Solent region of the British Isles. I. The growth cycle and epiphytes. In: (B.F. Keegan, P.O. O'Ceidigh and P.J.S. Boaden, eds) *Biology of Benthic Organisms*. Proceedings of the 11th European Symposium on Marine Biology. Pergamon, Oxford. : pp. 367-375.
- 196- JEPHSON, N.A. and E.B.G. JONES. 1977. The ecology of *Sargassum muticum* in relationship to indigenous algal communities. *J. Phycol.* 13 (Suppl.) : 33.
- 197- JI, M.H., W.D. CAO and L.J. HAN. 1981. Determination of uronic acid components in alginic acid. *Proc. int. Seaweed Symp.* 10 : 425-429 (*S. kjellmanianum* in China ; *S. muticum*).

- 198- JI, M. H. 1963. Studies on the chemical composition of the Chinese economic brown seaweeds. II. Seasonal variation in the main chemical components of *Laminaria japonica*, *Sargassum pallidum* and *S. kjellmanianum* from north China. *Oceanol. limnol. Sinica* 5 : 9-16 (Cited in: DE WREEDE 1978; as *S. kjellmanianum*).
- 199- JING-WEN, M. and T. WEI-CI. 1984. Screening for antimicrobial activities in marine algae from the Qingdao coast, China. *Hydrobiologia* 116/117: 517-520 (as *S. kjellmanianum*).
- 200- JOLLIFE (THOMAS), E.A. and E.B. TREGUNNA. 1970. Studies on HCO₃ ion uptake during photosynthesis of benthic marine algae. *Phycologia* 9: 293-303.
- 201- JOLY, J.P. and G. PAULMIER. 1981. Proliferation de l'algue d'origine japonaise, *Sargassum muticum*, sur les zones littorales sensibles de Basse-Normandie. *I.S.T.P.M. Report* : pp. 15.
- 202- JONES, W.E., 1974. Changes in the seaweed flora of the British Isles. In «*The changing Flora and Fauna of Britain*» D.L. Hawksworth, e.d., Systematics Association Special 6, *Academic Press*, London and New York : 97-113.
- 203- JONES, E.B.G. and W.F. FARNHAM. 1973. Japweed: new threat to British coast. *New Scientist* 60 : 394-395.
- 204- JONES, E.B.G., FARNHAM, W.F. & LEWEY, S. 1974. «Three Monthly Report on *Sargassum muticum* in the Solent». Portsmouth Polytechnic, Portsmouth.
- 205- JOSSELYN, M.N. and J.A. WEST. 1985. The distribution and temporal dynamics of the estuarine macroalgal community of San Francisco Bay. *Hydrobiologia* 129 : 139-152.
- 206- KANE, D.F. 1978. Observations of the vegetative growth of *Sargassum muticum* in laboratory culture. *Br. phycol. J.* 13 : 202.
- 207- KANE, D.F. and A.H.L. CHAMBERLAIN. 1979. Laboratory growth studies on *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. I. Seasonal growth of whole plants and lateral sections. *Bot. Mar.* 22 : 1-9.
- 208- KANEDA, T., ARAI, K., 1964. The effects of lipids isolated from *Sargassum ringoldianum*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 30 : 589-593.
- 209- KARLSSON, J. 1988. Sargassosnärje, *Sargassum muticum* - ny algi sverige. (*Sargassum muticum*, a new member of the algal flora of the Swedish coast.) *Svensk Bot. Tidskr.* 82 : 199-205. (In Swedish, with English abstract and legends.)
- 210- KARLSSON, J. 1989. Sargassosnärje - invandrare med permanent uppehållstillstånd. *Biologen* 2 : 18-24 (in Swedish).
- 211- KHRISTOFOROWA, N.K. et al., 1983. - Comparaison of mineral composition of Sargasso weed from Japon and South Chgina Seas. *Academy of Sciences of the URSS*. ISSN. 0134-3435 (3) : 47-54.
- 212- KHRISTOFOROWA, N.K., BOGDANOVA, N.N., TOLSTOVA, L.M., 1983. - Metals in the pacific *Sargassum* algae as related to water pollution monitoring. *Moscou* (23)-2- : 269-276.

- 213- KINCAID, T., R. STONE and R. OSBORNE. 1954. Japanese algae. *Wallapa Pac. Oyster. Bull. Wash. Dept. Fish., Ser. 13, No. 2. June 21* (Cited in Scagel, 1957; as *S. kjellmanianum*).
- 214- KINCAID, T., R. STONE and R. OSBORNE. 1954. The Japanese Sea-Weed. *Willapa Wash. Dept. Fish. Ser 13, No.3, July 2.*
- 215- KJELDSSEN, C.K. and H.K. PHINNEY. 1972. Effects of variations in salinity and temperature on some estuarine macro-algae. *Proc. int. Seaweed Symp. 7* : 301-308.
- 216- KJELDSSEN, C.K. and H.K. PHINNEY. 1973. Estuarine macro-algae of Yaquina Bay, Newport, Oregon. *Madrono 22* : 85-94.
- 217- KNIGHT-JONES, P., E.W. KNIGHT-JONES, C.H. THORP and P.W.G. GRAY. 1975. Immigrant spirorbids (Polychaeta, Sedentaria) on the Japanese *Sargassum* at Portsmouth, England. *Zoologica Scripta 4* : 145-149.
- 218- KNOEPFFLER-PEGUY, M., T. BELSHER, C.F. BOUDOURESQUE and M. LAURET. 1985. *Sargassum muticum* begins to invade the Mediterranean. *Aquat. Bot. 23* : 291-295.
- 219- KONNO, T. and T. YOSHIDA. 1982. Observations on *Sargassum ammophilum* YOSHIDA et T. KONNO, sp. nov. (Phaeophyta, Fucales). *J. Jap. Bot. 57* : 289-296.
- 220- KOPP, J. 1976. Présence d'une phéophycée américaine, *Sargassum muticum* sur les côtes françaises de la Manche. *ICES Cooperative Research Report. b* : pp.1.
- 221- KREMER, B.P., H. KUHBIER and H. MICHAELIS. 1983. Die Ausbreitung des Brauntanges *Sargassum muticum* in der Nordsee. Eine Reise um die Welt. *Natur und Museum 113* : 125-130.
- 222- LADLE, M. 1981. *The Fleet and Chesil Beach. Structure and Biology of a Unique Coastal Feature.* Dorset Council, Dorchester, U.K.
- 223- LAURET, M., RIOUALL, R. & DUBOIS, A., 1985. - L'acclimatation et la croissance de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyceae) dans l'Etang de Thau. *Congr. Nat. Soc. Sav. Fr.* : 110 (sous-presse).
- 224- LEE, R.E. (1980). *Phycology.* Cambridge University, Press : 478 p.
- 225- LEE, I.K. and Y.H. KIM. 1977. A study on the marine algae in Kwang Yang Bay 3. The marine algal flora. *Proc. Coll. Nat. Sci. SNU 2* : 113-153 (*S. Kjellmanianum* recorded; *S. miyabei* or *S. muticum* ?).
- 226- LEE, I.K., Y.H. KIM, J.H. LEE and S.W. HONG. 1975. A study on the marine algae in the Kwang Yang Bay. I. The seasonal variation of algal community. *Kor. J. Bot. 18* : 109-121 (*S.kjellmanium* recorded; *S.miyabei* or *S.muticum*?).
- 227- LE ROUX, A. 1983. La Sargasse, *Sargassum muticum* dans le Morbihan. *Rapport au Conseil Général du Morbihan.* : 16 p.
- 228- LEWEY, S.A. 1976. Studies on the brown alga, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, in Britain. M. PHIL. Thesis, Portsmouth Polytechnic, U.K.

- 229- LEWEY, S.A. 1978. Variation in the pigment composition of *Sargassum muticum*. *Br. phycol. J.* 13 : 203.
- 230- LEWEY, S.A. and W.F. FARNHAM. 1981. Observations on *Sargassum muticum* in Britain. *Proc. int. Seaweed Symp.* 8 : 388-394.
- 231- LEWEY, S.A. and J. GORHAM. 1984. Pigment composition and photosynthesis in *Sargassum muticum*. *Mar. Biol., Berl.* 80 : 109-115.
- 232- LEWEY, S.A. and E.G.B. JONES. 1977. The effect of aquatic herbicides on selected marine algae. *J. Phycol.* 13 (Suppl.) : 40.
- 233- LINDSTROM, S.C. 1977. An annotated bibliography of the benthic marine algae of Alaska Dept. Fish and Game, Tech. Data Rep. 31 : pp.42.
- 234- LINDSTROM, S.C. and R.E. FOREMAN. 1978. Seaweed associations in the Flat Top Islands. *Syesis* 11 : 171-186.
- 235- LITCHFIELD, WILCOSON, 1949. A simplified method of evaluating dose effect experiments. *J. Pharmacol. exp. ther.* : 85-96.
- 236- LOBBAN, C.S., P.J. HARRISON and M.J. DUNCAN. 1985. *The Physiological Ecology of Seaweeds*. Cambridge University Press. London. : pp.242.
- 237- LUNING, K. 1985. *Meeresbotanik: Verbreitung, Okophysiologie und Nutzung der marinen Makroalgen*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York. : pp.375.
- 238- LUNING, K. and W. FRESHWATER. 1985. Temperature tolerance of north-west Pacific algae. *Br. phycol. J.* 22 : 188-189.
- 239- LUNING, K. and W. FRESHWATER. 1988. Temperature tolerance of northeast Pacific marine algae. *J. Phycol.* 24 : 310-315.
- 240- MABEAU, S., 1985. - Contribution à l'étude de la structure et de la fonction de la paroi des algues brunes. *Thèse Docteur-Ingénieur Sci. Agron. Paris-Grignon*, 1985 : 107 p.
- 241- MC COURT, R.M. 1983. Zonation and phenology of three species of *Sargassum* in the intertidal zone of the northern Gulf of California. Ph. D. Dissertation, University of Arizona, U.S.A.
- 242- MC COURT, R.M. 1984. Seasonal patterns of abundance, distributions and phenology in relation to growth strategies of three *Sargassum* species. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 74 : 141-156.
- 243- MC COURT, R.M. 1984. Niche differences between sympatric *Sargassum* spp. in the northern Gulf of California. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 18 : 139-148.
- 244- MCCOURT, R.M. 1985. Reproductive biomass allocation in three *Sargassum* species. *Oecologia* 67 : 113-117.
- 245- MAKIENKO, V.F. 1975. Vodorosli-macrofity zaliva Vostock (Japonskoje More). *Biologiya Morya* 2: 45-57 (Cited in VANDENHOEK, 1982, *S. muticum* present)
- 246- MARTINEZ NADAL *et al.*, 1963. Sarganin and chonalgin, new antibiotic substances from marine algae from Puerto-Rico. *Antimicrobial agents and chemotherapy* : 68-72.

- 247- MARTINEZ NADAL et al., 1966. Antibiotic properties of marine algae. *Bot. Mar.* 9 (12) : 21-26.
- 248- MARTINEZ NADAL et al., 1966. Low toxic effect of antimicrobial substances from Marine algae. *Bot. Mar.* 9 (12) : 62-63.
- 249- MAURIN, C.R. and J. DANTEC. 1979. The culture of *Crassostrea gigas*. In: (R. MANN, ed.). *Exotic Species in Mariculture*. MIT Press. Cambridge, U.K. : pp.106-123.
- 250- MIYASHIMA, A., 1976. *The marine algae*. Press Tokyo, Japan : 315.
- 251- MOL, I., F.A. PERK and H. TEGENGA. 1983. Aangespielde algen van het stromseizoen 1982-1983. *Het Zeepaard* 43 : 97-105.
- 252- MONNIOT, C. and F. MONNIOT. 1985. Appearance of the ascidian *Perophora japonica* on the coast and in the parts of the Channel. *C.R. Seances Soc. Biogeogr.* 61 : 111-116.
- 253- MORI, H., 1983. - Sugar constituents of fucoidans from *Sargassum ringgoldianum* and their biological activities.
- 254- MORRELL, S.L. 1986. Biological investigations into the brown alga *Sargassum muticum*. PhD THESIS. Portsmouth Polytechnic. U.K.
- 255- MORRELL, S.L. and W.F. FARNHAM. 1981. The effects of mechanical clearance on Solent populations of *Sargassum muticum*. *Br. phycol. J.* 16 : 138.
- 256- MORRELL, S.L. and W.F. FARNHAM. 1982. Some effects of substratum on *Sargassum muticum*. *Br. phycol. J.* 17 : 236-237.
- 257- MOSIG, A., 1955. Der Arzneiplanzen und Drogenschatz chinas und die Bedeutung der Pen-TS'AO KANG HU. *Verbelag volse und gesundheit*, Berlin.
- 258- NABATA, J. 1985. On the northern extension of distribution of *Sargassum siliquastrum* (Turner) C. AGARDH. *Jap. J. Phycol.* 33 : 75-76.
- 259- NAGAI, M. 1940. Marine algae of the Kurile Islands. I. *J. Fac. Ag. Hokkaido Imp. Univ. XLVI, Pt. I*, Sapporo, Hokkaido Imp. Univ. : pp.310 (*S. miyabei* as *S. kjellmanianum*).
- 260- NAGAIN, C., 1984. - Implantation, croissance et développement de l'algue japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, Baie de Morlaix. *Univ. Pierre et Marie Curie*, Paris : 57p.
- 261- NAQUI, S.W.A. et al. 1981. Screening of some marine plants from the Indian coast for biological activity. *Bot. Mar.* 24 : 343-346.
- 262- NEUSHUL, M. 1967. Studies of subtidal marine vegetation in western Washington. *Ecology* 48 : 83-94.
- 263- NICHOLSON, N.L. 1979. *Sargassum muticum* : a Japanese seaweed continues moving into new waters. *2nd Nat. Coastal Shallow Wat. Res. Conf.* 167.

- 264- NICHOLSON, N.L., H.M. HOSMER, K. BIRD, L. HART, W. SANDLIN, C. SHOEMAKER and C. SLOAN. 1981. The biology of *Sargassum muticum* (wireweed) at Santa Catalina (California, U.S.A.). *Proc. int. Seaweed Symp.* 8 : 416-424.
- 265- NIENHUIS, P.H. 1982. Attached *Sargassum muticum* found in the south-west Netherlands. *Aquat. Bot.* 12 : 189-195.
- 266- NIENHUIS, P.H. 1984. Japans Bessenwier: aangwist of plaag ? *Natuur en Techniek* 52 : 722-729.
- 267- NIENHUIS, P.M. and J. DE WAART. 1988. Water purification by seaweeds and subsequent harvesting of the marine primary biomass. Use for biogas production. *In: Aquatic Primary Biomass (Marine Macroalgae); Biomass Conversion, Removal and Use of Nutrients.* 1. Proceedings of the 1st workshop of the cost 48, Sub-group 3, Brussels: *European Economic Community.* : pp. 29-30. (Category 6.2)
- 268- NORTH, W. J. 1973. Regulating marine transplantation. *Science (N. Y.)* 179: 1181.
- 269- NORTH, W.J. and D.E. JAMES. 1987. Use of *Cystoseira* and *Sargassum* embryonic sporophytes for testing toxicity effects. *Hydrobiologia* 151/152 : 417-423.
- 270- NORTON, T.A. 1976. Why is *Sargassum muticum* so invasive? *Br. phycol. J.* 11 : 197-198.
- 271- NORTON, T.A. 1977. The growth and development of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 26 : 41-53.
- 272- NORTON, T.A. 1977. Ecological experiments with *Sargassum muticum*. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 57 : 33-43.
- 273- NORTON, T.A. 1978. Mapping species distributions as a tool in marine ecology. *Proc. Roy. Soc. Edinburgh* 76B : 201-203.
- 274- NORTON, T.A. 1980. Sink, swim or stick: the fate of *Sargassum muticum* propagules. *Br. phycol. J.* 5 : 197-198.
- 275- NORTON, T.A. 1981 a. *Sargassum muticum* on the pacific coast of North America. *Proc. int. Seaweed Symp.* 8 : 449-456.
- 276- NORTON, T.A. 1981 b. The varied dispersal mechanisms of an invasive seaweed, *Sargassum muticum*. *Phycologia* 20 (Suppl.) : 110.
- 277- NORTON, T.A. 1981 c. Gamete expulsion and release in *Sargassum muticum*. *Bot. Mar.* 24 : 465-470.
- 278- NORTON, T.A. 1983. The resistance to dislodgement of *Sargassum muticum* germlings under defined hydrodynamic conditions. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 63 : 181-194.
- 279- NORTON, T.A. 1985. *Provisional Atlas of the Marine Algae of Britain and Ireland.* Natural Environment Research Council, Institute of Terrestrial Ecology. : pp.169.

- 280- NORTON, T.A. 1985. The zonation of seaweeds on rocky shores. In: (P.G. MOORE and R. SEED, eds). *The Ecology of Rocky Coasts: Essays Presented to J.R. Lewis*. Hodder and Stoughton, London. : pp. 7-21.
- 281- NORTON, T.A. and M.R. BENSON. 1983. Ecological interaction between the brown seaweed *Sargassum muticum* and its associated fauna. *Mar. Biol.* 75 : 169-177.
- 282- NORTON, T.A. and L.E. DEYSHER. 1989. The reproductive ecology of *Sargassum muticum* at different latitudes. In : (J.S. RYLAND and P.A. TYLER, eds). *Reproduction, Genetics and Distributions of Marine Organisms*. Proceedings of the 23rd European Marine Biology Symposium. Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark.
- 283- NORTON, T.A. and R. FETTER. 1981. The settlement of *Sargassum muticum* propagules in stationary and flowing water. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 61 : 929-940.
- 284- NORTON, T.A. and A.C. MATHIESON. 1983. The biology of unattached seaweeds. In : (F.E. ROUND and D.J. CHAPMAN, eds) *Progress in Phycological Research*. Vol. 2. Elsevier Science Publishers B. V. : pp. 323-386.
- 285- NORTON, T.A., A.C. MATHIESON and M. NEUSHUL. 1981. Morphology and environment. In : (C.S. LOBBAN and M.J. WYNNE, eds). *The Biology of Seaweeds. Botanical Monographs 17*. Blackwell Scientific Publications. pp. 421-451.
- 286- NORTON, T.A., A.C. MATHIESON and M. NEUSHUL. 1982. A review of some aspects of form and function in seaweeds. *Bot. Mar.* 25 : 501-510.
- 287- NORTON, T.A. and F.H. PERRING. 1978. *British Phycological Society. Marine algal mapping scheme. Preliminary atlas of fifteen species*. Biological Records. Centre, Monks Woods. U.K. : pp. 1-16.
- 288- NORTON, T.A. & FARNHAM, W.F. (in prep.). Synopsis of biological data on *Sargassum muticum*. *FAO Fisheries Synopsis*.
- 289- OGAWA, H. 1978. Atheridium development of *Sargassum fulvellum* and *S. kjellmanianum*. *Mar. Biol.* 38 : 163-168 (as *S. kjellmanianum*).
- 290- OGAWA, H., 1984. Effects of treated municipal wastewater on the early development of Sargassaceous plants. *Hydrobiologia*, 116/117 : 389-392.
- 291- OGAWA, H. and M. MACHIDA. 1976. Marine algae of Oshika Peninsula. I. Chlorophyceae and Phaeophyceae. *Tohoku J. Ag. Res.* 27 : 145-154 (*S. kjellmanianum* present; *S. miyabei* or *S. muticum* ?)
- 292- OHNO, M. 1978. Physiological ecology of *Sargassum piluliferum* (Phaeophyceae). *Proc. int. Seaweed. Symp.* 9 : 105-109.
- 293- OHNO, M. 1979. Culture and field studies of *Sargassum piluliferum* (Phaeophyceae). *Rep. USA Mar. Biol. Inst.* 1 : 25-32.
- 294- OHNO, M., 1984. Observation on the floating seaweeds of near-shore waters of southern Japan. *Hydrobiologia*, 116/117 : 408-412.

- 295- OKAMURA, K. 1924. *Icones of Japanese Algae*, 5. Published by the author, Tokyo. : pp.258 (as *S. kjellmanianum*).
- 296- OKAMURA, K. 1936. *Nippon kaisoshi*. Uchida-Rokakuko, Tokyo. : pp.984 (*S. kjellmanianum* f. *muticus* recorded).
- 297- OKUDA, T. 1981. Egg liberation in some Japanese Sargassaceae (Phaeophyceae). *Proc. int. Seaweed Symp.* 10 : 197-202.
- 298- OKUDA, T., H. KAREI and M. YAMADA. 1984. Settlement of germlings in ten fuclean species. *Hydrobiologia* 116/117 : 413-418.
- 299- ORTEGA E.P., 1983. *Sargassum* meal production as alternate income of Philippine sustenance fishermen. *Xlth international Seaweed Symp.* : 301.
- 300- OVODOV, Y.S., KHOMENKO, V.A., GUSSEWA, T.F., 1970. Les polysaccharides des algues brunes. II. Le Sargassane de *Sargassum pallidum* (en Russe). *Khim. Prir. Soedin.* 3 : 285-289.
- 301- PARKE, M. and P.S. DIXON. 1976. Checklist of British marine algae-third revision. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 56 : 527-594.
- 302- PAULA, E.J. and V.R. ESTON. 1987. Are there other *Sargassum* species potentially as invasive as *S. muticum*? *Bot. Mar.* 30 : 405-410.
- 303- PHILLIPS, R.C. and B. FLEENOR. 1970. Investigations of benthic marine flora of Hood Canal, Washington. *Pacific Sci.* 24 : 275-281.
- 304- PHILLIPS, R.C. and R.L. VADAS. 1967. Marine algae of Whidbey Island, Washington. In: (D. MCNICHOLS, ed.). *Series A. June 1967. No.4. J. Inst. Res., Seattle Pac. Coll.* : pp. 1-81.
- 305- PHINNEY, H.K. 1977. The macrophytic algae of Oregon. In: (R.W. KRAUSS, ed.). *The Marine Plant Biomass of The Pacific Northwest Coast: A Potential Economic Resource*. Oregon State Univ. Press. : pp. 93-115.
- 306- PILLAY, K.S., 1977. Colorless high polymer alginic acid mixed Indian sargassums. *J. Phycol.*, 13 : 53.
- 307- PLUNKETT, B. 1988. The pyrolysis of *Sargassum muticum*. In: *Aquatic Primary Biomass (Marine Macroalgae): Biomass Conversion, Removal and Use of Nutrients*. 1. Proceedings of the 1st Workshop of the Cost 48, Sub-group 3, Brussels: *European Economic Community*. : pp.27-32. (Category 6.2)
- 308- POLNE-FULLER, M. 1987. A multinucleated marine amoeba which digests seaweeds. *Protozool.* 34 : 159-165.
- 309- POLNE-FULLER, M. and A. GIBOR. 1986. Calluses, cells and protoplasts in studies towards genetic improvement of seaweeds. *Aquaculture* 57 : 117-123.
- 310- POLNE-FULLER, M. and A. GIBOR. 1987. Microorganisms as digestors of seaweed walls. *Hydrobiologia* 151/152 : 405-409.
- 311- POLNE-FULLER, M. 1989. *The past, present and future of tissue culture and biotechnology of seaweeds*. In: (T. STADLER, J. MOLHAN, M.-C. VERDUS, Y. KARAMONAS, H. MORVAN and D. CHRISTIAAN, eds). Elsevier Applied Science. : pp.17-31.

- 312- POLNE-FULLER, M., A. ROGERSON, H. AMANO and A. GIBOR. 1990. Digestion of seaweeds by the marine amoeba *Trichosphaerium* *Hydrobiologia* 204/205 : 409-413.
- 313- POWELL, J.H. and B.J.D. MEEUSE. 1964. Laminarin in some Phaeophyta of the Pacific coast. *Econ. Bot.* 18 : 164-166.
- 314- PRICE, J.H. 1984. The distribution of benthic marine algae. A bibliography for the British Isles. *Br. phycol. J.* 19 (Suppl.) : 385-404.
- 315- PRUD'HOMME VAN REINE, W.F. 1977. Japans bessenwier aan onze kust. *Het Zeepaard* 37 : 58-63.
- 316- PRUD'HOMME VAN REINE, W.F. 1977. Die reis van een bruinwier rond de wereld. *Gorteria* 8 : 212-216.
- 317- PRUD'HOMME VAN REINE, W.F. 1977. Zeewieren in Nederland. *Natura* 74: S15-S19.
- 318- PRUD'HOMME VAN REINE, W.F. 1977. Japans bessenwier heeft, na Engeland en Frankrijk, de Nederlandse kust bereikt. *De Levende Natuur* 80 : 210-213.
- 319- PRUD'HOMME VAN REINE, W.F. 1977. Rijksherbarium attent op verspreiding van Japans bessenwier in Nederlandse wateren. *Acta et Agenda.* : pp.717.
- 320- PRUD'HOMME VAN REINE, W.F. 1981. De invasie van het Japans bessenwier in Nederland. *Vita Marina* 1980-3-marine flora : 33-38.
- 321- PRUD'HOMME VAN REINE, W.F. and P.H. NIENHUIS. 1982. Occurrence of the brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in the Netherlands. *Bot. Mar.* 25 : 37-39.
- 322- PRUD'HOMME VAN REINE, W.F., P. VAN DER WIELE and H. BOM. 1982. Studies on *Sargassum muticum* in the Netherlands. *Br. phycol. J.* 17 : 238.
- 323- RAGAN, M. and K.-W. GLOMBITZA. 1986. Phlorotannins, brown algal polyphenols. In : (F.E. ROUND and D.J. CHAPMAN, eds). *Progress in Phycological Research*, 4. Biopress Ltd. : pp.129-241.
- 324- RAPPE, G. 1978. Japans bessenwier ook an de Belgische kust gevonden. *De Tuimelaar* 4 : 14.
- 325- REINER, E., TOPLIFF, J., WOOD, J.D., 1962. Hypocholesterolemic agents derived from sterols of marine algae *Fucus gardneri*, *Sargassum muticum*. *Can. J. Biochem. Physiol.* 40 : 1401-1406.
- 326- RIOUALL, R. 1985. Sur la présence dans l'étang de Thau (Herault-France) de *Sphaerotrichia divaricata* (C. Ag.) Kylin et *Chorda filum* (L.) Stackhouse. *Bot. Mar.* 27 : 83-86.
- 327- ROECK-HOLTZHAUER (de), 1985. - Etudes en cours sur *Sargassum muticum*. *Rapport d'avancement, Laboratoire de Cosmétologie et de Pharmacie industrielle*, Nantes.
- 328- RUENESS, J. 1985. Japansk drivtang-*Sargassum muticum*-Biologisk forurenning av europeiske farvann. *Blyttia* 43 : 71-74.

- 329- RUENESS, J. 1989. *Sargassum muticum* and other Japanese introduced macroalgae: biological pollution of European coasts. *Mar. Poll. Bull.* 20 : 173-175.
- 330- SAGA, N., M. POLNE-FULLER and A. GIBOR. 1986. Protoplasts from seaweeds: production and fusion. *Beih. Nova Hedwigia* 83 : 37-43.
- 331- SALINAS, J.M., R. GANCEDO and M. CRESPO, 1988. Aparicion de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt en la costa Noroeste de Espana. *Inf. Téc. I.E.O.* 69 : 22 p. (Category 1.3.7)
- 332- SAWADA, T. 1958. Sexuality in *Sargassum* with special reference to *S. filicinum*. *Bull. Jap. Soc. Phycol. (Sorui)* 6 : 53-57 (as androgynous *S. kjellmanianum*).
- 333- SCAGEL, R.F. 1956. Introduction of a Japanese alga, *Sargassum muticum* into the northeast Pacific. *Fish. Res. Pap. Wash. Dep. Fish. I* : 49-59.
- 334- SCAGEL, R.F. 1957. *An Annotated List of the Marine Algae of British Columbia and Northern Washington (Including Keys to Genera)*. National Museum of Canada. Bulletin 150. : pp.289.
- 335- SCAGEL, R.F. 1963. Distribution of attached marine algae in relation to oceanographic conditions in the northeast Pacific. In : (M.J. DUNBAR, ed.). *Marine Distributions*. Univ. Toronto Press, Roy. Soc. Canada. Spec. Pub. No. 5. : pp. 37-50.
- 336- SCAGEL, R.F. 1967. *Guide to the Common Seaweeds of British Columbia, B.C.* Prov. Mus. Dep. Rec. Cons., *Handbook* 27 : pp. 200.
- 337- SCAGEL, R.F., R.J. BANDONI, J.R. MAZE, G.E. ROUSE, W.B. SCHOFIELD and J.R. STEIN. 1982. *Non-Vascular Plants: An Evolutionary Survey*. Wadsworth Publishing Co. : pp.570.
- 338- SCHRAMM, W. 1988. The use of marine macrophytes (in particular seaweeds) for waste treatment and the utilisation of sewage for seaweed culture. In : *Aquatic Primary Biomass (Marine Macroalgae): Biomass Conversion, Removal and Use of Nutrients*, 1. Proceedings of the 1st Workshop of the Cost 48, sub-group 3, Brussels: *European Economic Community*. : pp. 41-48. (Category 6.2)
- 339- SCREENIVASA, R., SHELAT, Y.A., 1982. Antifungal activity of different fractions of extracts from indian seaweeds. *Marine algae in Pharmaceutical Sciences*, 2.
- 340- SEGAWA, S. 1956. *Coloured Illustrations of the Seaweeds of Japan*. Hoikusha, Osaka. : pp.175 (in Japanese) (as *S. kjellmanianum*).
- 341- SEGAWA, S., T. SAWADA, M. HIEAKI and T. YOSHIDA. 1959. Studies on the floating seaweeds-I. Annual vicissitude of floating seaweeds in the Tsuyazaki region. *Sci. Bull. Fac. Agri. Kyushu.* 17 : 83-89 (as *S. kjellmanianum*).
- 342- SETZER, R.B. and C. LINK. 1971. The wanderings of *Sargassum muticum* and other relations. *Stomatopod* 2 : 5-6.
- 343- SILVA, P.C. 1979. The benthic algal flora of central San Francisco Bay. In : (T.J. CONOMOS, ed.) *San Francisco Bay : The Urbanized Estuary*. *Pacific Div. Ann. Ass. Adv. Sci., San Francisco, Calif.* : pp.287-346.

- 344- SIVITER, D.J. 1886. Photosynthetic studies of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. M. PHIL. THESIS, Portsmouth Polytechnic, U.K.
- 345- SOUTH, G.R. 1986. Intertidal marine algae from Gabriola Island, British Columbia. *Syesis 1* : 77-86.
- 346- SPARLING, S.R. 1977. *An Annotated List of the Marine Algae (Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta) of San Luis Obispo County, California, with Keys to Genera and Species*. Blake Printery, California, U.S.A. : pp.88.
- 347- STAUDE, C.P., K.K. CHEN, R.M. Thom and J.W. Armstrong. 1977. Changes in the intertidal macrofauna and macroflora near West Point Sewage treatment plant, 1971-1975. In: *Studies of Intertidal Biota of Five Seattle Beaches. Puget Sound Inter. Stud., Coll. Fish., Univ. Washington, U.S.A.* : pp.61-96.
- 348- STEGENGA, H. and I. MOL. 1982. Aangespoelde algen in the jaren 1978-1981. *Het Zeepard 42* : 47-54.
- 349- STEGENGA, H. and I. MOL. 1983. *Flora Van De Nederlandse Zeewieren*. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging. : pp.263.
- 350- SULIT, J.I. and R.C. JUAN. 1955. Studies on the extraction of alginic acid from some species of Philippine *Sargassum*. *Philipp. J. Fish.* 3: 47-54. (Cited in: DE WREEDE, R.E., 1978). (*S. kjellmanianum*; *S. 222miyabei* or *S. muticum* ?)
- 351- TAYLOR, J.C. 1979. Introduced exotic plant and animal species into Britain. *Biologist 25* : 229-236.
- 352- TERAWAKI, T., N. NOZAWA and I. SHINMURA. 1982. Studies on morphogenesis in the early stages of *Sargassum* (Phaeophyceae, Fucales) I. *Sargassum piluliferum*. *Jap. J. Phycol.* 30 : 305-331 (In Japanese).
- 353- THOM, R.M. 1976. Changes in the intertidal flora of the southern California mainland. MA Thesis. California State University, Long Beach.
- 354- THOM, R.M. 1978. The composition, growth, seasonal periodicity and habitats of benthic algae on the eastern shore of Central Puget Sound, with special reference to sewage pollution. PH. D. THESIS. University of Washington, U.S.A.
- 355- THOM, R.M. 1980. Seasonality in low intertidal benthic marine algal communities in central Puget Sound, Washington, USA. *Bot. Mar.* 23 : 7-11.
- 356- THOM, R.M., J.W. ARMSTRONG, C.P. STAUDE, K.K. CHEN and R.E. NORRIS. 1976. A survey of the attached marine flora at five beaches in the Seattle, Washington, area. *Syesis 9* : 267-275.
- 357- THOM, R.M. and T.B. WIDDOWSON. 1978. A resurvey of E. Yale Dawson's 42 intertidal algal transects on the southern California mainland after 15 years. *Bull. Southern California Acad. Sci.* 77 : 1-13.
- 358- THOMAS, E.A. and E.B. TREGUNNA. 1968. Bicarbonate ion assimilation in photosynthesis by *Sargassum muticum*. *Can. J. BOT.* 46 : 411-415.
- 359- THORP, C.H. 1960. The benthos of the Solent. In: *The Solent Estuarine System, An Assessment of Present Knowledge. The Nat. Envir. Res. Concil Public. Ser. C 22.* : pp.76-85.

- 360- TITTLE, I. 1973. *Sargassum* surprise. *Br. Phycol. Soc., Newsletter* 5 : 1.
- 361- TITTLE, I. and D.A. SUTTON. 1984. A geographical index to the collections of Phaeophyta (brown algae) held in the British Museum (Natural History). Microfiche from British Museum (Nat. Hist.) (ISBN 0 565 00897 8).
- 362- TOKIDA, J. 1954. The marine algae of southern Saghalien. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 2 : 1-264.
- 363- TOKIDA, J. and T. MASAKI. 1959. A list of marine algae collected in the vicinity of Oshoro marine Biological Station, at Oshoro, Hokkaido, Japan. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 10 : 173-195.
- 364- TSENG, C.K. 1983. *Common Seaweeds of China*. Science Press, Beijing, China. : pp.316 (as *S. kjellmanianum*).
- 365- TSENG, C.K., 1984. Phycological research in the development of the Chinese seaweed industry. *Hydrobiologia*, 116/117 : 7-18.
- 366- TSENG, C.K. and C.F. CHANG. 1954. Studies on Chinese *Sargassums*, II. *Sargassum kjellmanianum* Yendo. *Acta Botanica Sinica* 3 : 353-366 (as *S. kjellmanianum*; *S. muticum* f; *longifolium* as *S. kjellmanianum* f. *longifolium*).
- 367- TSENG, C.K., T. YOSHIDA and Y.M. CHIANG. 1985. East asiatic species of *Sargassum*. Subgenus *Bactrophyucus* J. Ag. (Sargassaceae, Fucales), with keys to the sections and species. In : (I.A. ABBOTT and J.N. NORRIS, eds). *Taxonomy of Economic Seaweeds With Reference To Some Pacific and Caribbean Species. Publ. California Sea Grant Coll. Prog.* : pp.1-14.
- 368- TSUKIDATE, J.-I. 1984. Studies on the regenerative ability of the brown algae, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt and *Sargassum tortile* C. Agardh. *Hydrobiologia* 116/117 : 393-397.
- 369- TSUKIDATE, J.-I. 1948. On the most suitable growth conditions of young thalli of *Sargassum patens* C. Agardh and *Sargassum tortile* C. Agardh. *Bull. Nansei Reg. Fish Res. Lab.* 16 : 1-9.
- 370- UMEZEKI, I. 1984. Ecological studies of *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh in Obama Bay, Japan Sea. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 50 : 1193-1200.
- 371- UMEZAKI, I. 1984. Ecological studies of *Sargassum hemiphyllum* C. Agardh in Obama Bay, Japan Sea. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 50 : 1677-1683.
- 372- VAN DEN DOP, C. 1983. Morfoligisch en aut-oecologisch onderzoek aan en inventarisatie van *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in N.W. Netherlands. Doctorandus Thesis. Rijksherbarium, Leiden. The Netherlands.
- 373- VAN DEN HOEK, C. 1982. The distribution of benthic marine algae in relation to the temperature regulation of their life histories. *Biol. J. Linn. Soc.* 18 : 81-144.
- 374- VAN DEN HOEK. 1987. The possible significance of long-range dispersal for the biogeography of seaweeds. *Helg. Meeres.* 41 : 261-272. (Category 2)
- 375- VAN DER LINDE, P. 1984. Autoecologisch onderzoek aan *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in het grevelingenmeer en inventarisatie van deze algen in Nederland. Doctoraal criptie Biologie. Rijksherbarium, Leiden, The Netherlands.

- 376- VAN DER WIELE, P. 1982. Morfologisch en (auto)ecologisch onderzoek aan en de inventarisatie van *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in N.W. Nederland. Doctorandus thesis. Rijksherbarium, Leiden, The Netherlands.
- 377- VERKUIL, J. 1984. *Sargassum muticum* in 1982 in zuid-west Nederland. Doctorandus thesis, Rijksherbarium, Leiden, The Netherlands : pp.98.
- 378- VINCENT, T. 1978. L'expansion de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur le littoral de la Seine-Maritime. *Bull. Soc. Geol. Normandie et Amis du Museum du Havre, tome LXV, Fasc. 2, 2 e trim.* : pp.1.
- 379- VOZZINSKAJA, V.B. 1964. Makrofity morskich poberezij Sachalina. *Trudy Instituta Okeanologii Akademiya Nauk, U.S.S.R.69* : 330-440 (Cited in : Van Den Hoek, 1982).
- 380- WAALAND, J.R. 1977. *Common Seaweeds of the Pacific Coast*. Pacific Search Press. : 120 pp.
- 381- WELLS, R.B. 1981. Invasion ecology and school biology. Pt. I. *School Science Review, 62* : 417-423.
- 382- WHEELER, W.N., M. NEUSHUL and B.W.W. HARGER. 1981. Development of a coastal marine farm and its associated problems. *Proc. int. Seaweed Symp. 10* : 631-636.
- 383- WHITTAKER, J.E. 1980. The Fleet, Dorset - a seasonal study of the watermass and its vegetation. *Proc. Dorset nat. Hist. archaeol. Soc. 10* : 73-99.
- 384- WHITTAKER, J.E. and W.F. FARNHAM. 1983. The Fleet (Dorset), a preliminary biological survey. *Bull. estuar. brackish-wat. Sci. Ass. 36* : 22-23.
- 385- WHYTE, J.N.C., ENGLAR, J.R., 1983. Analysis of inorganic and organic-bound arsenic in marine brown algae. *Bot. Mar., 26 (4)* : 159-164.
- 386- WIDDOWSON, T.B. 1965. A survey of the distribution of intertidal algae along the coast transitional, in respect to salinity and tidal factors. *J. Fish Res. Bd. Canada 22* : 1425-1454.
- 387- WITHERS, R.G., W.F. FARNHAM, S. LEWEY, N.A. JEPHSON, J.M. HAYTHORN and P.W.G. GRAY. 1975. The epibionts of *Sargassum muticum* in British waters. *Mar. Biol. 35* : 79-86.
- 388- YAMADA, Y. 1954. On the type specimen of *Sargassum kjellmanianum* Yendo. *Bull. Jap. Soc. Phycol. (Sorui) 2* : 45-47.
- 389- YAMADA, Y. 1955. On the distribution of *Sargassum* on the coast of Japan and its neighbouring regions. *Proc. int. Seaweed Symp. 2* : 218-220.
- 390- YAMAMOTO, I., M. TAKAHASHI, E. TAMURA, H. MURAYAMA and H. MORI. 1984. Antitumor activity of edible marine algae. Effect of crude fucoides fractions prepared from edible brown seaweeds against L-1210 leukemia. *Hydrobiologia 116/117* : 145-148.
- 391- YAMAUCHI, K. 1984. The formation of *Sargassum* beds on artificial substrate by transplanting seedlings of *S. horneri* (Turner) C. Agardh and *S. muticum* (Yendo) Fensholt. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 50* : 1115-1123.

- 392- YENDO, K. 1905. Preliminary list of Japanese Fucaceae. *Bot. Mag. Tokyo* 19: 40-182.
- 393- YENDO, K. 1907. The Fucaceae of Japan. *J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo* 21: 1-174.
- 394- YOSHIDA, T. 1978. lectotypification of *Sargassum kjellmanianum* and *S. miyabei* (Phaeophyta, Sargassaceae). *Jap. J. Phycol.* 26: 121-124.
- 395- YOSHIDA, T. 1980. Typification of the taxa described by Yendo in his «Fucaceae». *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. V (Botany)* 12: 99-106.
- 396- YOSHIDA, T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* (Phaeophyta, Fucales). *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V (Botany)* 13: 99-246.
- 397- YOSHIDA, T. 1985. Taxonomic and distributional accounts on the *Sargassum* (Fucales, Phaeophyta). 4. *Aquabiology* 7: 106-109 (In Japanese).
- 398- YOSHIDA, T., T. Majima and M. Marui. 1983. Apical organization in some genera of Fucales (Phaeophyta) from Japan. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. V. (Botany)* 13: 49-56.
- 399- YOSHIDA, T., Y. NAKAJIMA and Y. NAKATA. 1985. Preliminary check-list of marine benthic algae of Japan. I. Chlorophyceae and Phaeophyceae. *Jap. J. Phycol.* 33: 57-74.

LISTE DES FIGURES

- Figure. 1. Répartition mondiale de *Sargassum muticum*
- Figure. 2. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt
- Figure. 3. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt: terminal fertile part with receptacle
- Figure. 4. Lectotype of *Sargassum kjellmanianum* f. *muticum* Yendo
- Figure. 5. Distribution of *Sargassum muticum* compiled from the specimens in SAP.
- Figure. 6. On recherche !
- Figure. 7. Fiche de renseignements techniques
- Figure. 8. Expansion de *Sargassum muticum* sur les côtes françaises (1983-1984)
- Figure. 9. Expansion de *Sargassum muticum* sur les côtes françaises (1983 à 1987, 1983 à 1988)
- Figure. 10. Expansion de *Sargassum muticum* sur les côtes françaises (1983 à 1989)
- Figure. 11. Expansion de *Sargassum muticum* en Bretagne (1983 à 1989)
- Figure. 12. Expansion de *Sargassum muticum* du Faou à l'anse de Bertheaume (1983 à 1988)
- Figure. 13. Expansion de *Sargassum muticum* le long des côtes méditerranéennes françaises (1981 à 1984)
- Figure. 14. *Sargassum muticum*: réponse dans le proche infra-rouge
- Figure. 15. Vue aérienne du chenal séparant Roscoff de l'île de Batz
- Figure. 16. Etude thématique de la simulation SPOT sur le secteur Roscoff-Ile de Batz
- Figure. 17. Etude thématique de la simulation SPOT sur le Cotentin Ouest
- Figure. 18. Vue aérienne d'une implantation de *Sargassum muticum* (Golfe du Morbihan)
- Figure. 19. Etude thématique de l'image SPOT sur l'île de Ré
- Figure. 20. Cartographie de *Sargassum muticum* (Côtes de Basse-Normandie, 1984)
- Figure. 21. Cartographie de *Sargassum muticum* (Secteur de Roscoff-Ile de Batz, 1985)
- Figure. 22. Cartographie de *Sargassum muticum* (Baie de Morlaix, de 1982 à 1984)
- Figure. 23. Implantation de *Sargassum muticum* dans des peuplements indigènes

Figure. 24. Terminologie morphologique utilisée pour l'étude *Sargassum muticum*

Figure. 25. Représentation simplifiée d'une portion de table conchylicole.

Figure. 26. *S. muticum* fixé sur une corde (Photo T. Belsher)

Figure. 27. Etang de Thau: station d'hydrologie

Figure. 28. Ile de Wight. Hersage

Figure. 29. Parcs mytilicoles du Cotentin

Figure. 30. Ramassage par pelleteuse

Figure. 31. Parcs mytilicoles du Cotentin. Dépôt de Sargasse après récolte par pelleteuse

Figure. 32. Prototype de drague avant et après dragage

Figure. 33. Appareil de suction à bord du Toriki

Figure. 34. Plan d'intervention

Figure. 35. Ile de Ré. Intervention d'engins amphibies

Figure. 36. Schéma de fractionnement des thalles

Figure. 37. Ile de Ré. Développement d'épiphytes sur *Sargassum muticum*

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nuisances en Cotentin

Tableau 2. Effets de l'extrait de Sargasse sur la germination et le développement de cultures de lentilles

Tableau 3. Effets de l'extrait de Sargasse sur le développement de cultures de persil

Tableau 4. Effets de l'extrait de Sargasse sur la germination du cyclamen

Tableau 5. Effet de l'extrait de Sargasse sur la reprise de boutures d'hortensia

GROUPE DE TRAVAIL "SARGASSE"

Principaux intervenants et interlocuteurs du programme coordonné "SARGASSE".

° ° °

ARDRE, F.	Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue Buffon - 75005 PARIS.
BELSHER, T.	IFREMER, Centre de Brest, DEL - B.P. 70, 29280 PLOUZANE.
BIANCHI,	Laboratoire de Microbiologie Marine, Université de Provence, place Victor Hugo - 13331 MARSEILLE Cedex 3.
BONDON,	C.I.C., B.P. 23 - 34140 MEZE.
BOUDOURESQUE, C.F.	Laboratoire d'Ecologie du Benthos, Faculté des Sciences de Luminy - 13288 MARSEILLE Cedex 2.
BOUSQUET, G.	ORSTOM, 213 rue Lafayette - 75480 PARIS Cedex 10.
BOYEN, C.	Station Biologique, place Georges Teissier - 29680 ROSCOFF.
BRAUD, J.P.	Usine de Baupte - 50500 CARENTAN.
BRAULT, D.	CEVA, B.P. 3 - 22610 PLEUBIAN.
BREMOND,	Laboratoire de Physiologie végétale, Faculté Catholique d'Angers, B.P. 808 - 49005 ANGERS.
CABIOCH, J.	Station Biologique, place Georges Teissier - 29680 ROSCOFF.
CHABOT,	IFREMER, Station de Sète, 1 rue Jean Vilar - 34200 SETE.
CHEVOLOT, L.	Laboratoire d'Océanographie chimique, Faculté des Sciences, Université de Bretagne Occidentale, avenue Le Gorgeu - 29200 BREST.
COPPEJANS, E.	Laboratorium voor Morfologie, Systematiek en Ekologie van de Planten, Rijksuniversiteit Gent, K.L. Ledeganckstraat, 35 B-9000 GENT, Belgique.
CORRE, J.C.	31 avenue de Montpellier - 34140 MEZE.
COSSON, J.	Laboratoire d'Algologie fondamentale et appliquée, Université de Caen, 39 rue Desmoueux - 14000 CAEN.

COUTE, A. Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue Buffon - 75005 PARIS.

CRAIGNOU, Y. Station Biologique, place Georges Teissier - 29680 ROSCOFF.

CRITCHLEY, A. Department of Botany, University of Natal, P.O. Box 375, Pietermaritzburg, 3200 NATAL, South Africa.

DAVID, P. Centre Océanographique de Marseille, Faculté des Sciences de Luminy, Case 901 - 13288 MARSEILLE Cedex 9.

de ROECK-HOLTZHAUER, IRVALMER, 68 boulevard Eugène Orioux - 44000 NANTES.

DELEPINE, R. Laboratoire de Biologie végétale marine, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai St Bernard - 75230 PARIS Cedex 05.

DRENIERE, IFREMER, Station de Sète, 1 rue Jean Vilar - 34200 SETE.

DUBOIS, A. Laboratoire de Cryptogamie, Institut de Botanique U.S.T.L., 163 rue Auguste Broussonnet - 34000 MONTPELLIER.

FARNHAM, W.F. Portsmouth Polytechnic, The Marine Laboratory Ferry-Road, Hayling Island, Hants, P.O. 11 O.D.G. Grande-Bretagne.

FARUGGIO, IFREMER, Station de Sète, 1 rue Jean Vilar - 34200 SETE.

FLOCH, J.Y. Laboratoire de Physiologie végétale, Faculté des Sciences, Université de Bretagne Occidentale, avenue Le Gorgeu - 29200 BREST.

GAYRAL, P. Laboratoire d'Algologie fondamentale et appliquée, Université de Caen, 39 rue Desmoueux - 14000 CAEN.

GERBAL, M. Laboratoire d'Ecologie du Benthos, Faculté des Sciences de Luminy - 13288 MARSEILLE Cedex 2.

GIRARD, J.P. Laboratoire de Chimie organique pharmaceutique, Université de Montpellier I, 15 avenue Charles Flahault - 34060 MONTPELLIER Cedex.

GRAMICK, A. Laboratoire de Génie chimique appliqué aux Biotechnologies, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, place Eugène Bataillon - 34060 MONTPELLIER Cedex.

GRANONE, COMACO, 24 quai Descournut - 34140 MEZE.

GRUET, Y. Laboratoire d'Ecologie animale et de Biologie marine, U.E.R. Sciences de la Nature, B.P. 1044 - 44037 NANTES Cedex.

HAMON, IFREMER, Station de Sète, 1 rue Jean Vilar - 34200 SETE.

HERVE, Laboratoires GOEMAR, Z.A.C. La Madeleine, B.P. 55 - 35403 SAINT-MALO Cedex.

HOUVENAGHEL, G.	Université Libre de Bruxelles, 50 avenue Franklin Roosevelt, 1050 BRUXELLES, BELGIQUE.
KAAS, R.	IFREMER, Centre de Nantes, rue de l'île d'Yeu, B.P. 1049 – NANTES Cedex 01.
KLOAREG, B.	Station Biologique, place Georges Teissier – 29680 ROSCOFF.
KNOEPPFLER-PEGUY, M.	Laboratoire Arago, Université de Paris VI – 66650 BANYULS SUR MER.
LAURET, M.	Laboratoire de Cryptogamie, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, place Eugène Bataillon – 34060 MONTPELLIER Cedex.
LE GRILL, J.	SOBALG, La Grande Palud, La Forest-Landerneau, B.P. n° 6 – 29800 LANDERNEAU.
LEVAVASSEUR, G.	Station Biologique, place Georges Teissier – 29680 ROSCOFF.
LECOQ,	Section Régionale du C.I.C., 8 rue L. Kloarec – 29600 MORLAIX.
LEROUX, C.	Station de Biologie marine, Ile de Bailleron – 56860 SENE.
MARTY, D.	Laboratoire de Microbiologie Marine, Université de Provence, place Victor Hugo – 13331 MARSEILLE Cedex 3.
MASSON, J.L.	19 rue du 20 août 1944 – 34140 BOUZIGUES.
MONNIOT, J.	Laboratoire des Invertébrés marins, Muséum National d'Histoire Naturelle, 45 rue Buffon – 75005 PARIS.
MORAND,	AFME, 27 rue Louis Vicat – 75015 PARIS.
NIHOULD,	Affaires Maritimes, 11 quai de Tréguier – 29210 MORLAIX.
PELLEGRINI, M.	Laboratoire de Biologie végétale, Faculté des Sciences de Luminy, Case 902, 70 route Léon Lachamp – 13288 MARSEILLE Cedex 9.
PELLEGRINI, L.	Laboratoire de Biologie végétale, Faculté des Sciences de Luminy, Case 902, 70 route Léon Lachamp – 13288 MARSEILLE Cedex 9.
PEREZ, R.	IFREMER, Centre de Nantes, rue de l'île d'Yeu, B.P. 1049 – NANTES Cedex 01.
PRUD'HOMME VAN REINE, W.F.	Rijksherbarium, Scheepenkade 6, LEIDEN, Pays-Bas.
RENAU, J.N.	Conseil Régional de Basse-Normandie, Pbs de la mer, 11 rue des Chanoines, B.P. 15 – 14035 CAEN Cedex.

RIMBAULT, IFREMER, Station de Sète, 1 rue Jean Vilar - 34200 SETE.
ROUXEL-AMBLARD, 23 rue Gramme, B.P. 7 - 75015 PARIS.
SERVEILLE, C.I.C., B.P. 23 - 34140 MEZE.
SOULARD, Cellule Pollution du Littoral, DDE - 85100 LES SABLES
D'OLONNE.
STAINIER, COMACO, 24 quai Descournut - 34140 MEZE.
TOURNIER, IFREMER, Station de Sète, 1 rue Jean Vilar - 34200 SETE.

ainsi que :

Direction des Affaires Maritimes Normandie-Mer du Nord, 170 boulevard Clémenceau -
76083 LE HAVRE Cedex.

Direction des Affaires Maritimes Pays de Loire, 2 boulevard Allard, B.P. 1020 -
44049 NANTES Cedex.

Direction des Affaires Maritimes Littoral Sud-Ouest, 3 rue Fondaudege, B.P. 905 -
33061 BORDEAUX Cedex.

Direction des Affaires Maritimes Bretagne, 27, rue George Sand, B.P. 1143 -
35014 RENNES.

Direction des Affaires Maritimes Littoral méditerranéen, 23 rue Phocéens -
13227 MARSEILLE Cedex 1.