

Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes

L'algue japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) fensholt. Caractéristiques et répartition

Isabelle Loraine

Septembre 1989

Maître de stage : T. Belsher, Ifremer
Département Environnement Littoral
Correcteur : J. Haury

REMERCIEMENTS

Je remercie Monsieur T. Belsher de m'avoir permis de faire ce stage et de m'avoir aidé tout au long de mon séjour à l'IFREMER.

Je remercie également les dessinateurs J.P. Annezo et P.Bodenes pour leur aide ainsi que l'équipe du département Environnement Littoral pour son accueil.

RESUME

Sargassum muticum est une algue japonaise de la classe des phéophycées qui a été introduite en Europe il y a une quinzaine d'années. Elle s'est beaucoup développée grâce à certaines de ses caractéristiques intrinsèques (faculté d'adaptation, vitesse de croissance, mode de reproduction etc...) et aux conditions favorables qu'elle a rencontrés.

Les gênes qu'elle provoque peuvent être très importantes mais aucun moyen de lutte efficace n'a pu encore être trouvé. Seule une lutte mécanique peut être envisagée ponctuellement dans les endroits où l'éradication est indispensable. Toute valorisation se heurte au problème du coût de ramassage. Toutefois la valorisation la plus intéressante de Sargassum muticum serait l'utilisation comme flocculant pour les matières organiques en suspension.

La réactualisation de la localisation de Sargassum muticum en France en 1989 n'a pas permis de mettre en évidence de nouvelles régions envahies mais l'algue semble plutôt s'étendre à l'intérieur des zones déjà envahies. Les côtes de Bretagne sont touchées presque entièrement. Au niveau mondial, une nouvelle localisation est signalée en Suède.

La télédétection par satellite semble être un moyen intéressant pour étudier le littoral et en particulier les algues. Sargassum muticum peut être localisée sur une image satellite. Différents traitements de l'image du Golfe du Morbihan peuvent conduire à la mise en valeur de l'algue sur toute cette zone.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I CARACTERISTIQUES DE L'ALGUE

- 1 1 - Description
- 1 2 - Biologie
- 1 3 - Ecologie
- 1 4 - Conclusion

II ORIGINE ET CONSEQUENCES DE L'INVASION

- 2 1 - Origine de l'invasion
- 2 2 - Conséquences

III ESSAIS DE LUTTE CONTRE SARGASSUM MUTICUM

- 3 1 - Lutte mécanique
- 3 2 - Lutte chimique
- 3 3 - Lutte biologique

IV VALORISATION DE SARGASSUM MUTICUM

- 4 1 - Utilisation d'extraits d'algues pour la culture
- 4 2 - Compostage
- 4 3 - Extraction et étude physico-chimique des alginates
- 4 4 - Utilisation comme flocculant des eaux chargées en matière organique
- 4 5 - Evaluation pharmacologique
- 4 6 - Evaluation parapharmacologique

DEUXIEME PARTIE : LOCALISATION DE SARGASSUM MUTICUM DANS LE MONDE ET EN FRANCE. REACTUALISATION 1989

I SARGASSUM MUTICUM DANS LE MONDE

- 1 1 - Au Japon et en mer de Chine

- 1 2 - Aux USA et au Canada
- 1 3 - En Europe

II SARGASSUM MUTICUM EN FRANCE : CARTOGRAPHIE PAR ENQUETE

- 2 1 - Méthode de cartographie par enquête
- 2 2 - Résumé des résultats jusqu'en 1988
- 2 3 - Résultats de l'enquête 1989

III SARGASSUM MUTICUM DANS LA RADE DE BREST : CARTOGRAPHIE PAR VERITE-TERRAIN

TROISIEME PARTIE : CARTOGRAPHIE PAR TELEDETECTION SATELLITAIRE

I PRESENTATION DU SATELLITE SPOT

- 1 1 - Le satellite
- 1 2 - Les capacités de SPOT

II RAPPEL DES PROPRIETES DES VEGETAUX

III APPLICATION DE LA TELEDETECTION A LA CARTOGRAPHIE DU LITTORAL

- 3 1 - Intérêt de l'utilisation de la télédétection pour les études littorales
- 3 2 - Caractérisation des végétaux marins
- 3 3 - Quelques exemples d'applications

IV TRAITEMENT ET INTERPRETATION DES IMAGES SATELLITES : APPLICATION AU GOLFE DU MORBIHAN

- 4 1 - Les outils disponibles à l'IFREMER
- 4 2 - Les données brutes
- 4 3 - Les opérations préliminaires
- 4 4 - L'analyse et le traitement de l'image

CONCLUSION

INTRODUCTION

Sargassum muticum (Yendo) Fensholt est une algue japonaise importée en France depuis plus de 15 ans par l'intermédiaire de naissain d'huitre. Elle s'est depuis considérablement étendue sur toutes les côtes françaises et peut provoquer des gênes importantes pour les ostréiculteurs et les navigateurs en particulier.

Devant l'ampleur du problème, un groupe de travail "Sargasse" a été créé en 1982, coordonné par T.BELSHER de l'IFREMER, pour essayer de suivre le développement de l'algue et d'envisager des solutions.

C'est dans ce cadre que se situe la présente étude qui a pour but de mettre à jour la répartition de Sargassum muticum en France et dans le monde. Une approche de cartographie du phénomène par télédétection spatiale a également été tentée.

L'étude commencera donc par une synthèse bibliographique sur l'algue, ses nuisances, les espoirs de lutte et de valorisation, puis se poursuivra par un bilan de la localisation de l'algue en 1989 pour finir par l'approche des techniques de cartographie par télédétection satellitaire et son application au golfe du Morbihan.

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I > CARACTERISTIQUES DE L'ALGUE

Une dizaine d'espèces du genre Sargasse est présente naturellement sur nos côtes. Ces algues ne mesurent que quelques centimètres, sont bien adaptées au milieu et ne posent donc pas les mêmes problèmes écologiques et économiques que Sargassum muticum, introduite accidentellement en France.

Sargassum muticum (Yendo) Fensholt est une algue japonaise de la classe des Phéophycées. Dans son pays, elle est présente sur les côtes baignées par les eaux chaudes des courants "Kuro Shio" au sud et à l'est, "Tsushima" à l'ouest (CRITCHLEY, 1983) ainsi qu'en mer de Chine. Elle se trouve en mode semi-battu à calme, au niveau de l'infralittoral superficiel.

La prolifération observée sur la côte est américaine et en Europe n'est pas constatée dans les zones d'origines.

1 1- Description

1 1 1 - Systématique

L'algue se nomme Sargassum muticum (Yendo) Fensholt car elle a été décrite par Yendo (1907) comme forme muticus de Sargassum kjellmanianum et par Fensholt (1947) qui en a défini l'espèce.

Sa classification systématique est la suivante:

- Classe: Phéophycées
- Sous-classe: Cyclosporées
- Ordre: Fucales
- Famille: Sargassassées
- Genre: Sargassum
- Espèce: muticum

1 1 2 - Morphologie

Comme toutes les algues du genre *Sargassum*, *Sargassum muticum* est fixée par un disque basal et porte des vésicules aérifères pédicellées. La fronde présente une morphologie complexe rappelant celle des végétaux supérieurs (figure 1).

L'algue comporte un ou plusieurs axes principaux d'où partent des rameaux primaires et secondaires. Sur ces rameaux, on observe des organes foliacés présentant parfois une pseudonervure, des réceptacles cylindriques taillés en pointe et pédicellés, des aérocytes, vésicules pédicellées et sphériques situées en position latérale (CRITCHLEY, 1983) (figure 2).

En Europe, l'algue présente deux types de morphologie suivant la saison (DE WREEDE, 1978): l'hiver, elle se trouve sous forme réduite buissonnante avec peu de ramures et une forte pigmentation. Elle est plus difficilement reconnaissable qu'en été, où elle atteint son développement optimal (de 50 cm à 10 m). Les pieds, fertiles au début de l'été, portent des réceptacles reproducteurs.

1 2 - Biologie

1 2 1 - Cycle de développement et croissance

En France, le cycle de développement de *Sargassum muticum* varie dans le temps selon les sites mais en général est le suivant:

- dès octobre-novembre, les jeunes pousses apparaissent à partir du disque basal (les premières germinations peuvent avoir lieu en septembre à l'étang de Thou). A ce moment les plants de l'année recommencent à grandir également.

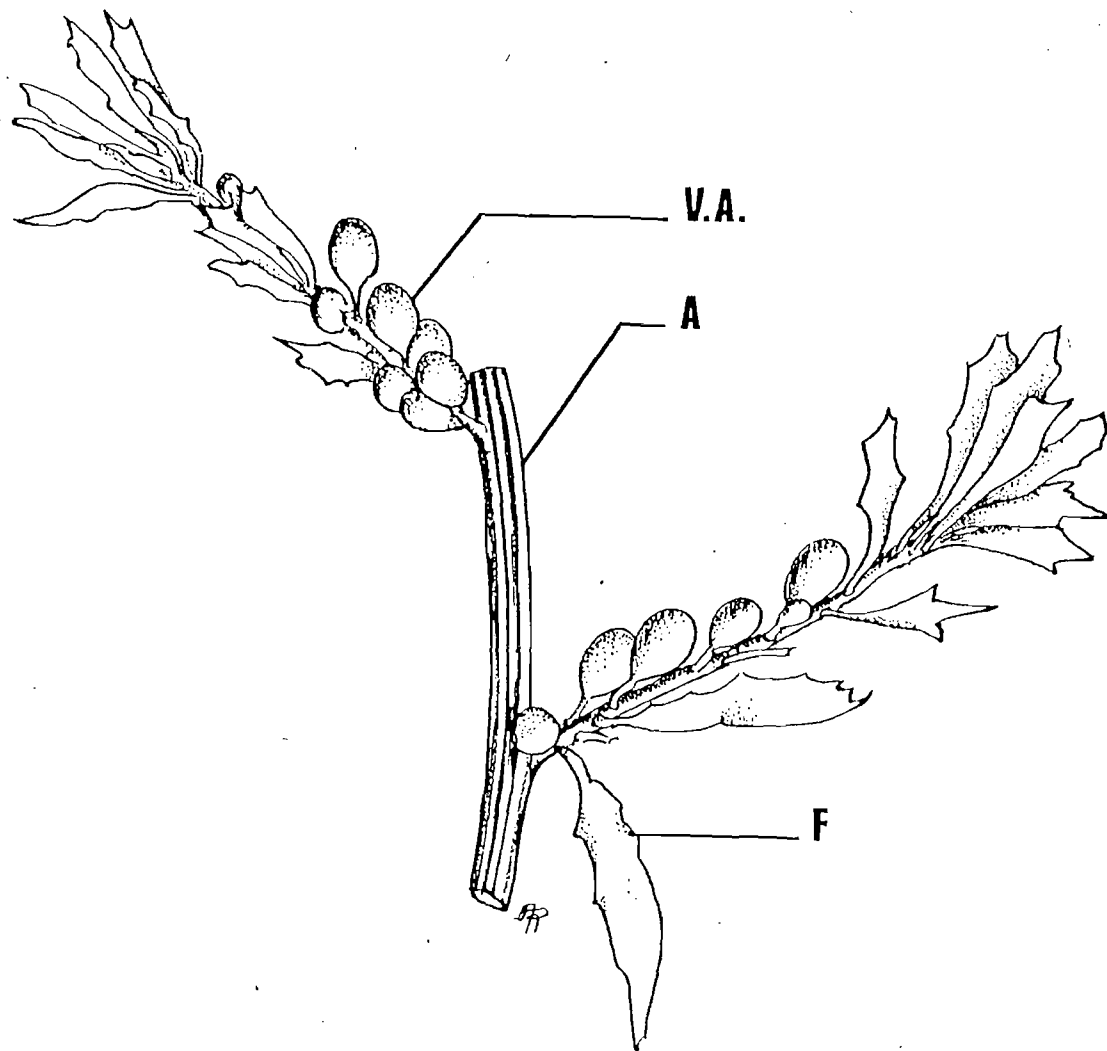
- la croissance maximale a lieu au printemps. Les rameaux principaux progressent plus vite que les secondaires et les tertiaires. La croissance peut atteindre plusieurs centimètres par jour et le thalle peut atteindre des tailles très importantes. La vitesse de croissance semble liée à la profondeur d'implantation et à l'amplitude des marées (BELSHER, 1985).

- la croissance se ralentit et devient pratiquement nulle quand commence la période de reproduction, au début de l'été.

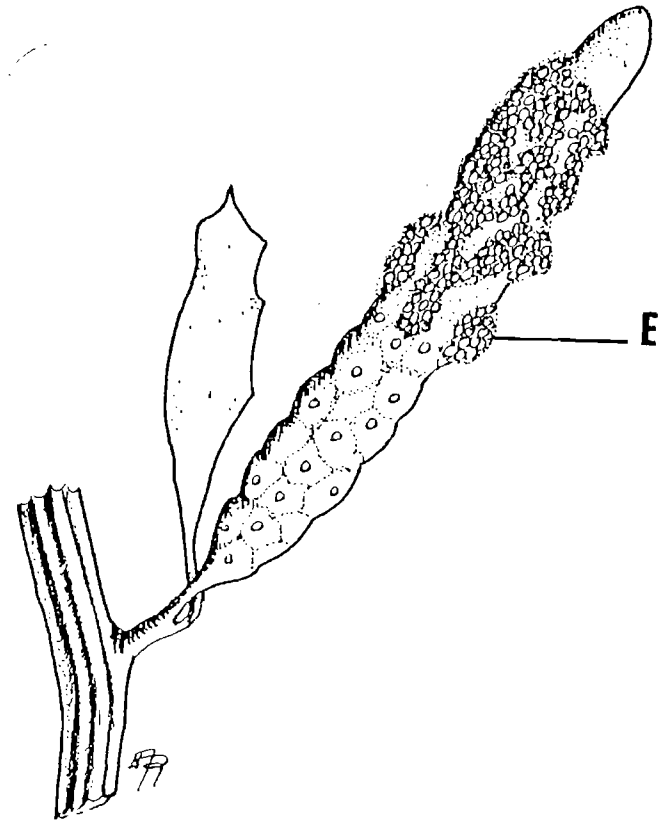


The morphology of a first year *Sargassum muticum* plant. *av*, Air vesicle; *bl*, basal leaf; *c*, cryptostomata; *h*, holdfast; *l*, leaf; *ma*, main axis; *pl*, primary lateral; *pla*, primary lateral apex; *pli*, primary lateral initial; *sl*, secondary lateral; *sla*, secondary lateral apex; *tl*, tertiary lateral. Scale = 10 mm.

figure I : CRITCHLEY 1983



①



②

figure 2 : 1 Eléments caractéristiques du thalle
V.A. : vésicules aérifères
A : axe principale généralement cannelé
F : expansion en forme de feuille
2 Partie reproductrice du thalle (réceptacle)
partiellement gainée d'embryons (E)
taille réelle 1 cm environ

- à partir de juillet-août, les aérocytes commencent à tomber et, la flottabilité étant réduite, les rameaux se couchent progressivement sur le fond. L'axe principal de l'année meurt, le disque de fixation qui contient les substances de réserves est pérennant.

1 2 2 - La reproduction

La reproduction de Sargassum muticum suit un cycle monogénétique diploïde (figure 3). Les gamètes sont élaborés en juin au sein des conceptacles mâles et femelles réunis dans des réceptacles hermaphrodites. Ils sont expulsés peu après les grandes marées de printemps à travers des pores et, tandis que les gamètes mâles se dispersent dans le milieu marin, les femelles sont maintenues par du mucilage à la surface du réceptacle, où il y a fécondation. Le zygote reste d'abord attaché au réceptacle puis la plantule se décroche, sédimente et se fixe sur le substrat.

Des rameaux fertiles détachés du thalle peuvent subsister jusqu'à trois mois, même dans des conditions de salinité difficiles et conserver leur potentiel de germination.

De plus, Sargassum muticum a la possibilité de se multiplier végétativement. En effet, l'algue est capable de régénérer un nouveau thalle à partir d'un simple fragment doté d'un méristème ou d'un disque basal pérennant. Cette multiplication végétative est liée à la production de phytohormones de l'apex vers la base du thalle.

La dispersion des sargasses peut donc se faire à courte distance par l'intermédiaire des zygotes et à longue distance par l'intermédiaire des rameaux fertiles et de la multiplication végétative. La présence de flotteurs favorise la dispersion.

1 2 3 - Composition chimique

Des analyses comparatives de la teneur en carbone, hydrogène et azote ont été effectuées entre un individu provenant de l'étang de Thau et deux individus provenant de la baie de Mangoku-ura au Japon. La teneur en azote de Sargassum muticum du Japon est globalement double de celle de Sargassum muticum en France, alors que la teneur en carbone est semblable. De plus, l'augmentation des teneurs en carbone et hydrogène de l'apex vers le crampon observée sur Sargassum muticum de l'étang de Thau (BOUDOURESQUE et al., 1985) (tableau 1) n'est pas constatée au Japon.

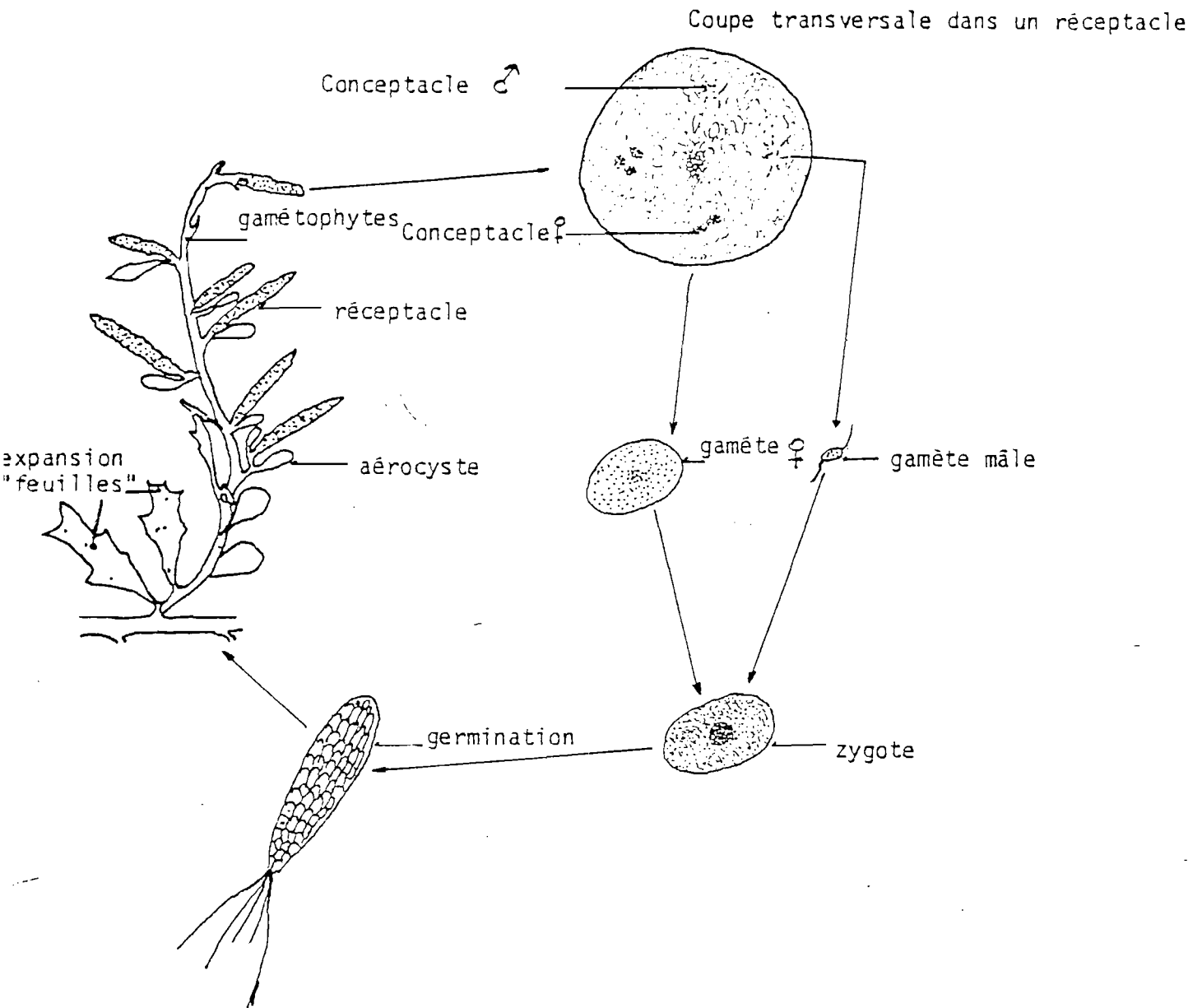


figure 3 .- Reproduction sexuée oogame et cycle schématique de *Sargassum muticum* (cycle monogénétique diploïde).

(GIVERNAUD , 1984)

Tableau 1 (DAVID, 1985)

Résultats moyens, en pourcentage du poids sec des analyses CHN, de *S. muticum* prélevée au Japon (Mangoku-Ura) et en France (étang de Thau).

Résultats	JAPON	FRANCE
Feuilles	C : 29,18 H : 4,77 N : 2,72	C : 24,94 H : 4,00 N : 1,55
aérocystes	C : 20,20 H : 4,02 N : 1,98	C : 28,11 H : 3,92 N : 1,19
pédicelles des aérocystes	C : 25,19 H : 4,36 N : 1,77	C : 29,2 H : 4,15 N : 0,71
stipe	C : 27,92 H : 4,85 N : 1,94	C : 34,25 H : 4,69 N : 1,43
crampon		C : 38,11 H : 4,76 N : 1,61
moyennes	C : 25,62 H : 4,50 N : 2,10	C : 29,13 H : 4,19 N : 1,22
<C/N>	12,20	23,88
Rapport atomique <C/N>	16,27	31,83

Les teneurs en métaux varient selon l'organe considéré (tableau 2). Les crampons contiennent peu de métaux, les tiges sont particulièrement riches en zinc et les "feuilles" sont riches en zinc et nickel. Ce sont elles qui absorbent le plus de métaux.

1 2 4 - Composition pigmentaire et activité photosynthétique

Une étude menée par LEVAVASSEUR (1988) a comparé la composition pigmentaire et l'activité photosynthétique de Sargassum muticum avec celles d'autres espèces d'algues présentes dans nos milieux. Les principaux résultats sont les suivants:

- au printemps au moins Sargassum muticum a une teneur en chlorophylle a parmi les plus élevées. Il semble que les algues à croissance rapide contiennent plus de chlorophylle a que celles à croissance lente. De plus, Sargassum muticum serait moins sensible que d'autres algues à la photodestruction estivale des pigments.

- Sargassum muticum a une activité photosynthétique importante. La présence d'aérocystes permet aux thalles de bien s'épanouir dans le milieu, voire de s'étaler à la surface de l'eau, ce qui leur permet de capter le maximum d'énergie lumineuse.

Sargassum muticum semble donc être parmi les algues dont les potentialités physiologiques sont les plus aptes à assurer une forte productivité photosynthétique.

1 3 - Ecologie

Sargassum muticum colonise la partie inférieure de la zone intertidale jusqu'au niveau moyen des basses mers de vive eau, dans des zones abritées où l'eau subsiste à marée basse (figure 4). Son implantation est limitée par des risques de dessiccation dans sa partie supérieure et la pénétration de la lumière dans la partie inférieure. Elle préfère les zones d'eau calme. Dans la zone intertidale, les champs de sargasses formés engendrent des retenues qui favorisent sa progression.

Elle se fixe sur des substrats solides en place ou mobiles: rochers, cailloux, coquillages. Dans l'étang de Thau, par exemple, elle a trois types de biotopes: les substrats durs, les tables conchylicoles (piliers, cordes, coquilles), les fonds meubles où elle se fixe sur des éléments durs tels que les coquilles mortes, les morceaux de plastique ou de ferraille (BOUDOURESQUE et al., 1985).

Tableau 2 (DAVID, 1985)

METAUX PRESENTS DANS LES SARGASSES

	Cu	Pb	Zn	Ni	Cd
crampons	1,1	0,6	4,5	0-12	0
tige	8,5	0	26	3-12	3
feuilles	8,5-10	0-10	30	8-36	3
jeunes pousses	10	0	20	0-26	3

les teneurs des métaux sont en ppm

CHEVAUX PROFONDS

- Implantation probablement faible (courants, pénétration de la lumière insuffisante).

VASIERES NON EXONDAELES

- Densité localement élevée (abondance de galets, de coquilles, de tubes de sabelles etc...)
- Plants dispersés ailleurs.

Conséquences :

- Gêne pour la navigation (localement, surtout à basse mer) et aux mouillages (accumulation d'algues sur les chaînes et lignes d'ancres).
- Gêne pour la pêche (filet et traîne).
- Gêne pour l'ostréiculture en "eau profonde" (travail accru, perte d'huîtres, mortalité par entassement).
- Obstacle à la reconstitution des bancs d'huîtres plates.
- Nouveaux supports potentiels pour les pontes de seiches (mais diamètre probablement insuffisant et stabilité médiocre).
- Abri possible, contre les prédateurs, pour les alevins et les crevettes (amélioration du recrutement ?).

ZONE SITUÉE DE PART ET D'AUTRE DU NIVEAU DES BASSES MERS DE VIVE EAU

- Forte densité, surtout au-dessous du niveau des basses mers et sur fonds rocheux.

Conséquences :

- Gêne probablement forte pour la navigation (freinage et détérioration d'hélices)
- Gêne très importante pour l'ostréiculture (nécessité de destruction de l'algue)
- Gêne pour la pêche (lancer à partir de la côte).
- Compétition forte avec les algues indigènes, éventuellement avec les zostères.
- Abri possible pour alevins et crevettes (efficacité à estimer).

ZONE DE BALANCEMENT DES MAREES

- Implantation faible, sauf dans les flaques et les chenaux et partie mentionnée ci-contre.
- Installation dans les bassins ostréicoles.
- Apport de galets, graviers et coquilles.
- Augmentation du volume des laisses de mer (algues en épave) utilisables pour la fertilisation des terres.

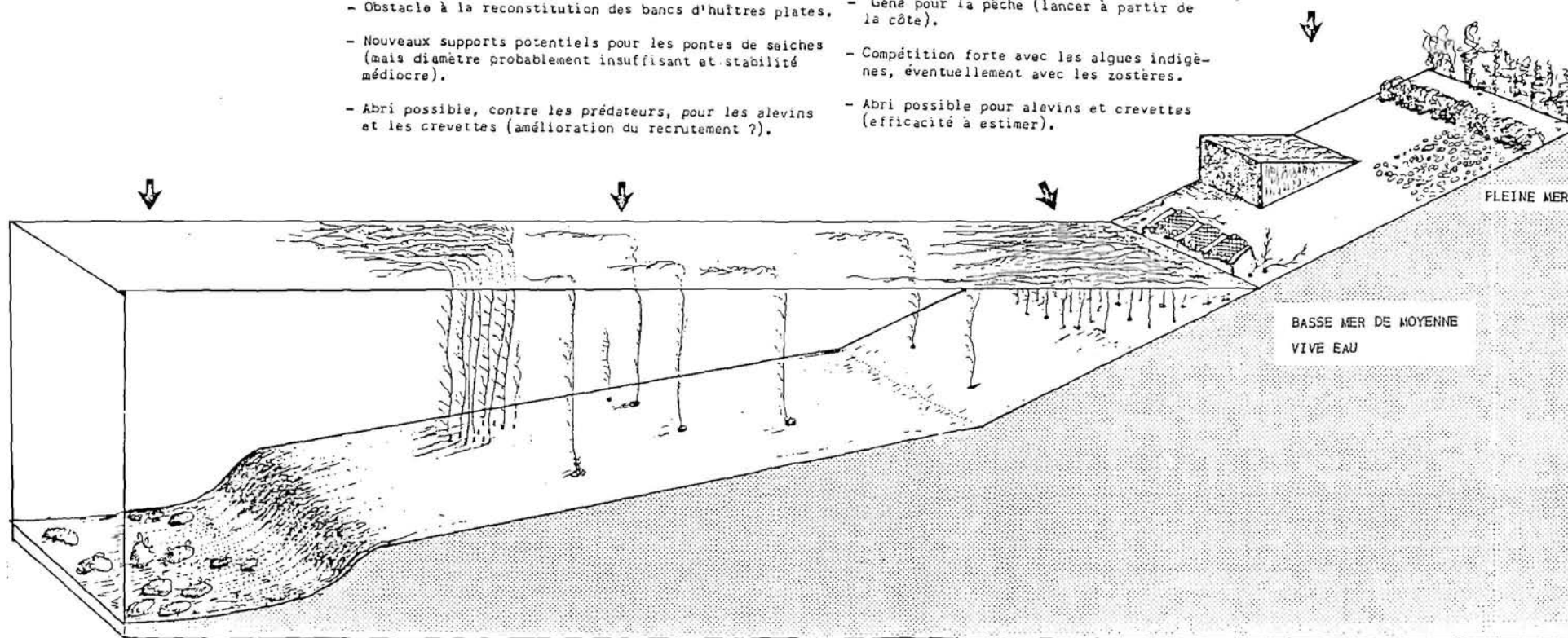


figure 4 : Habitat de Sargassum muticum

LEROUX 1983

Sargassum muticum présente une grande tolérance vis-à-vis de la température et la salinité:

La température optimale se situe entre 17 et 20°C mais elle peut vivre entre -9°C et 30°C (températures léthales). Cependant, elle est assez sensible aux fortes variations qui provoquent sa désagrégation.

Les conditions de salinité peuvent se situer entre 27 et 35‰ avec un optimum entre 30 et 35‰.

La lumière d'intensité supérieure à 3000 lux favorise la croissance et la formation des organes reproducteurs.

Une étude plus particulière a été effectuée sur le développement des jeunes stades de Sargassum muticum (DION, 1989). Il a été montré que le recrutement des jeunes stades est favorisé par des températures plus élevées (22°C) que pour certaines espèces locales. Il semble difficile de déterminer les meilleures conditions de luminosité mais on constate que le développement des jeunes stades est relativement peu affecté par de très faibles lumières. Les jeunes stades sont très sensibles à la dessiccation et assez à une désalure en dessous de 30‰. Leur croissance en fonction de l'enrichissement du milieu permet de supposer que l'eutrophisation des zones côtières pourrait favoriser la colonisation de Sargassum muticum.

1 4 - Conclusion

Les différentes caractéristiques de Sargassum muticum que nous venons d'envisager permettent de mieux comprendre le succès que rencontre cette algue sur nos côtes. On peut mentionner quelques points qui sont autant de facteurs favorables à sa prolifération:

- une croissance très rapide,
- un pouvoir reproducteur élevé avec une reproduction sexuée efficace et une possibilité de multiplication végétative,
- une dispersion efficace par les rameaux fertiles ou non grâce aux flotteurs,
- une grande aptitude à la fixation sur n'importe quel objet solide même mobile,
- une bonne activité photosynthétique.

Mais on peut se demander pourquoi Sargassum muticum ne prolifère pas autant dans son milieu d'origine, au Japon. En effet, la longueur moyenne au Japon est 1.20 m alors qu'elle peut aller jusqu'à plus de 10 m sur la côte atlantique. Les entre-nœuds entre deux ramifications sont plus courts et les ramifications secondaires moins longues au Japon.

On peut penser à un phénomène de compétition entre espèces, un équilibre non atteint en France s'étant établi au Japon, mais d'autres facteurs peuvent intervenir. C'est pourquoi les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau ont fait l'objet d'une comparaison entre la baie de Mangoku-ura au Japon et l'étang de Thau (DAVID, 1985). Les critères de températures et salinité répondent aux besoins de Sargassum muticum dans les deux cas, les températures étant un peu plus favorables à Thau et la salinité un peu plus favorable au Japon. Mais les teneurs en azote sont toujours nettement supérieures au Japon, en particulier pour NH₄ et NO₂. Or l'analyse de la composition chimique montre que l'algue du Japon possède deux fois plus d'azote. Ce pourrait donc être l'azote des nitrates qui constituerait un facteur limitant de Sargassum muticum au Japon, NH₄ et NO₂ n'étant pas assimilés (DAVID, 1985).

II ORIGINE ET CONSEQUENCES DE L'INVASION.

2 1 - Origine de l'invasion.

Sargassum muticum a été très probablement importée en Europe sous forme de spores avec du naissain d'huître japonais (Crassostera gigas). Ce naissain était destiné à sauver la production d'huîtres en France et au Portugal après la disparition de Crassostera angulata (huître portugaise) et Ostrea edulis (huître plate) atteintes de parasitose.

La propagation de l'algue a pu se faire par les voies naturelles (reproduction et dissémination) mais également grâce au commerce d'huîtres qui favorise les échanges entre les grands sites ostréicoles.

2 2 - Conséquences

L'impact écologique initialement considéré a rapidement été complété par des problèmes économiques.

2 2 1 - conséquences biologiques et écologiques.

La sargasse, comme tout végétal chlorophyllien a besoin pour se développer de lumière et de sels nutritifs, éléments pour lesquels elle sera en compétition avec d'autres organismes du milieu. Cette compétition pourrait se manifester par deux types de situations:

- vis-à-vis des végétaux situés sur le fond,

Dans ce cas, le rôle de la lumière est très important. Ainsi, dans les flaques des estrans rocheux, la sargasse, en formant écran, peut réduire voire empêcher le développement des autres algues. De même, au niveau des basses mers, Sargassum muticum pourra concurrencer les algues indigènes (par exemple Cystoseira baccata installée au même niveau) ou les phanérogames.

- vis-à-vis des algues planctoniques

C'est alors l'absorption des sels nutritifs qui est importante. En effet, Sargassum muticum capte de l'azote et du phosphore, éléments utilisés normalement par du phytoplancton (LEROUX, 1983).

Un autre problème pourrait être celui de la chute de la teneur en oxygène dissous de l'eau du fait de l'intense activité bactérienne au moment de la décomposition des thalles (dans l'étang de Thau par exemple). Cette diminution pourrait avoir des conséquences graves car elle se situe au moment où la température est la plus forte et, les échanges gazeux étant limités, on pourrait arriver à une asphyxie de l'étang.

2 2 2 - Problèmes mécaniques

De très nombreuses nuisances ont été signalées, en particulier au cours des enquêtes effectuées pour suivre la population.

Les principales gênes sont les suivantes:

* Conchyliculture

La présence de Sargassum muticum est très importante dans les parcs à huîtres car son introduction est liée aux huîtres d'une part et les parcs, toujours immergés, en zone abritée, toujours pourvus de supports, sont des sites favorables pour son implantation d'autre part.

La gêne se situe à différents niveaux :

- les huîtres sur lesquelles l'algue se fixe sont emportées par le courant en même temps qu'elle car, avec les flotteurs, les coquilles sont trop légères pour retenir l'algue.

- problèmes d'accès et d'entretien des parcs.

- envahissement des installations : l'enroulement autours des pieds de bouchots disperse le naissain et facilite l'accès aux prédateurs, les filères d'huîtres colonisées augmentent de poids et leur relevage devient difficile, l'enroulement autours des pieds de tables facilite leur renversement.

- compétition pour les sels nutritifs avec le plancton dont se nourrissent les huîtres.

- fixation sur les huîtres, quand la culture à plat est encore pratiquée, rendant difficile la récolte.

La présence de sargasses dans les parcs n'est pas fatale aux coquilles mais elle engendre un surcroît de travail et une perte de temps importante. Ces pertes sont difficilement quantifiables mais les ostréiculteurs semblent s'être résignés à vivre avec les sargasses. Certains sont passés de la culture des huîtres en libre à la culture en poche sur tables, ce qui est plutôt positif car cela constitue un progrès.

* Navigation

Les sargasses peuvent causer des dégâts importants aux bateaux et gêner leur circulation. En effet les thalles se prennent dans les hélices ou les turbines et peuvent les bloquer, les flotteurs peuvent colmater les circuits de refroidissement. De plus, la densité de peuplement des algues entrave parfois la circulation comme dans le golfe du Morbihan et le fier d'Ars à l'île de Ré. Dans ces endroits, il devient urgent de recourir à un arrachage ou un autre moyen pour se frayer un passage.

La gêne s'étend également à d'autres embarcations (kayak, planche à voile, canot), aux plongeurs et aux pêcheurs. Dans les peuplement les plus denses les plongeurs ont du mal à se frayer un passage.

* Pêche

La pêche est également touchée pour des problèmes de navigation mais aussi à cause de l'encrassement des lignes de pêche, de l'encombrement des casiers à filets, l'accrochage et la perte des hameçons et autre matériel de pêche, l'alourdissement des bouées etc...

De nombreux secteurs sont donc impropres à la pêche ou au moins difficiles.

Un autre problème qui commence à se poser est celui du tourisme et de l'agrément du littoral. En effet, il peut y avoir des difficultés pour manier les embarcations, des problèmes esthétiques mais aussi des possibilités d'allergie chez certaines personnes.

2 2 3 - Quelques compensations

Les sargasses, grâce à leur morphologie et leur forte densité, constituent des abris pour de nombreuses espèces animales. De nombreux alevins, crustacés et poissons s'y réfugient, les seiches y trouvent un support pour leur ponte, la crevette pullule. Dans les îles Chausey, par exemple, la pêche à la crevette est devenue très bonne.

Mais les nuisances sont tout de même plus importantes que les aspects positifs et l'extension très rapide rend parfois l'intervention urgente. C'est pourquoi le groupe de travail coordonné "Sargasse" a été créé en 1982 à la demande des ministères de la mer et de l'environnement. Coordonné par T.BELSHER de l'IFREMER, il fait participer des scientifiques, des industriels, des professionnels de la mer, des associations... et a pour but de dresser une cartographie dynamique de Sargassum muticum sur les côtes françaises, d'étudier les possibilités de contrôle, voire d'éradication, d'étudier les possibilités d'exploitation et de valorisation.

III ESSAIS DE LUTTE CONTRE SARGASSUM MUTICUM

Devant l'expansion de Sargassum muticum et les nuisances qu'elle pouvait occasionner, il est devenu indispensable dans certaines régions de mettre en place un système d'éradication et d'essayer de trouver un moyen de lutter contre l'algue.

Les premiers essais se sont faits en Angleterre par arrachage manuel. Mais ce fut un échec à cause du travail considérable que cela représente par rapport aux maigres résultats obtenus. D'autres solutions ont donc été proposées et ont fait l'objet de recherches particulières.

3 1 - Lutte mécanique

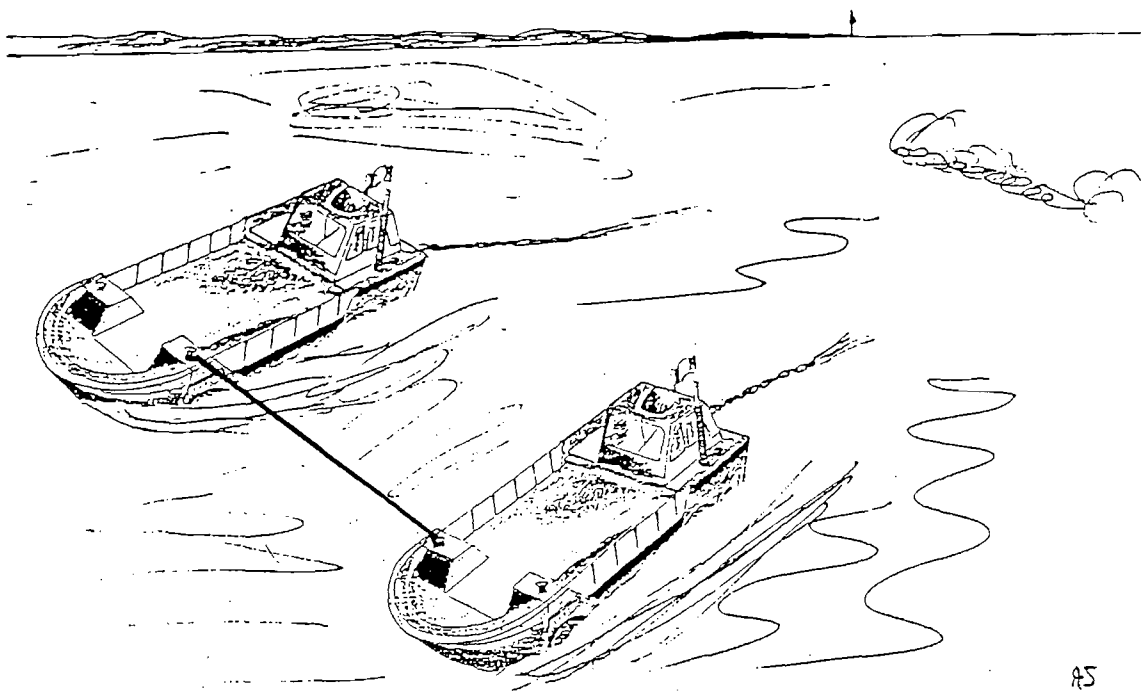
Des efforts importants ont été faits dans ce domaine en Angleterre à la suite de l'échec de l'arrachage manuel. Des tracteurs équipés de hermes agricoles ont été utilisés dans la zone intertidale de l'île de Wight, mais cette technique entraîne de graves bouleversements écologiques au niveau du substrat. Elle a cependant été reprise avec des modifications (pelleteuse) pour débayer l'accès des parcs mytiques dans le Cotentin. En zone sublittorale, différents prototypes embarqués sur des bateaux de recherche ont été testés: il s'agissait de drague et chaluts modifiés, de différents types de lames, de procédés d'aspiration. L'utilisation de lames peut être intéressante dans des zones d'intérêt écologique. Des dragues ont été utilisées en France dans des zones portuaires et dans des secteurs à nombreux chenaux pour rétablir une circulation maritime normale.

- l'exemple de l'île de Ré

A l'île de Ré, la situation étant devenue très inquiétante dans le fier d'Ars (colmatage de l'entrée du fier), des mesures d'urgence ont été prises. En 1989 différentes étapes se sont succédées pour essayer de freiner le développement de l'algue.

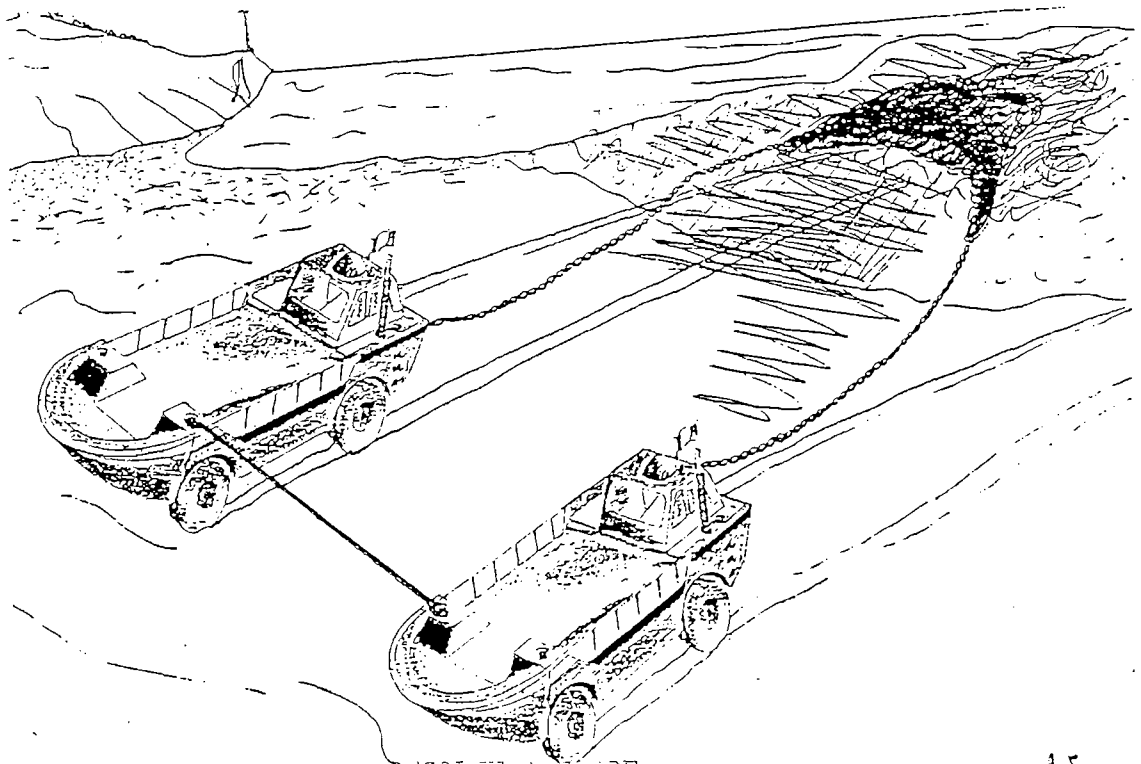
Une première opération consistait à employer un chalutier pour entraîner sur le fond un morceau de rail de chemin de fer de 2 m de large muni de chaînes. Le rail coupe les sargasses qui sont emportées par le flot ou restent accrochées au rail d'où elles sont ensuite coupées. Ce système semble assez efficace, les traces du chalutier étant bien visibles, mais reste insuffisant.

Puis, comme en 1988, ce sont les LARC du 512ème régiment de train de La Rochelle qui sont intervenus pour dégager l'entrée du fier en utilisant une chaîne de 30 m tendue entre deux engins (figure 5). Cette intervention semble avoir été efficace puisque la densité des algues a baissé de façon notable dans le chenal. Mais cette aide de l'armée ne se renouvellera probablement pas l'an prochain et d'autres méthodes doivent être envisagées. La DIT (IFREMER) a testé l'utilisation de scoubidoues (chaînes tournant sur elles-même auxquelles se fixent les algues), déjà



AS

DRAGAGE EN MER



AS

RÉCOLTE À TERRE

Figure 5 : Ramassage de Sargassum muticum à l'île de Ré

employés en Bretagne pour la récolte des algues. Mais cette opération serait coûteuse à l'île de Ré car il faudrait faire venir les bateaux équipés de ces engins de Bretagne.

Une autre solution serait la coupe successive des thalles. Un ostéiculteur réthais a en effet utilisé une faux puis une machine agricole servant à casser les mottes de terre pour réduire les algues en bouillie grâce aux disques coupants; il s'est aperçu que ses parcs n'étaient plus atteints par les sargasses. Il faudrait confirmer l'effet des coupes successives sur la croissance des thalles.

Il s'avère donc finalement que les méthodes mécaniques sont possibles mais demeurent relativement coûteuses.

3 2 - Lutte chimique

Plusieurs herbicides ont été essayés (Diquat, Stamp, K.lox...) sur Sargassum muticum mais sans grand succès car les doses nécessaires sont trop importantes ou leur efficacité est trop faible et les risques pour l'environnement sont trop grands.

Le sulfate de cuivre, par exemple est toxique pour Sargassum muticum à des concentrations beaucoup plus élevées que celles rencontrées dans le milieu naturel. L'emploi de substances additives favorisant l'introduction du cuivre dans les tissus des sargasses pourrait être envisagé (DAVID, 1988) mais qu'elle que soit la méthode employée, l'utilisation de sulfate de cuivre pourrait causer de graves dommages à l'environnement. En effet, le spectre d'action du sulfate de cuivre est très large et englobe presque toutes les espèces marines, animales ou végétales. Certaines algues ou certains poissons peuvent être touchés, mais surtout l'atteinte directe du phytoplancton, premier élément de la chaîne alimentaire, pourrait modifier considérablement l'équilibre écologique. Dans les zones conchylicoles, le sulfate de cuivre risquerait de contaminer les coquillages.

Comme pour les autres produits chimiques testés, la sélectivité est le facteur limitant et l'utilisation de ces produits dans le milieu naturel est fortement déconseillée.

Pour éviter toute pollution, l'idée de la lutte biologique est séduisante.

3 3 - Lutte biologique

La recherche de prédateurs a été expérimentée à différents endroits.

Ainsi, l'observations de nécroses sur Sargassum muticum, au niveau desquelles se trouvait un petit copépode a fait penser que celui-ci pouvait être un prédateur de l'algue. Il s'avère en fait que ce copépode, courant sur nos côtes, peut entraîner la dégénérescence de thalles en mauvais état mais a peu d'effet sur les thalles en bon état et les plantules. Il ne peut donc pas constituer un moyen efficace de lutte contre les sargasses.

Le broutage par les oursins ne semble pas non plus très efficace car, si ceux-ci consomment effectivement Sargassum muticum, elle n'arrive qu'en septième position dans leur préférendum alimentaire.

L'étude de la population bactérienne associée à Sargassum muticum a également été développée (Anonyme, contrat micromer, 1988) mais ne permet pas d'envisager l'utilisation de souches alginolytiques dans une lutte bactériologique. On se heurte en effet au manque de spécificité des peuplements associés aux différentes espèces d'algues d'une même famille, au manque de spécificité des enzymes alginolytiques sur les alginates des différentes algues brunes, à l'utilisation préférentielle de substrat plus simple que les alginates par les bactéries.

D'autres aspects de la lutte pourraient tenir compte de la très grande sensibilité de Sargassum muticum à la dessiccation ou aux brusques variations de salure.

On s'aperçoit que la lutte contre Sargassum muticum est très difficile. Aucun moyen de lutte (chimique ou biologique) n'a pu encore être trouvé pouvant permettre une éradication efficace et totale des populations. La lutte génétique serait peut-être à développer car elle n'a encore fait l'objet d'aucune étude. Elle aurait l'avantage de ne pas être polluante et de ne toucher que l'algue. En attendant, il faut s'accommoder des sargasses, utiliser une lutte mécanique ponctuelle et temporaire aux endroits les plus atteints (entrée de port, chenal...) ou essayer de valoriser cette énorme biomasse.

IV VALORISATION DE SARGASSUM MUTICUM

Devant la difficulté de lutter contre Sargassum muticum, le groupe de travail "Sargasse" s'est orienté vers la recherche de valorisation de l'algue.

4 1 - Utilisation d'extraits d'algue pour culture.

Les algues sont connues dans les régions littorales pour leur intérêt en tant qu'engrais pour les cultures. Des tests ont été effectués sur Sargassum muticum dans ce sens.

Ainsi, au Canada, des extraits de Sargassum muticum sont utilisés pour favoriser le développement de plantes d'appartement (Cyclamen par exemple).

En France, des tests ont montré l'action positive sur la germination chez le persil et les lentilles et sur la reprise des boutures chez l'hortensia. Les résultats sur la croissance sont moins évidents. Mais il serait nécessaire de poursuivre les recherches sur d'autres espèces et comparer les résultats avec ceux de produits déjà commercialisés.

4 2- Compostage

Une étude du CEVA (Centre d'Etude et de Valorisation des Algues) de Pleubian a conclu à la possibilité technique de l'utilisation de Sargassum muticum comme agent principal d'un compost.

L'algue est tout d'abord broyée puis lavée pour éliminer le sodium, une partie du potassium étant également perdue. Le pressage permet d'augmenter la matière sèche jusqu'à 20 à 25%. Un compost sargasse-compost urbain semble être préférable à un compost sargasse-déchets de bois. Dans le premier cas, l'élaboration du compost nécessite un mois de fermentation et 14 mois de maturation.

L'opération est donc techniquement possible et les composts obtenus entrent dans l'appellation amendement organique, défini par la norme NFU44-051. Cependant le problème principal reste le coût de l'opération et surtout du ramassage de l'algue (120F/T contre 25 à 50F/T pour Ulva lactuca).

4 3 - Extraction et étude physico-chimique des alginates

Sargassum muticum, comme toutes les algues brunes contient des alginates. Ils ont des rendements et des propriétés moyennes, mais moindres que ceux de Laminaria digitata, principale espèce récoltée pour l'industrie des alginates. Sargassum muticum pourrait être intéressante comme source complémentaire d'alginates mais le problème du coût de ramassage est toujours présent.

4 4 - Utilisation comme flocculant des eaux chargées en matière organique.

Les parois cellulaires de Sargassum muticum renferment des alginates et des fucoïdanes dont l'association forme une grosse molécule qui peut flocculer facilement. On a donc pensé à utiliser cette propriété pour piéger la matière organique présente dans les eaux usées.

Un produit actif a effectivement été mis au point. Les algues lavées (pour enlever les sels et les polyphéols), séchées puis pulvérisées constituent un adjuvant de flocculation efficace et peu coûteux. Les flocculats, riches en protéines et en oligoéléments sont facilement biodégradables et pourraient devenir d'excellents engrais.

4 5 - Evaluations pharmacologiques.

Les alginates des algues brunes entrent dans la composition de produits pharmaceutiques. D'autre part, plusieurs espèces de sargasses sont utilisées pour leurs propriétés médicales. Mais en ce qui concerne Sargassum muticum aucun effet pharmacologique susceptible d'être exploité n'a été décelé. Seules les activités anti-oedémateuses et anti-agrégantes plaquettaires pourraient être utilisables en thalassothérapie, ainsi que les activités hypocholestérolémiques, hypolipémiques, hypertensives ou diététiques.

4 6 - Evaluations parapharmacologiques.

Sargassum muticum contient de nombreuses vitamines mais en très faible quantité sauf en ce qui concerne les vitamines K1 et F (acide gras arachidonique).

L'industrie cosmétique pourrait être un débouché intéressant. Certaines propriétés de Sargassum muticum pourraient être exploitées comme la teneur en vitamines C et K, le pouvoir bactériostatique, le pouvoir gommant et abrasif de la poudre (masques, crèmes gommantes, dentifrices)...

Conclusion

Des débouchés semblent pouvoir s'offrir pour la valorisation de Sargassum muticum, le plus probable étant l'utilisation comme flocculant. Mais il reste le problème important du coût de la récolte qui est un frein à l'exploitation.

DEUXIEME PARTIE: LOCALISATION DE SARGASSUM MUTICUM DANS LE
MONDE ET EN FRANCE - REACTUALISATION 1989

I SARGASSUM MUTICUM DANS LE MONDE (carte 1)

Les nouvelles localisations sont connues par l'intermédiaire des publications émises par les pays concernés.

1 1 - Au Japon et en mer de Chine

Sargassum muticum est largement présente sur les côtes japonaises dont elle est originaire. Mais on ne peut pas parler d'invasion car elle est dans son milieu d'origine et en équilibre avec la faune et la flore. Les populations japonaises sont donc stables. Sargassum muticum se trouve également à quelques endroits en Chine et en Corée, à proximité du Japon. Mais peu d'informations sont disponibles pour évaluer les populations et les gênes éventuelles à ces endroits.

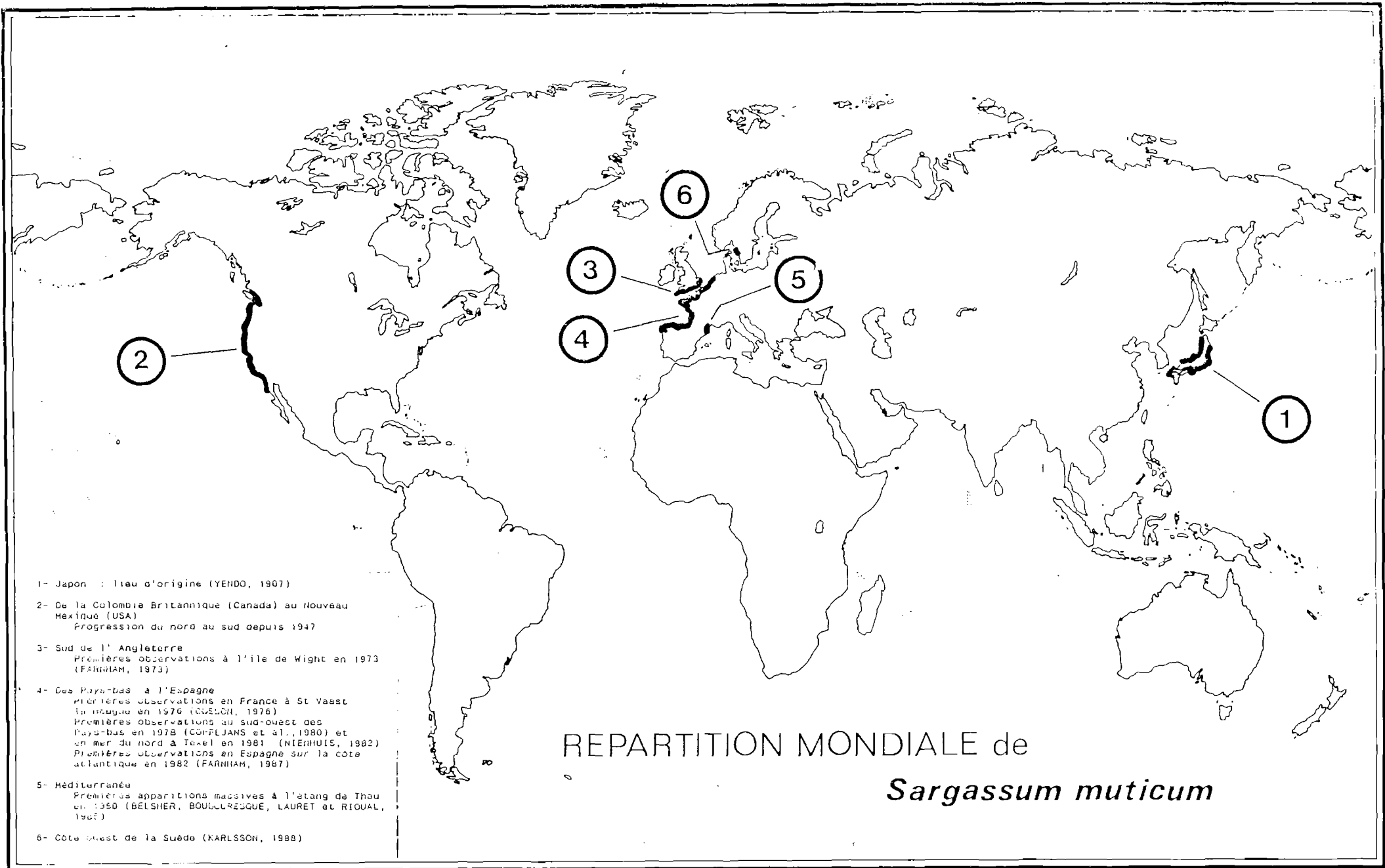
1 2 - Aux Etats-Unis et au Canada

Sargassum muticum est apparue en 1947 sur la côte ouest de l'Amérique du nord et a colonisé 3000 km de la Colombie Britannique à la Californie et au Mexique.

1 3 - En Europe

Sargassum muticum a été observée pour la première fois en Europe en 1973 à l'île Wight (Grande-Bretagne) (FARNHAM, 1973). Depuis, elle s'est étendue sur toute la côte sud de l'Angleterre et la côte ouest de l'Europe, des Pays-Bas à l'Espagne.

Aux Pays-Bas, elle se situe surtout au sud-ouest du pays dans le delta de Scheldt. Les deux principaux sites touchés sont le lac Gravelingen et Eastern Scheldt. On trouve également de petites populations dans les îles Texel et Terscheling, dans le nord du pays (CRITCHLEY et al., 1987) (figure 6).



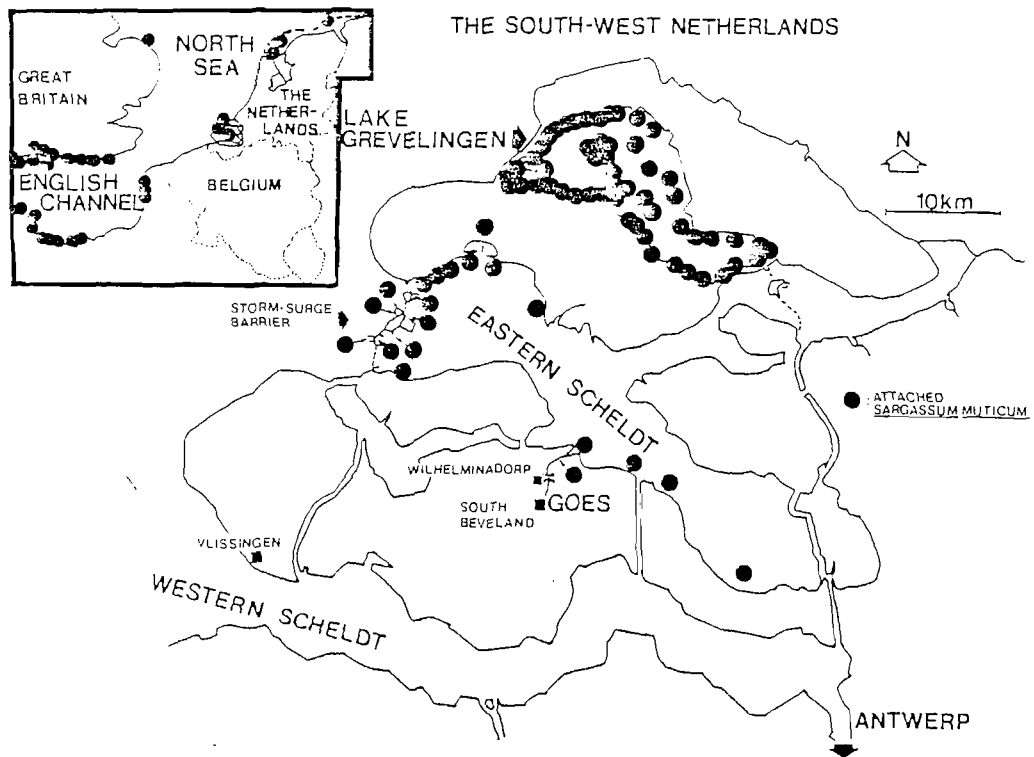


Figure 5 : The distribution of attached populations of *Sargassum muticum* in the southwest Netherlands and the positions in Lake Grevelingen and the Eastern Scheldt. *Inset*: Attached *S. muticum* along the European coasts of the English Channel and North Sea.

(CRITCHFIELD, 1971, p. 10)

Sargassum muticum semble s'étendre également vers la péninsule ibérique. On signale en effet sa présence à San Sébastien (côte atlantique) et elle a également passé la frontière en méditerranée.

Enfin, il faut signaler de nouvelles observations sur la côte ouest de la suède, où Sargassum muticum se trouve fixée à des rochers (KARLSSON, 1988). Le fait qu'elle ait été trouvée dans la partie nord de la côte et qu'elle semble s'adapter au climat laisse présager d'une extension importante dans cette zone. D'ailleurs, l'intérêt que portent les norvégiens à l'algue peut laisser penser à une présence sur les côtes de ce pays.

II SARGASSUM MUTICUM EN FRANCE: CARTOGRAPHIE PAR ENQUETE

2 1 - Méthode de cartographie par enquête

Depuis 1983 le groupe de travail "Sargasse" émet des fiches d'enquêtes dans toute la France pour essayer de localiser les populations de sargasses sur tout le littoral français. Ces fiches sont distribuées aux personnes susceptibles de trouver des sargasses dans leur activité professionnelle ou dans leurs loisirs (pêcheurs, ostréiculteurs, plaisanciers). Cette distribution se fait en collaboration avec divers organismes: les Affaires Maritimes qui ont de nombreux contacts avec les professionnels de la mer, les laboratoires CSRU (Contrôle et Suivi des Ressources et de leur Utilisation) dépendant de l'IFREMER, les diverses associations écologiques, l'auberge de jeunesse de Paimpol qui sillonne la Bretagne en canoë et kayak. Des fiches sont également distribuées au personnel IFREMER de Brest et dans ses différentes antennes.

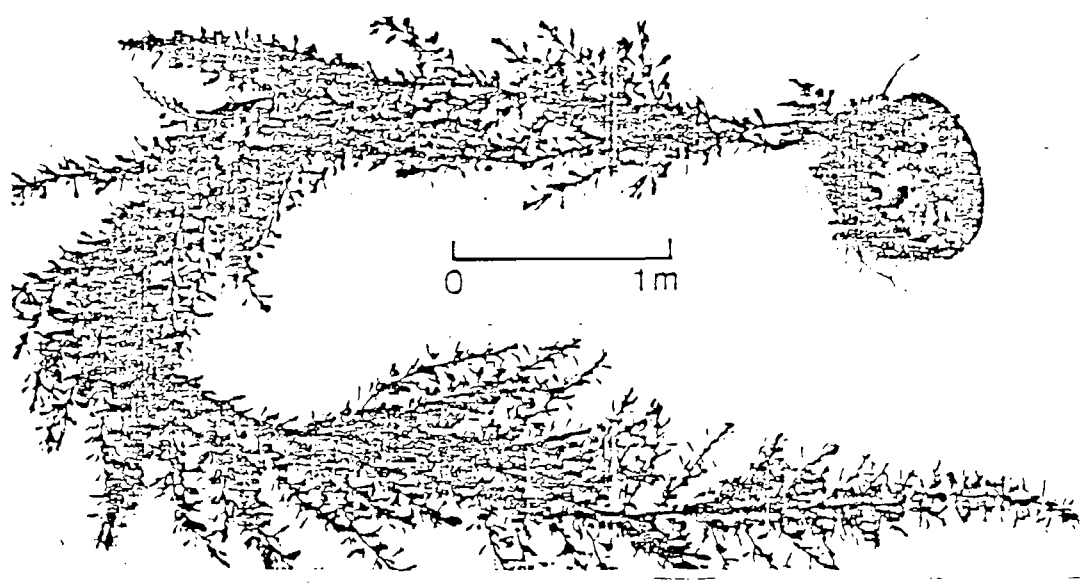
* les fiches (figures 7 et 7bis)

Elles contiennent diverses questions dont les réponses sont susceptibles de renseigner sur des données qualitatives de présence, des données quantitatives (taille, densité), sur le biotope colonisé et les gênes éventuelles. Les lieux signalés sont ensuite reportés sur une carte.

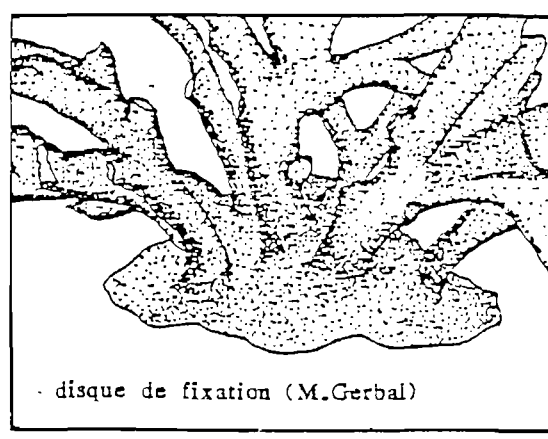
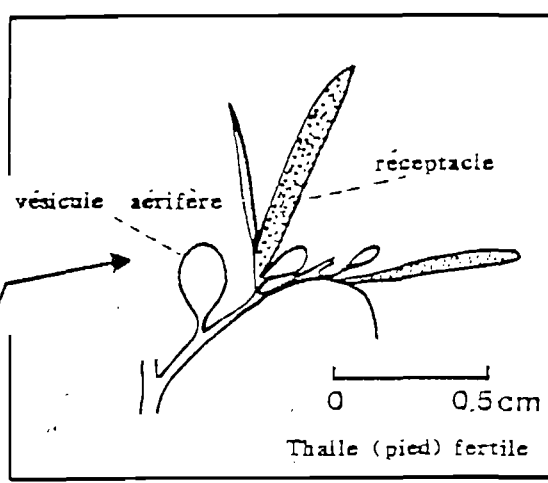
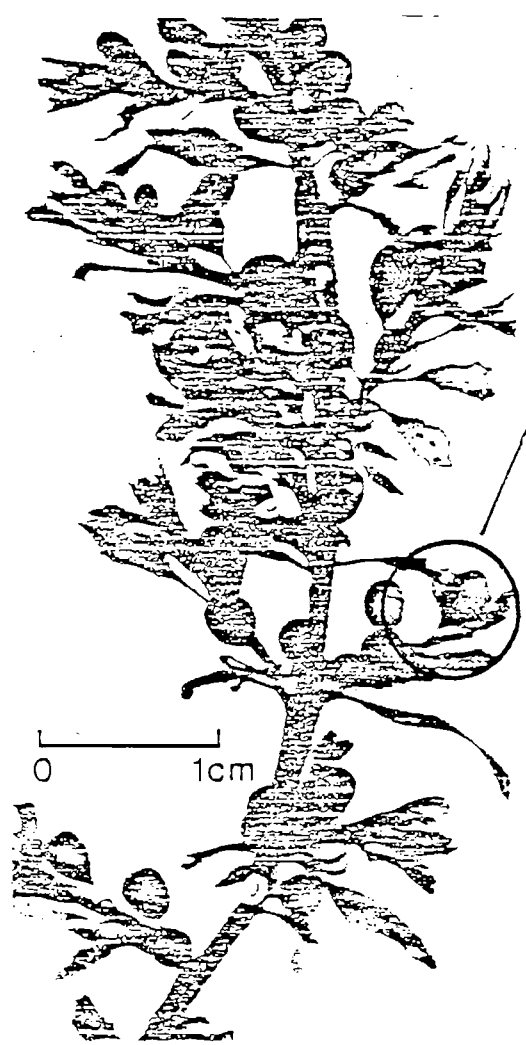
* avantages de ce type de cartographie

Elle permet une couverture totale du littoral qui ne serait pas possible si des équipes devaient se déplacer sur le terrain pour observer et surveiller l'extension de l'algue. Des missions de terrain ne sont envoyées que dans des zones proches de l'IFREMER (rade de Brest) ou au niveau de zones critiques (île de Ré).

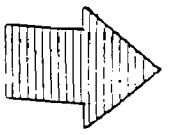
ON RECHERCHE !



CETTE ALGUE BRUNE EST UNE SARGASSE
 INDESIRABLE SUR LES COTES EUROPEENNES



d'après l'affiche de M. SEPNE, Fac. Sciences, 29200 BREST



SI VOUS LA
 TROUVEZ, ENVOYEZ
 CETTE FICHE AVEC
 UN ECHANTILLON SECHE

→ T. BELSHER
 IFREMER -DERO.EL
 lab. Phytobenthos
 BP 70 29263 PLOUZANE
 Tel.98.22.43.19

ENQUETE SUR SARGASSUM MUTICUM - FICHE DE RENSEIGNEMENTS

Nom _____ Prénom _____ Tél. _____
 Adresse _____
 Profession _____
 Etablissement _____

Avez-vous trouvé des sargasses ? oui non (1)

	oui	non		oui	non
- à la dérive			- fixées sur le sol		
- sur les parcs			-> roches		
- fixées sur les huîtres			-> cailloux		
- fixées sur les moules			-> coquillages		
			-> autres (précisez)		

Ont-elles provoqué une gêne (précisez) ?
 (rougeur et/ou eczéma du visage et des mains ? intolérance au soleil ?)

Localisation (n° du parc et localité précise)

Répartition des algues (uniforme ou localisée - précisez)

Taille maximale

Nombre d'individus au m2

Fertilité oui non

A quelle date les avez-vous vues pour la première fois ?

Prière de joindre un échantillon rapidement séché à l'air libre, avec le questionnaire

Remarques

A renvoyer à :
 Thomas BELSHER
 Laboratoire de Phytobenthos
 IFREMER (DERO/EL)
 Centre de Brest
 BP 70 - 29263 PLOUZANE

(1) Barrez la mention inutile

Date de retour souhaitée : 30 juin

De plus, ces observations peuvent se répéter chaque année, ce qui permet de suivre la progression de l'algue, et elles donnent des renseignements sur les nuisances, pas forcément évaluables lors d'une mission.

* inconvenients

Les résultats de l'enquête sont en partie aléatoires puisqu'ils dépendent de la participation des personnes concernées. Si les signalisations sont fiables (un échantillon de l'algue observée est demandé), elles ne sont pas exhaustives. En particulier, on a constaté que les personnes ayant répondu une année ne jugent pas utile de recommencer l'année suivante. Le taux de participation varie selon les années.

Cependant c'est une méthode très utile pour recueillir des précisions sur la progression des populations et leurs caractéristiques et pour couvrir tout le territoire. D'ailleurs les fiches sont améliorées petit à petit pour essayer de mieux sensibiliser les gens.

2 2 - Résumé des résultats jusqu'en 1988

La synthèse des résultats des enquêtes effectuées de 1983 à 1987 (BELSHER, POMMELEC, 1988) met en évidence une progression vers le nord et le sud à partir du Cotentin et de la Bretagne. Ainsi, on observe de nouvelles signalisations de Sargassum muticum dans le Pas-de-Calais, vers Boulogne et Cayeux et en Charente-maritime, à l'île de Ré en particulier.

L'enquête 1988 a apporté peu de renseignements supplémentaires, l'enquête ayant eu un succès moindre que les années précédentes.

2 3 - Résultats de l'enquête 1989

Les réponses de 1989 ont été très peu nombreuses, une dizaine seulement de questionnaires sont parvenus à l'IFREMER. Ceci est dû à un problème d'envoi des nouvelles fiches prévues pour 1989. Les réponses viennent très peu des particuliers mais plutôt du personnel IFREMER donnant des informations surtout sur la Bretagne. Deux régions sont concernées par les réponses 1989: la Bretagne et le Pas-de-Calais (informations d'un membre de la station IFREMER de Boulogne).

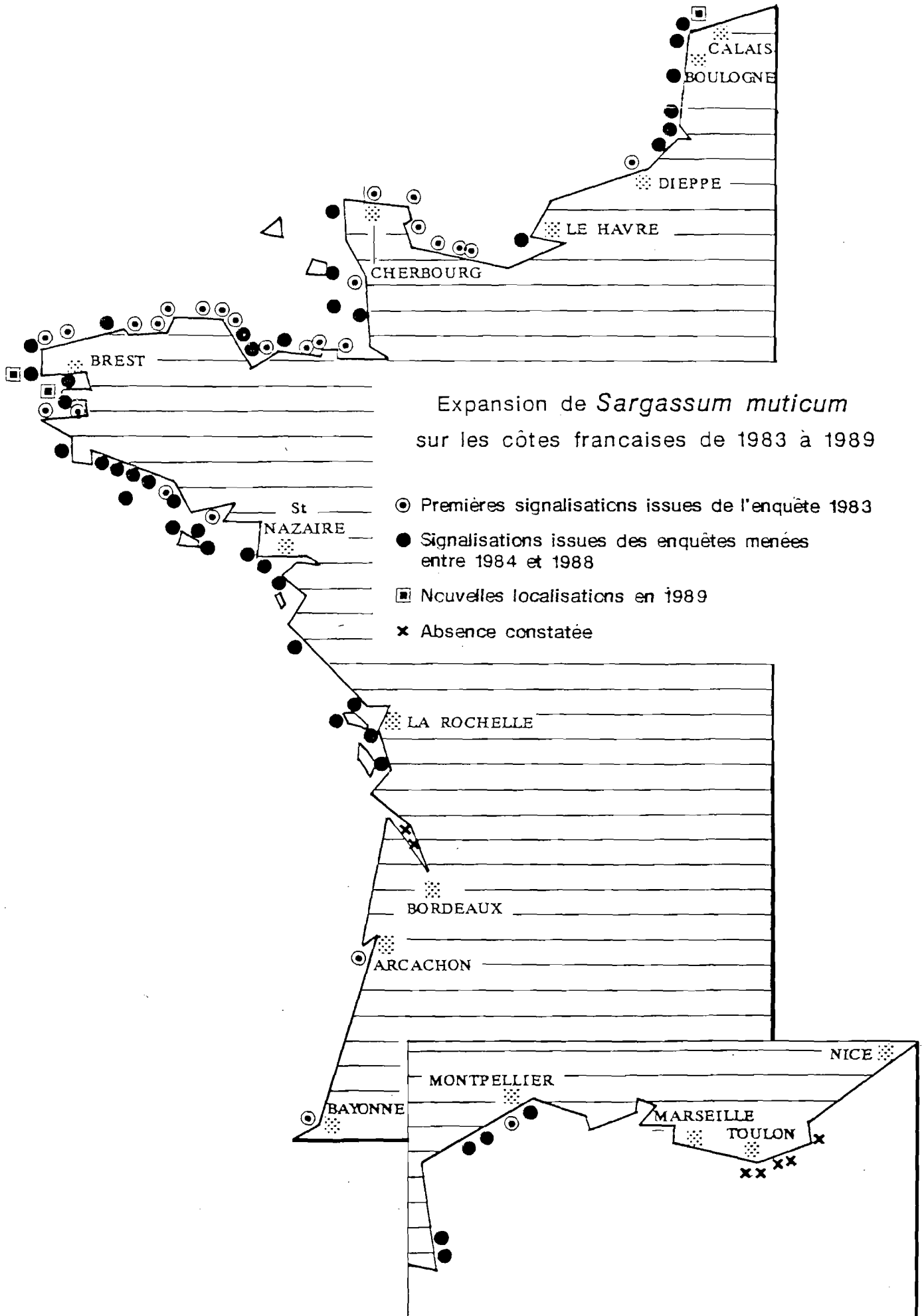
* Sur l'ensemble de la France, on ne signale pas de nouveaux secteurs atteints mais il semble y avoir une progression vers le nord en Picardie, vers Calais. De plus, toujours dans le Pas-de-Calais, les signalisations ponctuelles font place à l'évocation d'une présence continue de Sargassum muticum entre Cayeux et Berk (carte 2).

Une signalisation à Saint Vaast la Hougue permet de nuancer une régression annoncée en 1985.

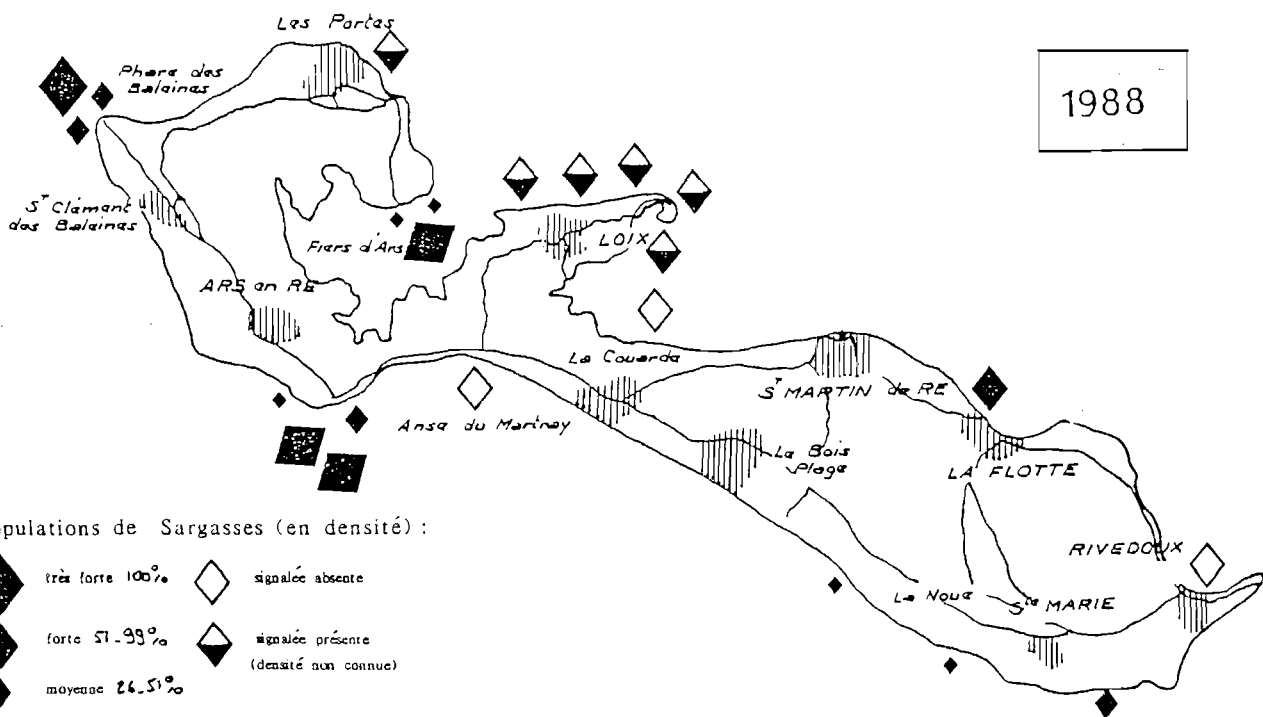
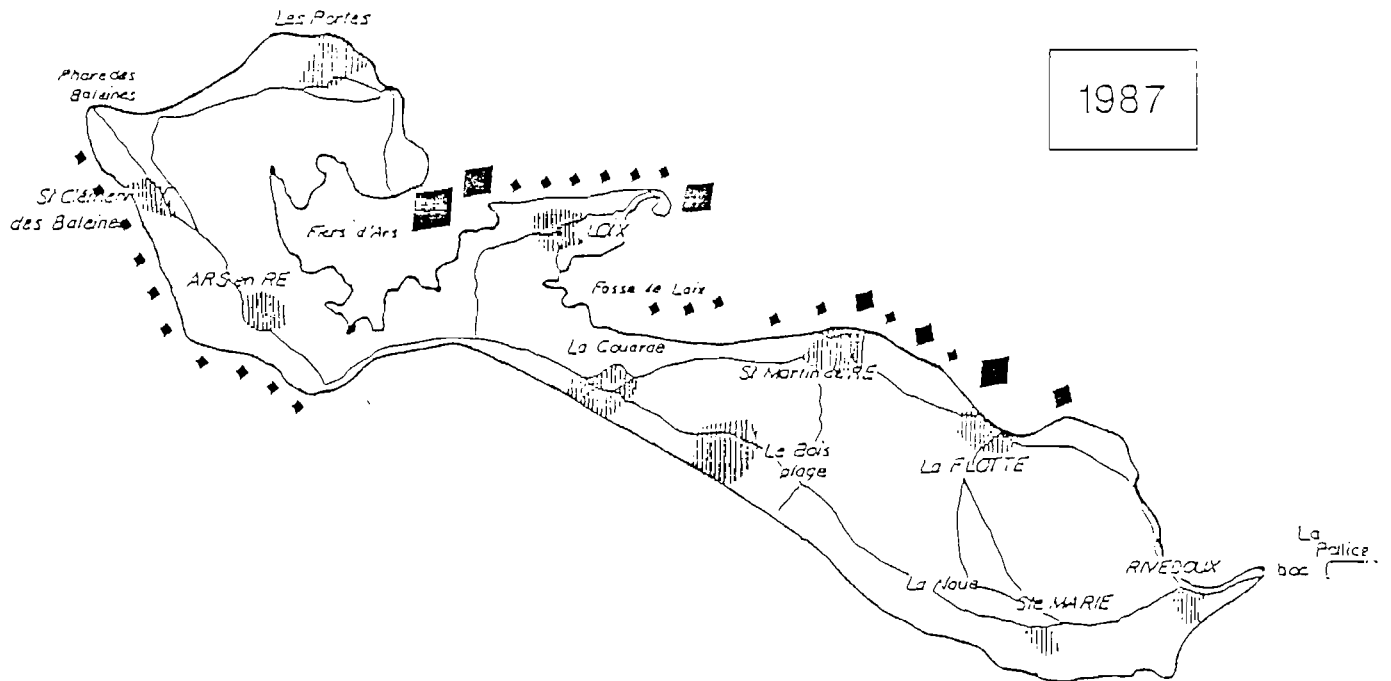
* L'île de Ré est l'objet d'une attention particulière et d'un rapport spécial de la part du laboratoire CSRU de La Rochelle. En effet, la situation s'aggrave depuis 1987 (figure 8) et l'extension des sargasses a rendu l'intervention indispensable en 1989 dans le fier d'Ars (figure 9) pour éviter l'obstruction de son entrée et la coupure des échanges d'eau entre le fier et le large. En effet, en mai 1989, il a été constaté que l'entrée du fier était envahie par une forte concentration de sargasses mesurant 6 à 12 m sur une surface de 0.75 km². Il en résulte qu'à marée descendante, le courant de sortie est très faible et s'arrête presque, situation aggravée encore par deux obstacles naturels (banc de sable du Bûcheron et pointe de l'Eveillon). Ainsi, les concessions situées au plus bas niveau ne découvrent plus et il existe une différence de hauteur d'eau d'un mètre environ par rapport au niveau normal de la marée. Les observations sont très difficiles, aussi bien en surface (algues bloquant les hélices des bateaux) qu'en profondeur (les plongeurs ayant du mal à se frayer un chemin). Cette situation catastrophique a amené les autorités locales et les ostréiculteurs à agir. Ces derniers ont construit un barrage de tables pour protéger leurs concessions dans l'anse du Martray qui commençait elle aussi à être envahie (figure 9). De plus, comme en 1988, les LARC du 512ème régiment de train de La Rochelle sont intervenus pour dégager l'entrée du fier. Mais cette aide ne pourra se renouveler l'an prochain et l'IFREMER est sollicité pour la recherche d'autres solutions et d'autres engins adaptés.

* La localisation de Sargassum muticum en Bretagne a fait l'objet d'une cartographie plus précise car les réponses de l'enquête étaient plus nombreuses (7) et la région particulièrement propice au développement de l'algue (carte 3).

L'enquête 1989 n'a cependant pas vraiment permis de nouvelles localisations sauf sur la côte nord de l'île de Beniguet, où Sargassum muticum n'avait encore jamais été signalée. Des réponses concernant la baie de Douanenez et la baie d'Audierne, où elle n'avait pas été signalée depuis la première enquête de 1983, nous sont également parvenues.



Expansion de Sargassum muticum sur les côtes de l'île de Ré



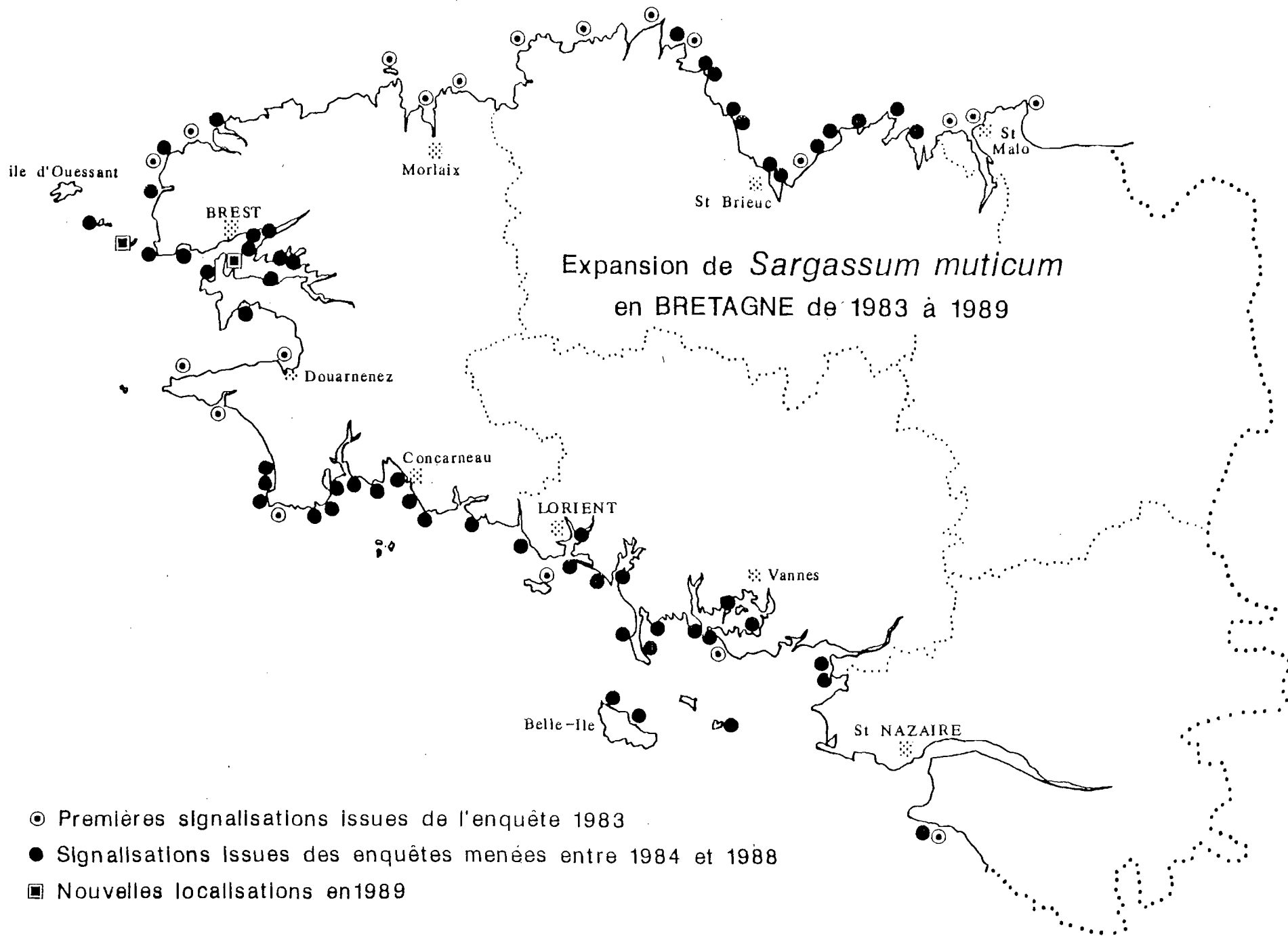
Populations de Sargasses (en densité) :

- très forte 100%
 signalée absente
- forte 51-99%
 signalée présente (densité au connue)
- moyenne 26-51%
- assez faible ≤25%
- quelques pieds

figure 8



figure 9 : Sargassum muticum à l'île de Ré
Principales zones touchées



carte 3

Le fait que peu de nouvelles localisations soient observées peut être dû au faible nombre de réponses mais aussi au fait que pratiquement toutes les côtes de Bretagne sont déjà colonisées par Sargassum muticum. Il semble qu'elle puisse difficilement s'étendre plus, sur de nouvelles localités mais qu'elle risque plutôt de devenir plus dense ou de s'étendre à l'intérieur de chaque site pour former des réseaux continus. Depuis 1983, alors que Sargassum muticum était présente sur quelques points de la côte nord, la progression a été très rapide sur toute la côte sud et à l'ouest (rade de Brest, île de Molène).

III SARGASSUM MUTICUM DANS LA RADE DE BREST : CARTOGRAPHIE PAR VERITE-TERRAIN. (carte 4)

Les reconnaissances sur le terrain ont l'avantage de permettre de recueillir toutes les informations souhaitées (présence, taille, densité) avec précision dans une zone que l'on explore entièrement. Les informations sont donc plus précises que par l'enquête mais cela ne peut être fait sur tout le littoral faute de temps et de moyens. Certaines zones sont privilégiées comme l'île de Ré en 1988 et la rade de Brest en 1988 et 1989.

Les repérages sur le terrain se font par bateau à marée basse car l'algue est plus visible à ce moment puisqu'elle est en grande partie émergée. L'époque la plus propice est le printemps et le début de l'été quand l'algue atteint son développement maximum.

En 1989, les zones qui ont fait l'objet d'une plus grande attention sont celles qui n'avaient pas encore été explorées: presqu'île de Quelern, côte nord de la rade, zone à l'ouest du goulet. De nouvelles localisations ont ainsi pu être observées:

- dans l'anse de Bertheaume, l'anse du Dellec, l'anse du moulin blanc

- vers Camaret

- à différents endroits de la presqu'île de Quelern autours de laquelle on trouve également quelques épaves

- Sargassum muticum est toujours présente à de fortes densités à la pointe du Bindy qui a été le second point envahi dans le rade en 1984 après l'anse de Lauberlac'h en 1983.

Expansion de *Sargassum muticum* du Faou à l'anse de Bertheaume

(IFREMER-1989-)

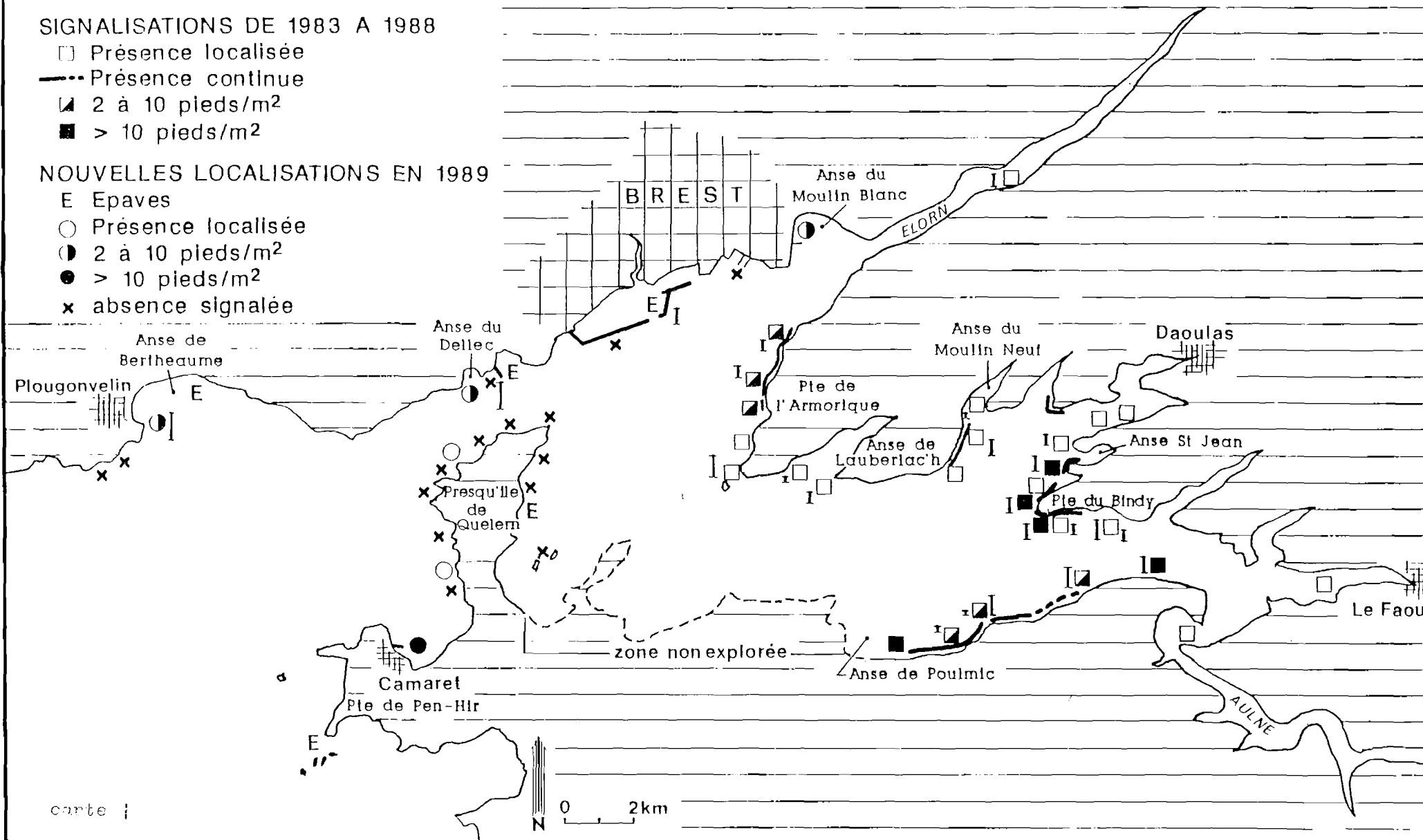
I Longueur : 1mm = 1m

SIGNALISATIONS DE 1983 A 1988

- Présence localisée
- Présence continue
- ▣ 2 à 10 pieds/m²
- > 10 pieds/m²

NOUVELLES LOCALISATIONS EN 1989

- E Epaves
- Présence localisée
- ◐ 2 à 10 pieds/m²
- > 10 pieds/m²
- x absence signalée



Mais il est également très important de noter les endroits où Sargassum muticum est absente car cela permet de suivre l'expansion avec certitude. Ce n'est pas toujours le cas pour la cartographie par enquête pour laquelle les absences ne sont en général pas signalées et pour laquelle il est difficile d'évaluer la date de première apparition.

Ainsi, l'intérieur de la rade semble largement colonisé alors qu'à l'entrée de la rade, autours de la presqu'île de Quelern et sur la côte nord la présence de Sargassum muticum est encore assez ponctuelle et observée seulement depuis 1989.

Les gênes occasionnées par l'algue sont plus difficilement évaluables que par l'enquête. Cependant, dans l'immédiat Sargassum muticum ne semble pas compromettre le maintien des bancs d'huîtres situés surtout sur la côte nord et à Lomergat (anse du Poulmic). Mais il faut surveiller le développement sur la côte nord.

TROISIEME PARTIE : CARTOGRAPHIE PAR TELEDETECTION SATELLITAIRE

La télédétection par satellite est une technique relativement récente puisqu'elle n'a qu'une quinzaine d'années. L'observation de la terre a commencé avec le satellite américain LANDSAT en 1972. Depuis, les techniques se sont bien sur améliorées et LANDSAT est durement concurrencé par le satellite français SPOT.

Les applications de l'observation de la terre touchent de nombreuses disciplines : géologie, agriculture, sylviculture, hydrologie... L'observation du milieu littoral et marin est plus récente et semble d'un grand intérêt bien que ce ne fut pas la vocation initiale de SPOT. Quel que soit le domaine, la télédétection satellitaire présente l'avantage de fournir des images concernant de vastes étendues et facilement reproductibles à différentes dates. Cela permet donc une couverture spatiale et temporelle beaucoup plus grande que par la photographie aérienne ou la reconnaissance sur le terrain. Mais ces méthodes ne sont nullement à abandonner car elles sont toutes complémentaires.

I PRESENTATION DU SATELLITE SPOT (Satellite pour l'Observation de la Terre)

SPOT est l'outil principal de la télédétection satellitaire en France. Il a été amélioré sur différents points par rapport au satellite américain LANDSAT et a été lancé en 1986.

1 1 - Le satellite (Anonyme, 1986)

Le satellite comporte deux parties:

- la plate-forme où se trouvent les instruments nécessaires à la commande de l'orbite, la réception des instructions, l'alimentation électrique.

- la charge utile qui comporte les instruments d'observation de la terre.

Les télédétecteurs sont deux imageurs à haute résolution dans le visible (HRV) qui peuvent être exploités indépendamment ou couplés.

1 2 - Les capacités de SPOT (HARROIS, MONIN, 1986)

- la taille de l'image

Le champ visuel est de 60 km * 60 km mais grâce à des miroirs rotatifs, les scanners peuvent enregistrer des images à plus ou moins 27° de la verticale, ce qui représente un couloir de 950 km.

- la répétitivité de l'observation

Cette capacité de visée latérale permet aussi d'observer la même zone à des intervalles de 6 jours sans attendre le prochain survol 26 jours plus tard. C'est un très grand avantage pour pallier les variations de conditions météorologiques.

- les caractéristiques de l'image

Le pouvoir de résolution est de 20 m pour les images couleurs et 10 m pour les panchromatiques.

Les HRV peuvent être exploités selon deux modes:

* panchromatique (noir et blanc) dans des longueurs d'ondes de 510 à 730 nm.

* multibande, dans trois bandes spectrales:

+ vert (500 à 590 nm), canal XS1, centré sur la plage de réflectance de la chlorophylle

+ rouge (610 à 680 nm), canal XS2, correspondant à la réflexion élevée de la chlorophylle

+ infrarouge (790 à 890 nm), canal XS3, qui permet une transmission atmosphérique de grande qualité.

II RAPPEL DES PROPRIETES DES VEGETAUX

L'utilisation de la télédétection pour l'étude des végétaux terrestres (pour l'agriculture en particulier) ou marins repose sur des propriétés optiques particulières des végétaux. Les travaux concernant ces propriétés optiques ont essentiellement été effectués dans le domaine terrestre mais s'appliquent tout à fait aux végétaux marins.

Les végétaux chlorophylliens perçoivent les signaux lumineux de trois façons :

- absorption
- transmission
- réflectance (figure 10)

Ce sont les rayons réfléchis qui sont captés par les appareils du satellite.

On distingue trois domaines spectraux dans lesquels les propriétés optiques des végétaux sont différentes :

- le visible (400-700 nm)

La majeure partie du rayonnement est absorbée, la transmission et la réflexion restent faibles. L'absorption dépend de la composition, la concentration et la distribution des pigments.

- le proche infrarouge (700-1300 nm)

Le rayonnement reçu est soit réfléchi soit transmis. La réflexion est liée à la structure anatomique interne des feuilles.

- l'infrarouge moyen (1300-1500 nm)

Les propriétés optiques dépendent essentiellement de la teneur en eau qui absorbe dans ce domaine spectral.

Le proche infrarouge a donc un grand intérêt pour les mesures de réflectance des végétaux.

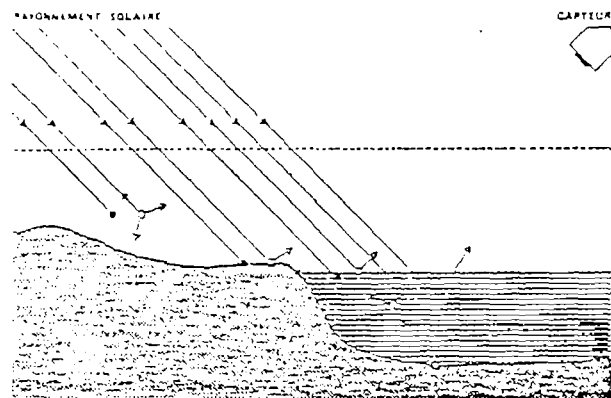
De nombreux facteurs, internes ou externes à la plante vont influencer la réponse spectrale.

III APPLICATION DE LA TELEDETECTION A L'ETUDE DU LITTORAL

La télédétection, d'abord utilisée pour le domaine terrestre, s'avère très utile pour l'étude du littoral.

3 1 - Intérêt de la télédétection pour l'étude du littoral

Une des caractéristiques des zones côtières est leur très grande variabilité spatiale et temporelle. En effet, la bande terrestre peut être occupée par des activités diverses, la zone intertidale peut se présenter sous différentes formes (fonds meubles, rochers, algues, marais etc...) La perpétuelle évolution due aux mouvements



— Schéma de l'origine de l'énergie
mesurée par les capteurs des satellites
dans la partie visible du spectre

Les disques pleins symbolisent l'absorption par l'atmosphère, le
sol et la mer ; les disques creux, la diffusion et les réflexions spé-
culaire et diffuse.

figure 10 : VERGER 1986

de l'eau (marée, courant, houle...) rend l'approche encore plus difficile. Les méthodes traditionnelles sont donc difficiles à mettre en oeuvre (étude sur le terrain) ou coûteuses (photographie aérienne). La télédétection par satellite peut donc être d'un grand secours en permettant d'accéder à de nombreuses informations comme la délimitation des zones émergées, la couleur de l'eau (pollution) ou le régime hydrologique sur de vastes zones. (LEBLANC, 1983)

3 2 - La caractérisation des végétaux marins

L'étude des signatures spectrales des différents objets du littoral a permis de définir des indices en rapport avec la caractérisation des végétaux marins.

3 2 1 - Caractérisation d'une zone d'algues

A partir de l'observation des réponses différentes de la végétation et de l'eau, des indices caractérisant la végétation marine ont été mis au point. Outre l'indice de végétation classique ($I_v = (XS3 - XS2) / (XS3 + XS2)$), on considère également l'indice pigmentaire ($I_p = XS1/XS2$) permettant de distinguer des grandes classes d'algues. Cet indice est basé sur la diversité pigmentaire des algues liée à la variabilité de leur environnement lumineux. La présence de la chlorophylle se traduit par des réflectances uniformément proches de 0 alors que la diversité des pigments accessoires se traduit par des réflectance variant entre 500 et 700 nm (VIOLLER et al., 1985) (figure 11). On peut ainsi différencier 4 à 5 catégories de végétaux. L'indice de végétation sert à distinguer les surfaces en eau des surfaces couvertes de végétation.

3 2 2 - La végétation à fleur d'eau

Certaines algues comme Sargassum muticum ne présentent à la surface de l'eau qu'une faible partie de leurs thalles. Leur signature spectrale se caractérise par une diminution vers les plus grandes longueurs d'onde de la réflectance, due à la très forte absorption de l'eau dans cette région spectrale (VIOLLER et al., 1985) (figure 12).

3 2 3 - La végétation immergée

Dans les eaux claires, il est possible de distinguer les fonds rocheux couverts d'algues jusqu'à environ 12 m de profondeur grâce à la transmission optique de l'eau élevée (VIOLLER et al., 1985). Un indice de transparence ($(XS1)^2 / XS2$) caractérise ces algues immergées.

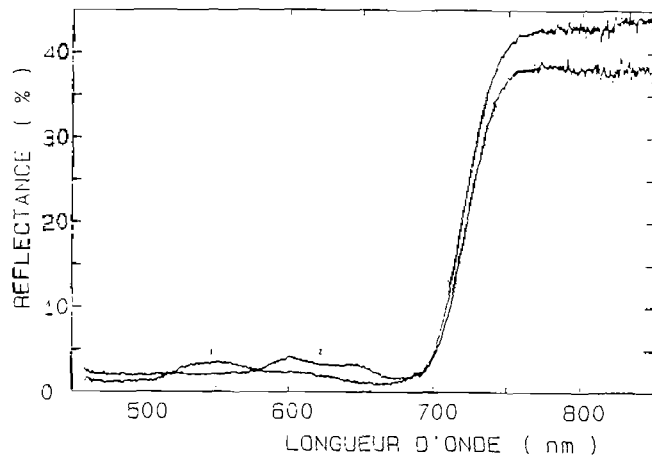


Figure II : Comparaison des réflectances spectrales d'une algue verte ((1), *Ulva* sp.) et d'une algue rouge ((2), *Palmaria palmata*).

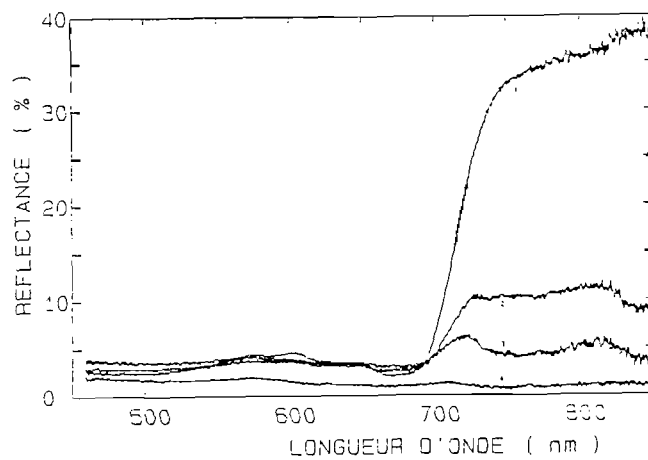


Figure III : Réflectance d'une algue (*Fucus serratus*) en fonction du degré d'immersion: (1), algues émergées; (2) et (3), algues à fleur d'eau; (4), immersion complète.

(M. MOUSSA et al., 1979)

3 3 - Quelques exemples d'application.

Le projet VEGMA (végétaux marins) (BELSHER, 1987) a contribué à montrer l'utilité de la télédétection satellitaire dans divers domaines:

- l'évaluation des stocks d'algues.

En Bretagne, un suivi de l'exploitation de la végétation marine peut être envisagée.

- caractérisation d'un écosystème difficilement accessible, à Moorea pour un récif corallien.

- suivi d'un écosystème menacé dans la rade d'Hyère où Posidonia oceanica est perturbée par les rejets urbains et les aménagements côtiers.

De nombreuses applications pour le suivi de la population des algues sont donc concevables.

IV TRAITEMENT ET INTERPRETATION DES IMAGES SATELLITES : APPLICATION AU GOLFE DU MORBIHAN.

Le golfe du Morbihan est largement envahi par Sargassum muticum. Elle y a été découverte en 1982 et s'est depuis beaucoup étendue. Elle provoque les gênes décrites précédemment pour les ostréiculteurs et les navigateurs. C'est pourquoi il a semblé intéressant d'essayer de cartographier les sargasses dans cette zone à l'aide de la télédétection. Le but du traitement de l'image satellite qui a été entrepris est donc de mettre en évidence les populations de Sargassum muticum.

4 1 - Les outils disponibles à l'IFREMER.

Le réseau ETHERNET de l'IFREMER (figure 13) permet l'exploitation des données satellitaires. Comme tout réseau informatique de cette importance, il est très complexe. Sans entrer dans le détail du fonctionnement, nous pouvons mentionner les différents systèmes utilisés lors de l'étude:

- le serveur GENIMA avec le logiciel GRINGO pour les opérations de décodage, découpage et pour l'observation sur l'ordinateur IVAS d'images 1024 lignes * 1024 colonnes.

Configuration du réseau Ethernet DIN/GCI

Réseau ETHERNET IFREMER

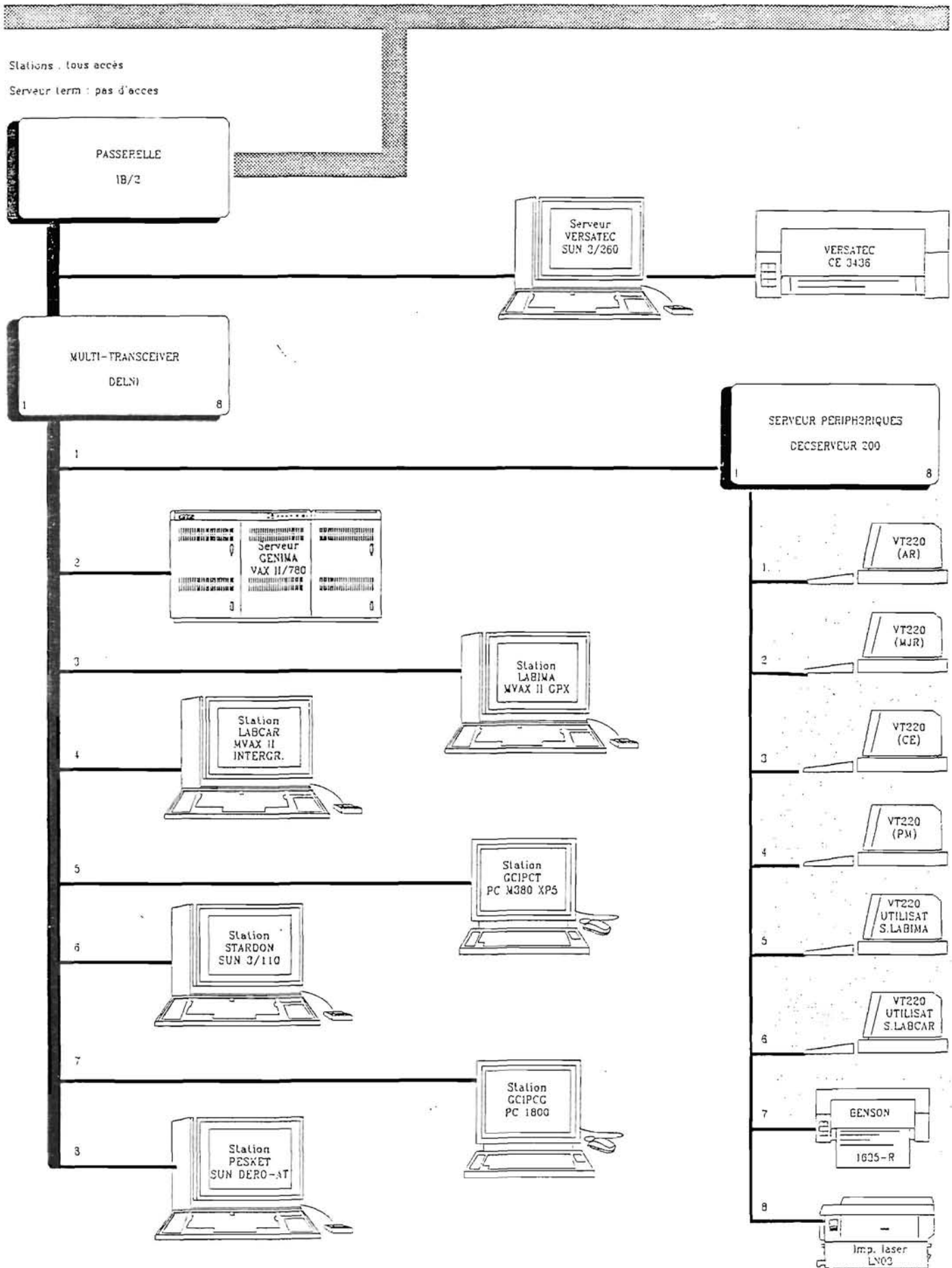


figure I3

- la station LABIMA avec les logiciels GRINGO et GIPSY pour le travail proprement dit sur l'image, sur l'ordinateur COMTAL.

- VERSATEC pour l'impression des images modifiées.

T. BELSHER dispose également d'un PC compaq 386/100 dans son bureau, qui, utilisé avec le logiciel MULTISOPE, permet des traitements d'images.

4 2 - Les données brutes.

Les informations vendues par la société SPOT-IMAGE qui s'occupe de commercialiser les images satellites peuvent être sous 2 formes : une photographie ou une bande magnétique.

La photographie est une image brute sur laquelle seules les corrections géométriques et radiométriques sont effectuées. Elle est difficilement interprétable mais c'est une première approche de l'image permettant par exemple de voir l'étendue de la couverture de nuages et de faire un choix entre deux images d'un même lieu à des dates différentes. (document 1)

La bande magnétique contient également des images brutes mais pourra être exploitée à l'aide des logiciels adaptés.

4 3 - Les opérations préliminaires.

Différentes opérations doivent être effectuées avant le travail proprement dit sur l'image.

Tout d'abord, la bande magnétique doit être décodée afin que les informations qu'elle contient soient enregistrées sur le système informatique et utilisables.

Dans la plupart des cas l'image doit ensuite être découpée. En effet, elle représente une surface de 60 km * 60 km environ, soit plus de 3000 lignes et colonnes (le pixel représentant 20 m * 20 m). Or les ordinateurs et logiciels ne permettent de visualiser qu'un nombre limité de lignes et colonnes : L'IVAS permet de visualiser des images 1024 lignes * 1024 colonnes mais les possibilités d'intervention sont réduites; la COMTAL, sur laquelle la majorité des traitements s'effectue, n'accepte des images que 512 lignes * 512 colonnes.

Pour le golfe du Morbihan une image 1024 * 1024 a tout d'abord été extraite puis elle a été découpée en 4 images 512 * 512 sur lesquelles il faut travailler séparément.

MORBIHAN GOLFE 030-254 10/07/86 XS CL



document I : image satellite brute du Golfe du Morbihan

4 4 - L'analyse et le traitement de l'image.

L'image doit subir une série de traitements avant de faire ressortir ce que l'on veut mettre en évidence, ici les sargasses. Ces traitements sont décidés par le chercheur en fonction de ses objectifs (étude de la terre, du littoral, des algues...).

La première manipulation consiste à réhausser l'image. Ce réhaussement se fait en prenant l'intégrale de l'histogramme des fréquences de chaque couleur. Pour jouer sur la qualité de l'image on peut jouer sur cet histogramme (documents 2 et 3).

4 4 1 - Extraction de la zone intertidale.

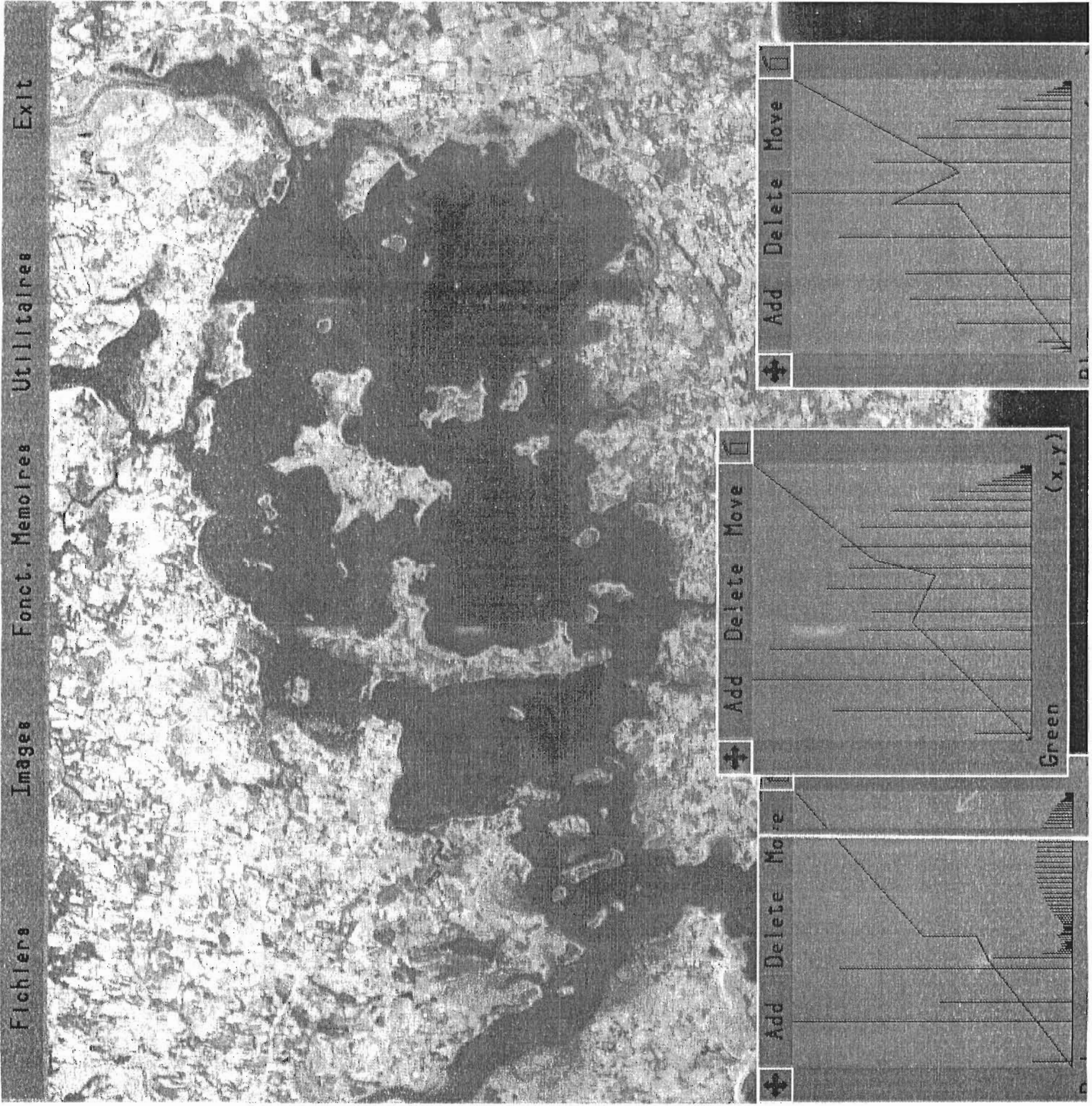
Les végétaux chlorophylliens, qu'ils soient marins ou terrestres ont souvent des réflectances qui se chevauchent. C'est pourquoi, lorsque l'on veut travailler sur les algues, il faut éliminer toute la végétation terrestre en plaçant un masque sur la terre. Pour cela il faut tracer manuellement le trait de côte (document 4) et masquer la zone intérieure du trait. Ce travail est assez difficile à réaliser car il faut définir où s'arrête la terre et où commence le littoral. L'aide d'une carte est indispensable.

L'eau peut également être masquée en se basant sur les valeurs de réflectances dans l'infrarouge qui sont beaucoup plus faibles pour l'eau que pour la végétation. Une analyse préliminaire des valeurs en différents points connus de l'image (terre, eau, algue, sable...) aide à établir un seuil en deçà duquel toutes les valeurs sont réduites à 0.

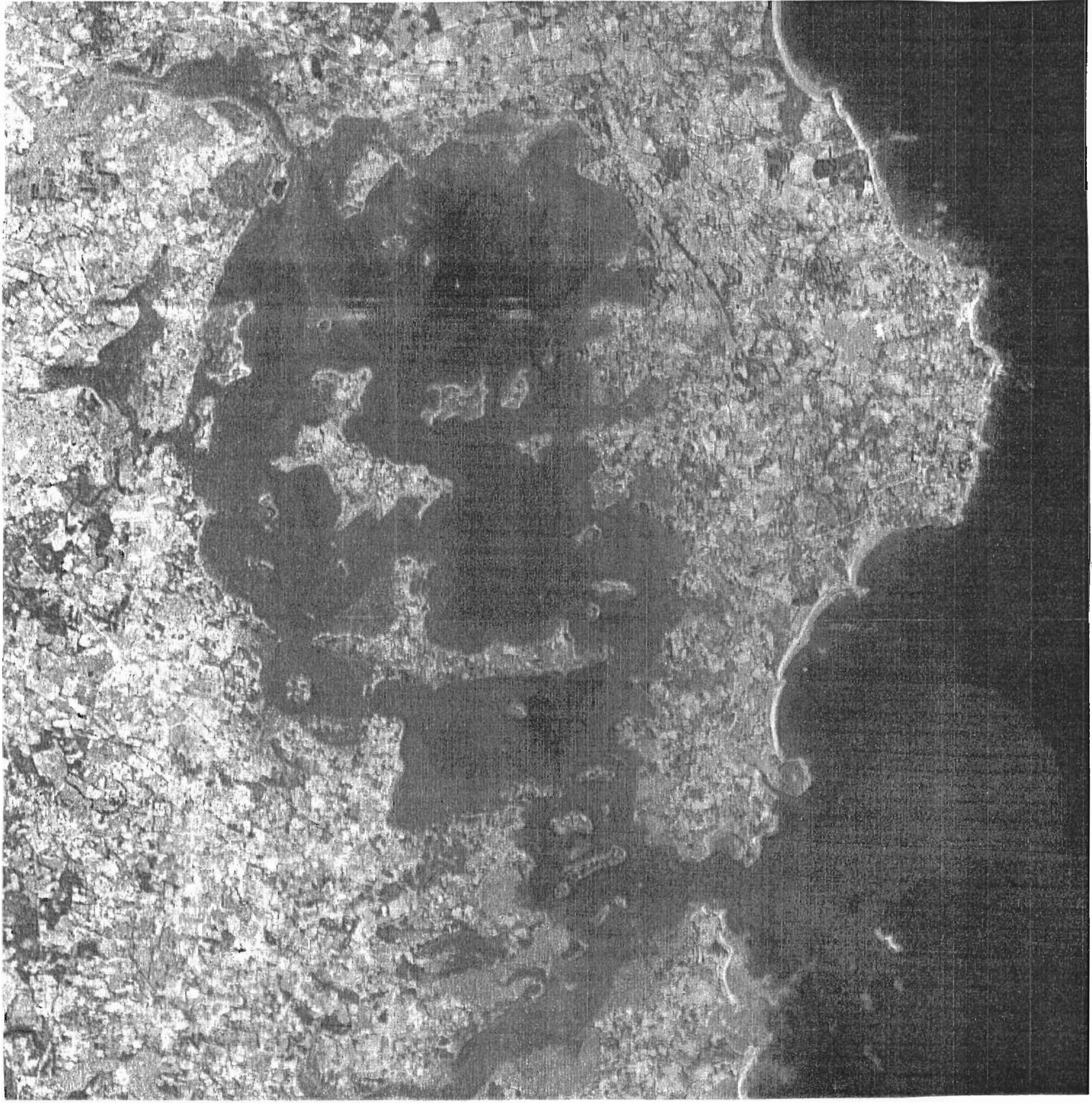
4 4 2 - Localisation de Sargassum muticum.

Quand la zone infralittorale est extraite il faut localiser les sargasses et essayer de les caractériser par certaines valeurs de réflectance. Pour cela il faut disposer de points de repères à des endroits précis où on sait qu'il y a des sargasses. Ces zones ont été repérées grâce à des photographies aériennes prises lors d'un survol du golfe le 20 juillet 1989.

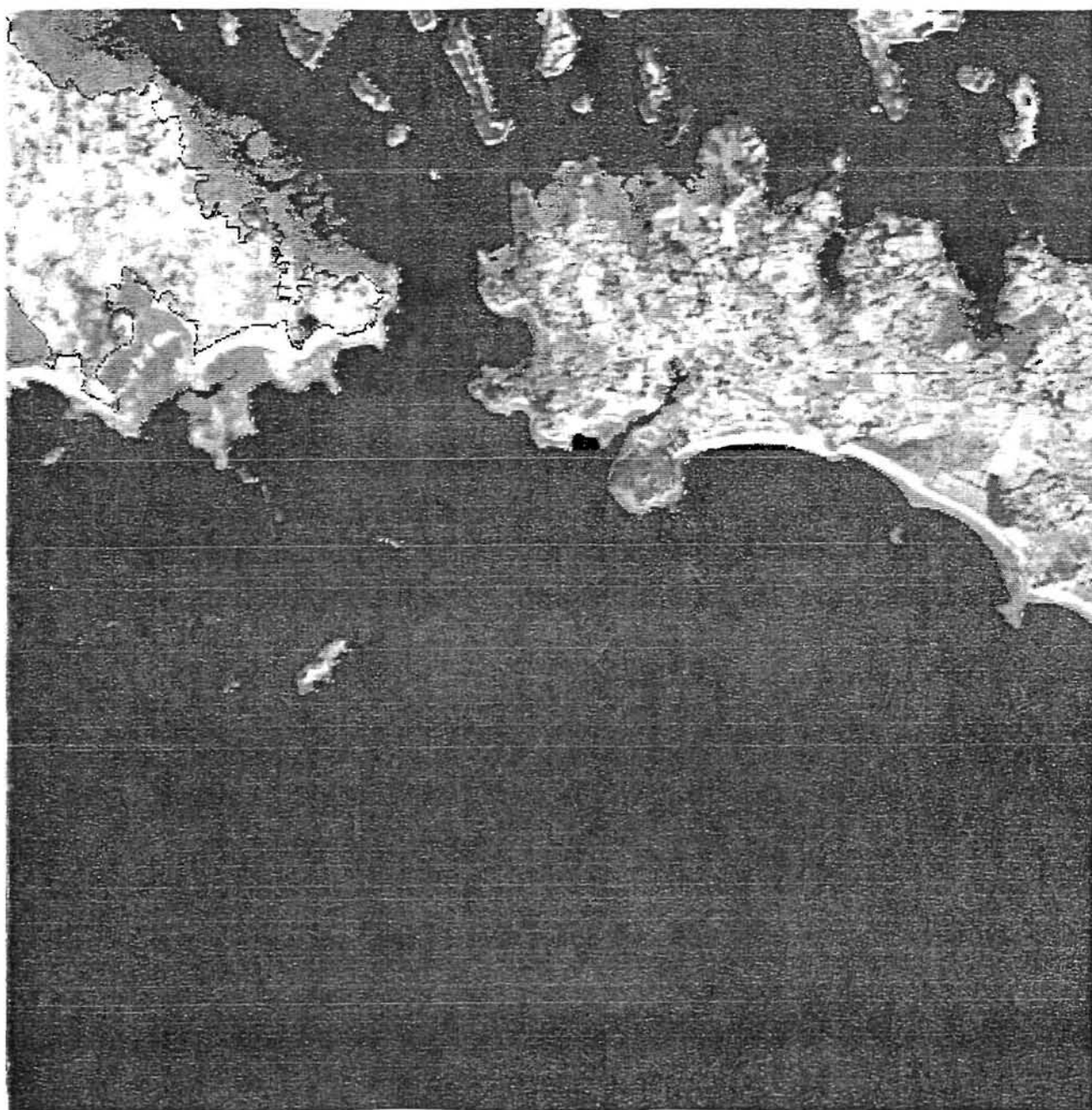
Le travail a consisté à reproduire sur une carte la localisation des sargasses photographiées à l'aide du plan de vol et certains repères topographiques (anses, jetées, forme particulière de la côte, maisons...). Ce travail suppose la reconnaissance des sargasses sur les



document 2 : image satellite trichrome réhaussée du Golfe du Bohaihan
histogrammes



document 3 : image I024 x I024 réhaussée du Golfe du Morbihan



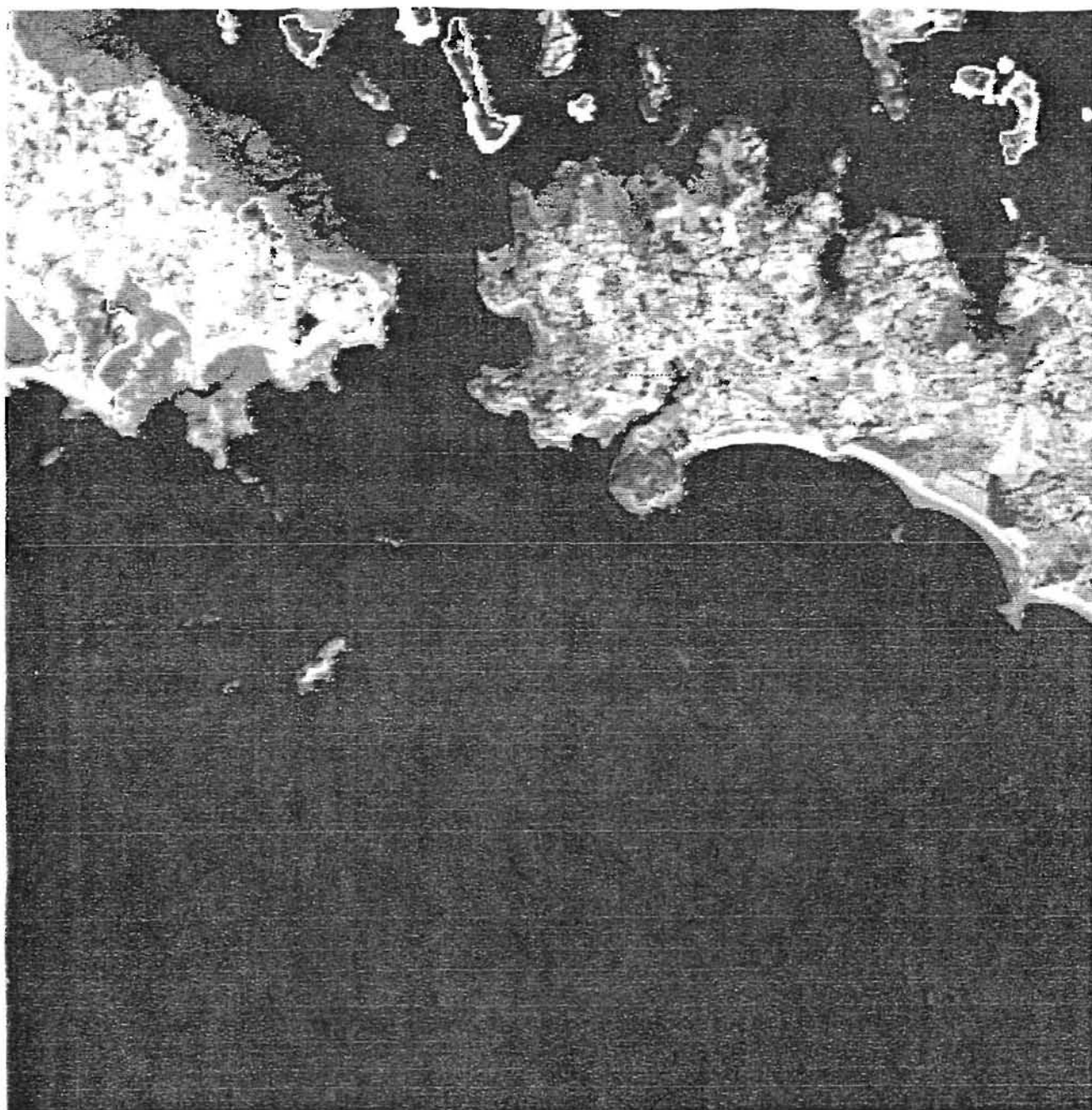
document 4 : image 512 x 512 - partie sud-ouest du Golfe du Morbihan
début du trait de côte

photographies aériennes. Pour cela une reconnaissance préalable sur le terrain est indispensable afin d'établir un rapprochement entre la photographie et la réalité.

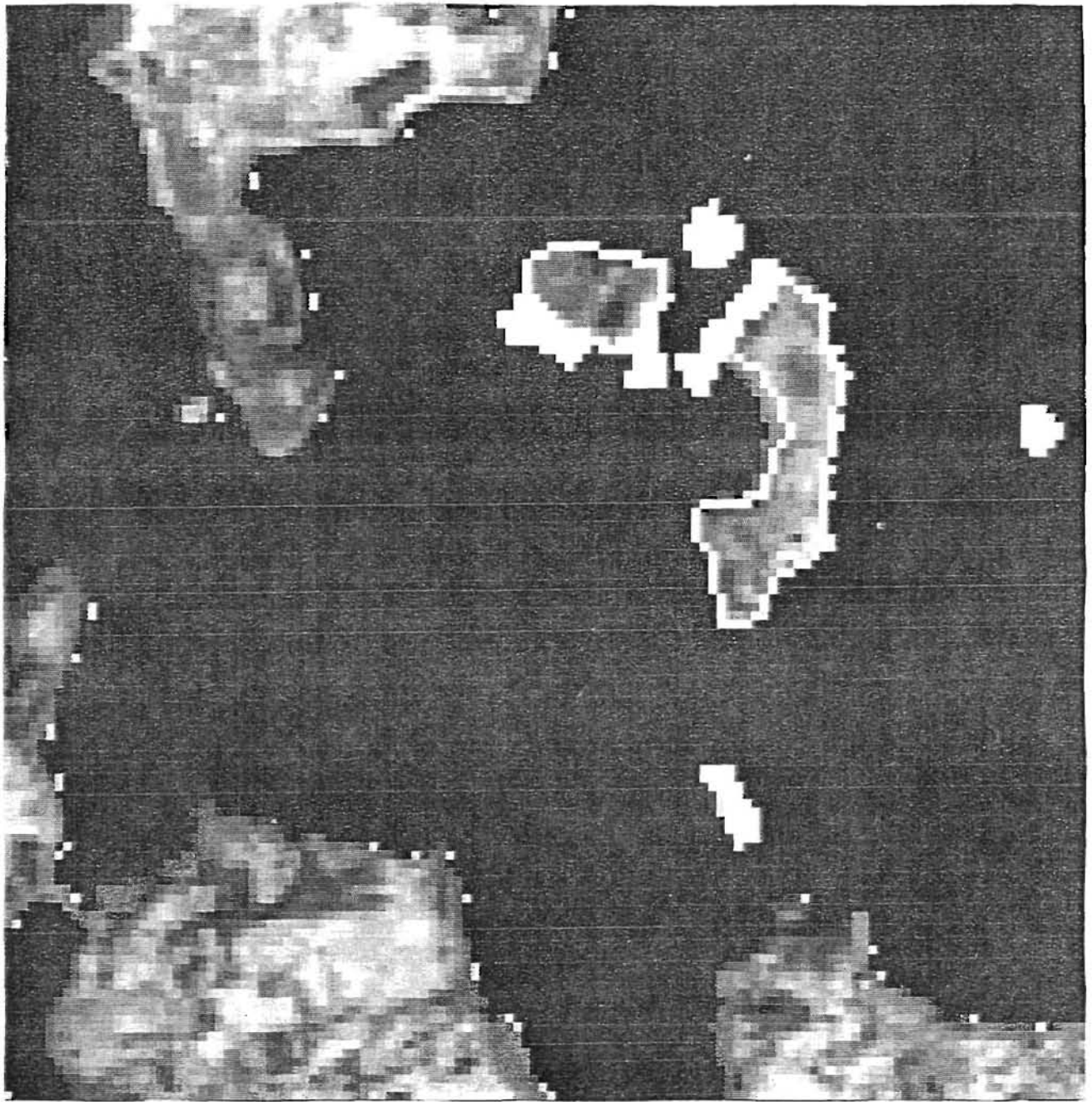
La couverture aérienne permet donc de localiser les sargasses à différents points du golfe sans que toute la zone puisse être observée. La confrontation entre cette cartographie et l'image satellite donne une idée de l'aspect des sargasses sur l'image (documents 5 à 7). Ainsi les vastes étendues de sargasses ont pu être caractérisées par une couleur brun sombre. Elles ne semblent pas être totalement émergées car le coefficient de marée était sans doute trop faible au moment de la prise de l'image. Les algues vertes complètement émergées sont facilement reconnaissables sur l'image issue du traitement MULTISCOPE par une couleur rouge vif.

4 4 3 - Mise en évidence de Sargassum muticum sur toute l'image.

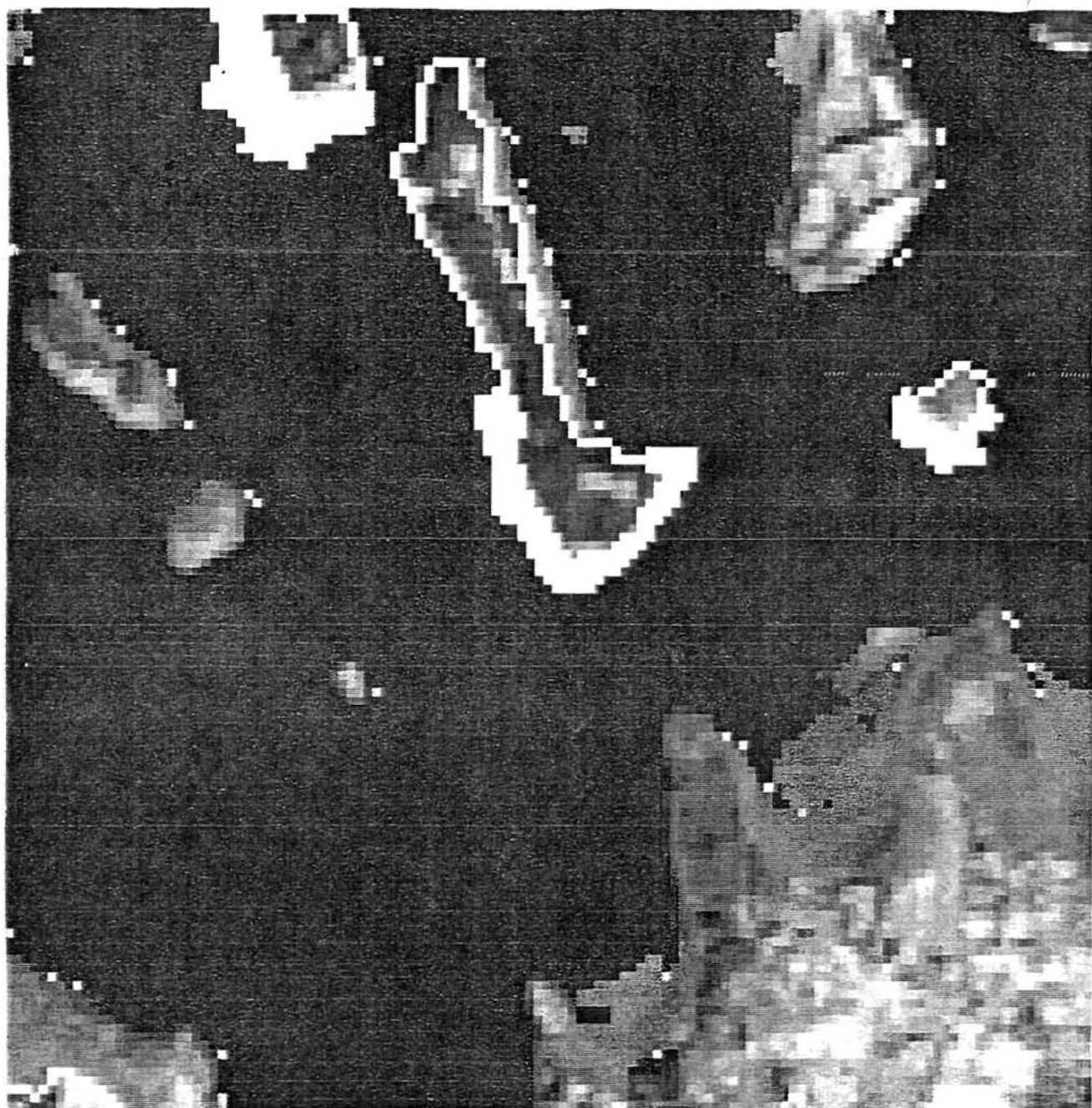
Quand les sargasses sont caractérisées non seulement par leur aspect sur l'image mais aussi par une valeur de réflectance précise, on peut mettre un troisième masque sur toutes les autres algues et mettre en évidence la présence de Sargassum muticum dans tout le golfe du Morbihan. Il faut noter cependant que, étant donné le pouvoir de résolution de SPOT, les taches de sargasses inférieures à 20 m * 20 m ne seront pas mises en valeur.



document 5 : image 512 x 512 - Partie sud-ouest du Golfe du Morbihan
Localisation de *Sargassum muticum* d'après photographie
aérienne (figuré jaune)



document 6 : île Gohivan et île Brannec
localisation de *Sargassum muticum* d'après photographie
aérienne (figuré jaune)



document 7 : Ile Longue
localisation de *Sargassum muticum* d'après photographie
aérienne (figuré jaune)

CONCLUSION

Le problème Sargasse est loin d'être résolu puisque la lutte et la valorisation offrent peu d'espoirs. La lutte génétique pourrait être une voie de recherche mais elle n'est pas encore en place.

Malgré la faible réussite de l'enquête 1989, il semble ressortir que l'algue n'a pas gagné de nouvelles régions en France mais a plutôt tendance à s'étendre dans des zones déjà occupées. En revanche de nouveaux points sont signalés dans le monde, au moins en Suède. Ce qui prouve la très grande faculté d'adaptation de l'algue.

Les résultats de la localisation de Sargassum muticum dans le golfe du Morbihan grâce à la télédétection sont encore incomplets mais on peut déjà constater que l'outil "image satellite" s'avère utile pour l'étude des zones littorales et plus particulièrement la dynamique des algues comme Sargassum muticum.

La bonne connaissance de la localisation et surtout de l'expansion de l'algue est indispensable pour envisager une lutte ou une valorisation adaptée à chaque région dans les cas où on ne peut se contenter de vivre avec elle.

SARGASSUM MUTICUM : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Mise à jour au 25.09.1987

BELSHER T. (IFREMER) et POMMELLE C. S. (IFREMER)

1. - ABBOT I.A, HOLLENBERG G.J., 1976 - Marine algae of California. Stanford U.P California.
2. - ABBOT I.A, FOSTER M.S, EKLUND L.F, 1980 - Sargassum muticum in the strait of Georgia, British Columbia, Canada. By : California Sea Grant College Program ; La Jolla CA, USA.
3. - ABBOT I.A, NORTH W.J, 1972 - Temperature influences on floral composition in California coastal waters. Proc.int.Seaweed Symp. 7, 72-79.
4. - ABBOTT I.A, NORRIS J.N, 1984 - Taxonomy of economic seaweeds : with reference to some pacific and caribbean species - rep. Calif. Sea Grant Coll. Program., rap, T.C56CP - 011, 182 pp.
5. - 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.
6. - AMBROSSE R.F., NELSON B.V., 1982 - Inhibition of giant kelp recruitment by and introduced brown alga. Bot.Mar., 25, 265-267.
7. - ANG P. Jr., 1983 - Preliminary study on the alginate content of Sargassum spp. in Balibago, Catalagan, Philippines. XIth International Seaweed Symp., 3.
8. - ANG P.O.Jr, 1985 - Studies on the recruitment of Sargassum spp. (Fucales : Phaeophyta) in Balibago, Catalagan, Philippines. - J. Exp.Mar. Biol. Ecol. vol. 91, pp 293-301.
9. - Anonyme, 1977 - Sargassum muticum. Uniterra, 2,7.
10. - 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.
11. - ARUGA Y., KONNO, 1984 - A list of seaweeds at Banda. Lab.of Phycology, Tokyo Univ.of Fisheries, 5 p.
12. - BAILLY DU BOIS P., 1984 - Prolifération de la Sargasse japonaise. Rapport stage, Antenne du COB (IFREMER), Station Biologique de Roscoff, 129 p.
13. - BAKER J.T, 1983 - Seaweeds in Pharmaceutical studies and applications. XIth International Seaweed Symp. 10.
14. - BELSHER T. BOYEN C., 1983 - Installation du Sargassum muticum (Yendo) Fensholt sur les côtes françaises. Problèmes et perspectives au 31 mars 1983. Rapp.IFREMER (COB), 67 p.

.../...

15. - BELSHER T., BOYEN C., 1983 - Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. Une Sargasse parmi d'autres. Biomasse Actualité, 12,3, 13-14.
16. - BELSHER T., 1984 - Le problème de l'expansion de Sargassum muticum en France. Solutions envisagées. IXème Journées Européennes de Cosmétologie, 17.
17. - BELSHER T., 1985 - Rapport de mission au Japon, 14 avril - 9 mai 1985. Rapport IFREMER : 28 p + 16 annexes.
18. - BELSHER T., BOUDOURESQUE CH.F, LAURET M. et RIOUALL R., 1985. L'envahissement de l'étang de Thau (France) par la grande phaeophyceae Sargassum muticum - Rapp. Comm.Int.Mer Médit., 29,4 : 33-36.
19. - BELSHER T., BAILLY DU BOIS P. et SALOU N., 1984 - Expansion de l'algue d'origine japonaise Sargassum muticum (Yendo) Fensholt sur les côtes françaises, de 1983 à 1984. Cah.Biol.Mar. 25, 449-455.
20. - BELSHER T., VIOLLIER M., 1986 - Thematic study of 1982 SPOT Simulation of Roscoff and the West coast of the Cotentin peninsula (France). ERIM, 18 th, Paris (1-5 octobre 1984), 1161-1166.
21. - BELSHER T., BOUDOURESQUE C.F, BENMAIZ N., DUBOIS A., GERBAL M. LAURET M; et 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.
22. - BELSHER T., POMMELLE S. 1987 - Expansion de l'algue japonaise Sargassum muticum (Yendo) FENSHOLT, sur les côtes françaises de 1983 à 1987. Article proposé aux Cahiers de Biologie Marine.
23. - BEZANGER-BEAUQUESNE L., COMYN Y., 1975 - Pharm.Hospit., 27-35.
24. - BLOIS J.C et al., 1961 - Observations sur les herbiers à zostères dans la région de Roscoff. Cah.Biol.Mar. 2, 223-262.
25. - BOALCH G.T, POTTS G.W, 1977 - The first occurrence of Sargassum muticum (Yendo) Fensholt in the Plymouth area. J.mar.biol. Ass U.K, 57, 29-31.
26. - BOMOTTO S., 1979 - Marine algae in Pharmaceutical Science. Walter de Gruyter, Berlin New York, 645-655.
27. - BOUDOURESQUE C.F, BELSHER T., DAVID P., LAURET M., RIOUALL R., et PELLEGRINI M., 1985 - Données préliminaires sur les peuplements à Sargassum muticum (Phaeophyceae) de l'Etang de Thau (France). Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 29, 4, 57-60.
28. - BOUGIS p., 1984 - L'invasion de la sargasse japonaise J. Rech. Oceanogr. 9 (1), 9.
29. - BOYEN C., 1982 - Etude en vue d'emplois industriels possibles des polysaccharides pariétaux de Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. Mémoire de DEA - PARIS VI.

.../...

30. - BOYEN C., 1984 - Etude physico-chimique des alginates de Sargassum muticum (Yendo) Fensholt - Rapport IFREMER, 20 p.
31. - BRAULT D., BRIAND S. et GOLVEN P., 1984 - Compostage de l'algue brune Sargassum muticum. Centre d'Expérimentation et de recherche appliquée en algologie. Rapport n° 7, 1-21.
32. - 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.
33. - CABIOCH J., 1981 - Premières observations de l'algue japonaise Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, dans la région de Roscoff. Trav.Stat.Biol.Roscoff, 27 1-2.
34. - CHAMBERLAIN A.H.L., 1978 - Preliminary observations of apical dominance effects in Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. Br.Phycol.J., 13, 198.
35. - CHAMBERLAIN A.H.L, GORHAM J., KANE D.F., DEWEY S.A., 1979 - Laboratory growth studies on Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, 2 Apical Dominance. Bot.Mar. 22 (1), 11-19.
36. - CHAUHAN V.D, 1983 - Marine algae Sargassum, their utilization and cultivation. XIth International Seaweed Symp., 31.
37. - CHENE A.G, 1985 - Cartographie "Sargasses". Rapport de stage. Antenne IFREMER, Station Biologique de Roscoff, 48 pp + 11 annexes.
38. - CHENNUBHOTLA and al., 1983 - Biology of the economically important indian seaweeds. IX th International Seaweed Symp., 44.
39. - CHEVOLOT L., 1984 - Evaluation pharmacologique de Sargassum muticum et Ulva lactuca - Rapp. Laboratoire GOEMAR, contrat IFREMER, 14 p.
40. - CHIU B., 1956 - Seaweeds of Economic importance in south China. In international Seaweed Symp Troidheim. 1955. Pergamon Press, London-New York.
41. - COMPERE P., 1977 - Sargassum muticum (Yendo) Fensholt (Phaeophyceae) dans le Pas-de-Calais (France). Dumontiera 6, 8-10.
42. - COPPEJANS E., 1979 - Sargassum muticum (Yendo) Fensholt in situ bij Cap Gris-Nez, Pas de Calais (Frankrij). Dumontiera, 13, 1.
43. - COPPEJANS E. et al., 1980 - Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, ook langs de Belgische kust aangespoeld. Dumontiera, 16, 1-10.
44. - COSSON J., DUGLET A., BILLARD C. 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 (Pheophyceae, Fucale). Bull.Soc.Linn.Normandie, 105, 109-116.

.../...

45. - COUTURIER L., NOUGARET M.P, 1984 - Ca m'intéresse. Une fabuleuse richesse à exploiter. 42-47.
46. - CRITCHLEY A.T, 1980 - The further spread of Sargassum muticum. Br. Phycol. J. 15, 194.
47. - CRITCHLEY A.T, 1981 - Ecological studies on Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. Ph.D. Thesis, Portsmouth Polytechnic.
48. - CRITCHLEY A.T, 1981 - Age determination of Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. Br. Phyco. J., 16, 134.
49. - CRITCHLEY A.T, 1981 - Observations on the colonization of Warden Point, Isle of Wight, by the introduced brown alga, Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. Phycologia, 20, 102.
50. - CRITCHLEY A.T (soumis) - A consideration of the spread of an immigrant brown alga, Sargassum muticum, as an introduced species. J. Biogeogr.
51. - CRITCHLEY A.T, 1983 - The establishment and increase of Sargassum muticum (Yendo) Fensholt populations within the Solent area of southern Britain. I. An investigation of the increase in number of population individuals. Bot. Mar., 26 (12), 539-545.
52. - CRITCHLEY A.T, 1983 - The establishment and increase of Sargassum muticum (Yendo) Fensholt 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 (12), 547-552.
53. - CRITCHLEY A.T, 1983 - Sargassum muticum : a morphological description of European material. J. mar. biol. Ass. U.K., 63, 813-824.
54. - 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.
55. - CRITCHLEY A.T, 1983 - Experimental observations on variability of leaf and air vesicule shape of Sargassum muticum. J. mar. biol. Ass. UK. 63, 825-831.
56. - CRITCHLEY A.T, MORREL S.L, 1982 - The first occurrence of the brown alga Sargassum muticum (Yendo) Fensholt in the Channel Islands. Biol. Conserv. 22, 27-34.
57. - CRITCHLEY A.T, FARNHAM W.F, MORREL S.L, 1983 - A chronology of new European sites of attachment for the invasive brown alga, Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, 1973-1981. J. mar. biol. Ass. U.K., 63, 799-881.
58. - CRITCHLEY A.T, DIJKEMA D., 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.
59. - CRITCHLEY A.T, FARNHAM W.F, MORRELL S.L, 1985 - An account of the attempted control of an introduced marine alga : Sargassum muticum in Southern England. Biological conservation, vol. 35, n° 4, p.313-332.

.../...

60. - DAVID P., 1985 - Programme Sargasse - Année 1984 - Rapport d'Activité - Centre d'Océanologie de Marseille, 35 pp + 8 figures.
61. - DAWES C.J, 1981 - Marine Botany, Wiley ed., 364-366.
62. - DELEPINE R., 1983 - The introduction of non indigenous species : rationales and problems. XIth international Seaweed Symp., 56.
63. - DE WREEDE R., 1978 - Phenology of Sargassum muticum (Phaeophyta) in the Strait of Georgia, British Columbia. Syesis, 11, 1 - 9.
64. - DE WREEDE R.E, 1980 - The effect of some physical and biological factors on a Sargassum muticum community, and their implication for commercial utilization. Symposium on useful algae ; Pacific Grove, Ca (USA). In : Pacific seaweed aquaculture. Proceedings of a Symposium on useful algae.
65. - DE WREEDE R.E, 1983 - Sargassum muticum (Fucales, Phaeophyta) : regrowth and interaction with Rhodomela larix (Ceramiiales, Rhodophyta). Phycologia, 22 (2), 153-160.
66. - DEYSHER L.E, 1983 - Reproductive phenology of newly introduced populations of the brown alga Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. XI th international Seaweed Symp, 57.
67. - DEYSHER L., NORTON T.A., 1982 - Dispersal and colonization in Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. J.exp.mar.Bio.Ecol., 56, 179-195.
68. - DIZERBO A.H, FLOCH J.Y, 1974 - Un nouveau danger ? Problème de protection. Penn ar Bed, 9, 289-291.
69. - DRUEHL L.D, 1973 - Marine transplantations. Science, N.Y, 179, 12.
70. - EVANS L.W, SIMPSON M., COLLOW M.E, 1973 - Sulfated polysaccharides synthesis in brown algae. Planta, 110, 237-252.
71. - FARNHAM W.F, 1974 - The Sargassum saga. J.Portsmouth District nat.Hist.Soc., 2, 64-66.
72. - FARNHAM W.F, 1978 - Introduction of marine algae into the Solent, with special reference to the genus Grateloupia. Ph. D. Thesis, Porthsmouth Polytechnic.
73. - FARNHAM W.F, 1980 - Aliens in the marine flora of southern England. In : the shore environment. Vol. 2 : Ecosystems. J.H Price, D.E.G. Irvine et W.F. Farnham (eds.), Academic Press, London, 875-914.
74. - FARNHAM W.F, 1981 - Seaweeds and their allies (algae). In "the Natural History of Pagham Harbour Part. II" (R.W. Rayner, ed.), Second ed. Bognor Regis Natural Science Society, Bognor Regis, 37-46.
75. - FARNHAM W.F, FLETCHER R.L, et IRVINE L.M, 1973 - Attached Sargassum muticum found in Britain. Nature Lond., 243, 231-232.

.../...

76. - FARNHAM W.F, JONES E.B.G., 1974 - The eradication of the seaweed Sargassum muticum from Britain. Biol. Conserv., 6, 57-58.
77. - FARNHAM W.F, MURFIN C., CRITCHLEY A.T, MORREL S.L., 1981 - Distribution and control of the brown alga Sargassum muticum. Proc. int. Seaweed Symp., 10, 277-282.
78. - FENSHOLT D.E, 1955 - An emendation of the genus Cystophyllum (Fucales). Am. J.Bot., 42, 305-322.
79. - FLETCHER R.K.L., 1976 - The introduction of the Japanese alga Sargassum muticum into British waters. J.Naval. Sci., 2, 49-56.
80. - 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.
81. - FLETCHER R.L., FLECHER S.M, 1975 - Studies on the recently introduced brown alga Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. I. Ecology and reproduction. Bot. mar., 18, 149-156.
82. - FLETCHER R.L., FLETCHER S.M, 1975 - Studies on the recently introduced brown alga, Sargassum muticum, (Yendo) FENSHOLT. III. Regenerative ability. Bot.mar 18, 157-162.
83. - FRANKLIN A., 1979 - The immigrant Japanese seaweed Sargassum muticum in U.K waters. C.I.E.M., 5 p.
84. - GELLENBECK K., 1984 - Growth characteristics, nutrient uptake and reproduction of Sargassum muticum (Phaeophyta) in free-floating culture. Annual Meeting of Phycol. Soc. America. Phycol., L, p.4, summary only.
85. - GELLENBECK., CHAPMAN D.J., 1984 - Biomass products from Sargassum muticum (Phaeophyta) : variations in alginic acid and mannitol content and conversion to methane through anaerobic digestion. Annual Meeting of Phycol.Soc.America.Phycol., L, p.12, summary only.
86. - 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.
87. - GERBAL M., BEN MAIZ N., BOUDOURESQUE C.F, 1985 - Les peuplements à Sargassum muticum de l'Etang de Thau : données préliminaires sur la flore algale. Congr. des Soc.Sav. de Montpellier, 15 p.
88. - 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.
89. - GIVERNAUD Th, 1984 - Cartographie de l'algue brune Sargassum muticum sur les côtes de Basse-Normandie. Rap.Lab.Algol.Fond.et App. de Caen, 5 p.
90. - GLOMBITZA K.W, FORSTER M., FARNHAM W.F., 1982 - Antibiotics in Sargassum muticum. Bot.Mar 25, 449-453.

.../...

91. - GLOMBITZA K.W., FORSTER M., ECHARDT G., 1978 - Polyhydroxyphenyl-
lather aus der Phaeophyceae Sargassum muticum. Phytochemistry,
17, 579-580.
92. - GLOMBITZA K.W., ECKARDT G., FARNHAM W.F. (sous presse) - Polyhy-
droxyphenylethers from Phaeophyceae Sargassum muticum. Bot.Mar.
25 pp 449-453.
93. - GORHAM J., 1978 - Auxins in Sargassum muticum. Br.phycol.J., 13,
200.
94. - GORHAM J., 1979 - Laboratory growth studies on Sargassum muti-
cum (Yendo) Fensholt. III. Effects of auxins and anti-auxins on
extension growth. Bot.Mar., 22, 273-280.
95. - GORHAM J., LEWEY S.A., 1984 - Seasonal changes in the chemical
composition of Sargassum muticum. Mar.Biol., 80, 103-107.
96. - GRAY P.W.G, 1978 - An investigation of the fauna associated
with Sargassum muticum. Ph.D Thesis, Portsmouth Polytechnic.
97. - GRAY P.W.G., JONES E.B.G., 1977 - The attempted clearance of
Sargassum muticum from Britain. Envir.Conserv., 4, 303-308.
98. - GRAUFFEL V., MABEAU S., KLOAREG B., JOSEFONVIC Z.J, 1985 - Pro-
priétés anticoagulantes des fucanes sulfatés des algues brunes.
Centre d'Etudes Océanologiques et de Biologie Marine CNRS (LP
4601), 16 pp.
99. - GRUET Y., 1976 - Présence de l'algue japonaise Sargassum muti-
cum (Yendo) Fensholt sur la côte française de Normandie. Bull.
Soc.Sci.Nat.Ouest Fr., 74, 101-104
100. - GRUET Y., 1977 - Expansion sur les côtes de la Manche de Sarcas-
sum muticum grande algue brune originaire du Japon. Penn ar bed,
11, 191-198.
101. - GRUET Y., 1980 - Progression de l'algue brune Sargassum muti-
cum sur les côtes de la Manche. Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest de
la France, N.S. 2, 1-3.
102. - GRUET Y., "L'algue brune d'origine japonaise Sargassum muticum
(Yendo) Fensholt envahit la côte française de l'Océan Atlanti-
que après avoir colonisé celles de la Manche". Bull. Soc. Sci.
Nat. Ouest Fr., (sous presse).
103. - GRUET Y., HERAL M., ROBERT J.M., 1976 - Premières observations
sur l'introduction de la faune associée au naissain d'huîtres
japonaises Crassostrea gigas (Thunberg), importé sur la côte
Atlantique française. Cah. Biol. mar., 17, 173-184.
104. - GUNNILL F.C, 1980 - Recruitment and standing stocks in popula-
tions of one green and five brown algae in the Intertidal zone
near La Jolla, California during 1973-1977. Mar.Ecol.proq.Ser.,
3, 231-243.
105. - HALES J.M, FLETCHER R.L, 1981 - Observations on aspects of re-
production and early germling development in the introduced
brown alga Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. Phycologia, 20,
105.

.../...

106. - 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 (U.K). Br. Phycol., 18 (2), 204.
107. - HARLIN M.M., 1969 - A phycological survey of Steamboat Island, Thurston County, Washington State. Syesis, 2, 257-261.
108. - HEINZ A.H, TANAKA J., 1979 - Marine algae in Pharmaceutical Sciences, 3-34.
109. - 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.
110. - HURLEY S., 1980 - An investigation ^{the} of costs and benefits involved in the clearance of Sargassum muticum from the beaches and harbours of the south coast of England. M. Sc.Project, Stirling University.
111. - JEPHSON N.A, FARNHAM W.F, 1974 - The Jap-weed menace. Triton, 19, 227-228.
112. - JOLIFFE A.T, TREGUNNA E.B, 1970 - Studies on HCO₃-ion uptake during photosynthesis in benthic marine algae. Phycologia , 9, 293-303.
113. - JEPHSON N.A, GRAY P.W.G, 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 : Biology of benthic organisms (Eds.Keegan B.F., Ceidigh P.O et Boaden P.J.S). 11 th European Symposium on Marine Biology. Pergamon, Oxford, 367-375.
114. - JOLY J.P, PAULMIER G., 1981 - Prolifération de l'algue d'origine japonaise Sargassum muticum sur les zones littorales sensibles de Basse Normandie. Rapport interne IFREMER Lab de Ouis-treham. 15 p.
115. - JONES E.B.G., FARNHAM W.F, 1973 - Japweed : new threat to British coast. New Scientist, 60, 394-395.
116. - JONES E.B.G., FARNHAM W.F., LEWEY S.; 1974 - "Three Monthly Report on Sargassum muticum in the Solent". Portsmouth Polytechnic, Portsmouth.
117. - 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.
118. - KANE D.F, 1978 - Observations of the vegetative growth of Sargassum muticum in laboratory culture. Br. Phycol.J. 13,202.
119. - KANE D.F., CHAMBERLAIN A.H.L, 1979 - Laboratory growth studies on Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. I. Seasonal growth of whole plants and lateral sections. Bot. Mar., 22, 1-9.

.../...

120. - KANEDA T., ARAI K., 1964 - The effects of lipids isolated from Sargassum ringoldianum. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 30, 589-593.
121. - KRISTOFOROWA N.K et al., 1983 - Comparaison of mineral composition of Sargasso weed from Japon and SouthChina Seas. Academy of Sciences of the URSS. ISSN. 0134-3435 (3), 47-54.
122. - KRISTOFOROWA 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.
123. - KINCAID T., STONE R., OSBORNE R., 1954 - The Japanese seaweed. Willapa Pac.Oyster Bull. Wash. Dept. Fish., 13, 2.
124. - KJELDEN C.K, PHINNEY H.K, 1972 - Effects of variations in salinity and temperature on some estuarine macro-algae. Proc.int. Seaweed Symp., 7, 301-308.
125. - KJELDEN C.K, PHINNEY H.K, 1973 - Estuarine macro-algae of Yaquina Bay, Newport, Oregon. Madrono, 22, 85-94.
126. - KNIGHT-JONES P., KNIGHT-JONES E.W, THORP C.H., GRAY P.W.G, 1975 Immigrant spirorbids (Polychaeta, Sedentaria) on the Japanese Sargassum muticum at Portsmouth, England. Zoologica Scripta, 4, 145-149.
127. - KNOEPFFLER-PEGUY M., BELSHER T., BOUDOURESQUE C.F, LAURET M., 1985 - Sargassum muticum begins to storm the Mediterranean. Aquatic Botany, Netherl. 3p. (sous presse).
128. - KOPP J., 1976 - Presence d'une pheophycee americaine, Sargassum muticum sur les côtes françaises de la Manche. ICES Cooperative Research Report, 1.
129. - KREMER B.P, KUHBIER H., MICHAELIS H., 1983 - Die Ausbreitung des Brauntanges Sargassum muticum in des Nordsee. Eine Reise um die Welt. Natur.und Museum, 113 (5), 125-130.
130. - 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).
131. - LEE R.E, 1980 - Phycology. Cambridge University, Press, 478 p.
132. - LE ROUX A., 1983 - La Sargasse, Sargassum muticum dans le Morbihan. Rapport au Conseil Général du Morbihan. 16 p.
133. - LEWEY S.A, 1976 - Studies on the brown algae. Sargassum muticum (Yendo) Fensholt in Britain. M. Phil. Thesis, Portsmouth Polytechnic.
134. - LEWEY S.A., 1978 - Variation in the pigment composition of Sargassum muticum. Br. Phycol. J., 13, 203.
135. - LEWEY S.A., FARNHAM W.F, 1981 - Observations on Sargassum muticum in Britain. Proc. int. Seaweed Symp., 8, 388-394.

.../...

136. - LEWEY S.A., GORHAM J., 1984 - Pigment composition and photosynthesis in Sargassum muticum. Mar. Biol. Berl., 80 (1) : 109-115.
137. - LEWEY S.A., JONES E.B.G., 1977 - The effect of aquatic herbicides on selected marine algae. J. Phycol., 13, (suppl.), 40.
138. - LITCHFIELD, WILCOSON, 1949 - A simplified method of evaluating dose effect experiments. J. Pharmacol. exp.ther., 85, 96.
139. - 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.
140. - MARTINEZ NADAL et al., 1963 - Sarganin and chonalgin, new antibiotic substances from marine algae from Puerto-Rico. Antimicrobial agents and chemotherapy, 68-72.
141. - MARTINEZ NADAL et al., 1966 - Antibiotic properties of marine algae. Bot. Mar. 9 (12) 21-26.
142. - MARTINEZ NADAL et al., 1966 - Low toxic effect of antimicrobial substances from Marine algae. Bot. Mar. 9 (12) 62-63.
143. - Mc COURT R.M, 1984 - Niche differences between sympatric Sargassum species in the northern Gulf of California (Mexico). Mar. Ecol. Prog. Ser., 18 (1/2), 139-148.
144. - MIYASHIMA A, 1976 - The marine algae. Press Tokyo, Japan, 315.
145. - MONNIOT C., MONNIOT F., 1985 - Apparition de l'ascidie Perophora japonica sur les côtes et dans les ports de la Manche. C.R. Soc. Biogéogr. 61 (3) : 111-116.
146. - MORI H., 1983 - Sugar constituents of fucoidans from Sargassum ringgoldianum and their biological activities.
147. - MORRELL S.L, FARNHAM W.F, 1981 - The effects of mechanical clearance on Solent populations of Sargassum muticum. Br. Phycol. J. 16, 138.
148. - MORRELL S.L, FARNHAM W.F, 1982 - Some effects of substratum on Sargassum muticum. Br. Phycol. J., 17, 236-237.
149. - MOSIG A. 1955 - der Arzneiplanzen und Drogenschatz chinas und die Bedeutung der Pen-TS'AO KANG HU. Verbelag volse und gesundheit, Berlin.
150. - NAGAIN C. 1984 - Implantation, croissance et développement de l'algue japonaise Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, Baie de Morlaix. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 57 p.
151. - NAQUI S.W.A. et al. 1981 - Screening of some marine plants from the Indian coast for biological activity. Bot. Mar. 24, 343-346.
152. - NICHOLSON N.L, HOSMER H., BIRD K., HART L. SANDLIN W., SCHOEMACHER C., SLOAN C. 1981 - The biology of Sargassum muticum (wireweed) at Santa Catalina (California, U.S.A.) Proc. Int. Seaweed Symp. 8, 416-424.

.../...

153. - NIENHUIS P.H, 1982 - Attached Sargassum muticum found in the south-west Netherlands. Aquat. Bot., 12, 189-195.
154. - NORTH W.J, 1973 - Regulating marine transplanted. Science N.Y., 179, 1181.
155. - NORTON T.A, 1976 - Why is Sargassum muticum so invasive ? Br. Phycol.J. 11, 197-198.
156. - NORTON T.A, 1977 - The growth and development of Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. J.exp.mar. Biol.Ecol 26, 41-53.
157. - NORTON T.A., 1977 - Ecological experiments with Sargassum muticum. J.mar.biol.Ass.UK, 57, 33-43.
158. - NORTON T.A., 1980 - Sink, swim or stick : the fate of Sargassum muticum propagules. Br. Phycol. J., 15, 197-198.
159. - NORTON T.A, 1981 - Gamete expulsion and release in Sargassum muticum. Bot. MAR. 24, 465-470.
160. - NORTON T.A, 1981 - Sargassum muticum on the Pacific coast of North America, Proc. int. Seaweed Symp. 8, 449-456.
161. - NORTON T.A, 1981 - The varied dispersal mechanisms of an invasive seaweed. Sargassum muticum. Phycologia, 20, 110.
162. - NORTON T.A, 1983 - The resistance to dislodgement of Sargassum muticum germlings under defined hydrodynamic conditions. J.Mar. Biol. Assoc. U.K., 63 (1), 181-193.
163. - NORTON T.A, FETTER R., 1981 - The settlement of sargassum muticum propagules in stationary and flowing water. J.mar.biol.Ass. U.K., 61, 929-940.
164. - NORTON T.A, BENSON M.R, 1983 - Ecological interactions between the brown seaweed Sargassum muticum, and its associated fauna. Mar. Biol. (Berl.), 15 (2/3), 169-178.
165. - NORTON T.A, FARNHAM W.F.- (in prep.) Synopsis of biological data on Sargassum muticum. FAO Fisheries Synopsis.
166. - OGAWA H., 1984 - Effects of treated municipal wastewater on the early development of Sargassaceous plants. Hydrobiologia, 116/117, 389-392.
167. - OHNO M., 1984 - Observation on the floating seaweeds of near-shore waters of southern Japan. Hydrobiologia, 116/117, 408-412.
168. - OHNO M., 1984 - Algological observation on the floating seaweeds of offshore water of Shikoku Island in Japan - Bull Jap. Soc.Sci.Fish/Nissuishi, vol.50, n' 10, p.1653-1656.
169. - OKUDA T., 1981 - Egg liberation in some Japanese Sargassaceae (Phaeophyceae). New York 1981, 10 th International Seaweed Symposium 197-202.
170. - OKUDA T., KAREI H., YAMADA M., 1983 - Settlement of germlings in ten fucal species. XI th international Seaweed Symp., 195.

.../...

171. - ORTEGA E.P, 1983 - Sargassum meal production as alternate income or Philippine sustenance fishermen. XI th international Sea-weed Symp., 301.
172. - 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.
173. - PESTANA H., 1985 - Carbonate sediment production by Sargassum epibionts. Journal of Sedimentary Petrology, vol. 55, n° 2, p. 184-186.
174. - PHILIPS R.C, FLEENOR B., 1970 - Investigations of benthic marine flora of Hood Canal, Washington. Pacif. Sci., 24, 275-281.
175. - PILLAY K.S, 1977 - Colorless high polymer alginic acid mixed indian sargassums. J. Phycol., 13, 53.
176. - PRUD'HOMME VAN REINE W.F, 1977 - Japans bessenweier aan onze kust. Zeepaard, 37, 58-63.
177. - PRUD'HOMME VAN REINE W.F., 1977- De reis van een bruinwier rond de wereld. Gorteria, 8, 212-216.
178. - PRUD'HOMME VAN REINE W.R, NIENHUIS P.H, 1982 - Occurrence of the brown algae Sargassum muticum (Yendo) Fensholt in the Netherlands. Bot. Mar., 25 (1), 37-39.
179. - PRUD'HOMME VAN REINE W.F, WIELE VAN DER P., BOM H., 1982 - Studies on Sargassum muticum in the Netherlands. Br. Phycol. J., 17, 238.
180. - 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.
181. - ROECK-HOLTZHAUER (de), 1985 - Etudes en cours sur Sargassum muticum. Rapport d'avancement, Laboratoire de Cosmétologie et de Pharmacie industrielle, Nantes.
182. - SCAGEL R.F, 1956 - Introduction of a Japanese algae, Sargassum muticum into the northeast Pacific. Fish Res. Pap Wash. Dep. Fish. 1, 49-59.
183. - SCREENIVASA R., SHELAT Y.A, 1982 - Antifungal activity of different fractions of extracts from indian seaweeds. Marine algae in Pharmaceutical Sciences, 2.
184. - SEGAWA S. 1968 - Coloured illustrations of the seaweeds of Japan Oikusha, Osaka, WCIII, 175 p.
185. - SEIZER R.B, LINK C., 1971 - the wanderings of Sargassum muticum and other relations. Stomatopod, 2, 5-6.
186. - STEINBERG P.D, 1986 - Chemical defenses and the susceptibility of tropical marine brown algae to herbivores. OECOLOGIA, vol. 69 n° 4, P. 628-630.

.../...

187. - TAYLOR J.C, 1979 - The introduction of exotic plant and animal species into Britain. Biologist. 26, 229-236.
188. - THOM M. et al., 1976 - A survey of the attached marine flora at five beaches in the Seattle, Washington, area. Syesis, 9, 267-275.
189. - THOMAS E.A, TREGUNNA E.B, 1968 - Bicarbonate ion assimilation in photosynthesis by Sargassum muticum. Can J. Bot. 46, p.411-415.
190. - TOKIDA J., 1954 The marine algae of Southerne Saghalien. Fac. of Fish. Hokkaido Universitu, 2, 1.
191. - TSENG C.K, 1984 - Phycological research in the development of the Chinese seaweed industry. Hydrobiologia, 116/117, 7-18.
192. - TSENG C.K, CHANG J.F., 1954 - A study of Chinese Sarcassum II. Bot. rep., 3, 353-366.
193. - VINCENT T., 1978 - L'expansion de Sargassum muticum (Yendo) Fensholt sur le littoral de la Seine Maritime. Bull. Soc.Geol. Normandia et Amis du Museum du Havre, 65 (2), 1.
194. - 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.
195. - WITHERS R.G, FARNHAM W.F., LEWEY S., JEPHSON N.A, HAYTHORN J.M., GRAY P.W.G., 1975 - The epibionts of Sargassum muticum in British waters. Mar. Biol. (Berl.), 35, 79-86.
196. - YAMAMOTO I., TAKAHASHI M, TAMURA E., MARUYAMA H., MORI H., 1984 Antitumor activity of edible marine algae : Effect of crude fucoidan fractions prepared from edible brown seaweeds against L-1210 leukemia. Hydrobiologia, 116/117, 145-148.
197. - YAMAUCHI K., 1984 - The formation of Sargassum beds on artificial substrata by transplanting seedlings of S. horneri (TURNER) C. AGARDH and S. muticum (Yendo) FENSHOLT.- Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 50 (7), 1115-1123.
198. - YENDO K., 1905 - Preliminary list of Japanese Fucaceae. Bot.Mar. Tokyo, 19, 50-182.
199. - YENDO Y., 1907 - The Fucaceae of Japan. J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo. 21, 1-174.
200. - YOSHIDA T., 1978 - Lectotypification of Sargassum kjellmanium and S. miyabei (Phaeophyta Sargassacea). Jap. J. Phycol., 26, 121-124.
201. - YOSHIDA T., 1980 - Typification of the taxa described by Yendo in his "Fucacea" Journ. Fac. Sci. Hokkaido University V, 12 (1), 49-56.

202. - YOSHIDA T., 1983 - Japanese species of Sargassum subgenus Bactrophycus (Phaeophyta, Fucales). Journ. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V (Botany), 13 (2), 99-246.
203. - YOSHIDA T., MAJIMA T., MARVI M., 1983 - Apical organization of some genera of Fucalus (Phaeophyta) from Japan. Journ. Fac. Sci. Hokkaido Univ., V, 12 (1), 99-106.

SARGASSUM MUTICUM : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Mise à jour en septembre 1989

BEN MAIZ N., BOUDOURESQUE C.F., 1986 - Flore algale (Rhodophytae, Phaeophyceae, Chlorophyceae et Bryopsidophyceae) de l'étang de Thau (Hérault). Thèse 3ème cycle Ecologie Aix Marseille II, 354p.

CARSUZAA M.P., 1988 - L'huître, l'algue, le pêcheur. Comm. Société Française de Médecine des Armées, Cherbourg, 16 juin 1988, 3 p.

CRITCHLEY A.T., NIENHUIS P.H., VERSCHUURE K., 1987 - Presence and development of populations of the introduced brown alga Sargassum muticum in the southwest netherlands. XII th international seaweed symposium Sao Paulo Brazil, July 27 - August 1 1986. Hydrobiologia, 151-152, 245-256.

CRITCHLEY A.T., THORP C.H., 1985 - Janua brasiliensis new record polychaeta spirobidae from the southwest netherlands. Zool.Bijdr., (31), 1-8.

DAVID P., 1985 - Programme Sargasse : rapport d'activité année 1985, COM (Centre d'Océanologie de Marseille), 47 p.

DE WIELDE R.E., 1985 - Destructive (harvest) sampling. Handbook of phycological methods : Ecological field methods, Macroalgae ed. Litter, 147-160.

DIZERBO A.H., 1984 - Some maritime and marine plant life appearing on the coast of the armorican massif France. 3 rd meeting of man as a biogeographical factor, Part 2, Paris France 18-22 oct. 1982 . C.R. seances soc. biogeogr., 60 (1), 43-50.

FISCHER D.D., GIBOR A., 1987 - Production of protoplasts from the brown alga Sargassum muticum (Yendo) Fensholt (Phaeophyta). Phycologia, 26 (4), 488-495.

GELLENBECK K.W., CHAPMAN D.J., 1986 - Feasibility of mariculture of the brown seaweed Sargassum muticum phaeophyta growth and culture conditions alginic-acid content and conversion to methane. Barclay, W.R. and R.P. McIntosh (ed.). Beihefte zur Nova Hedwigia, Heft 83. Algal biomass technologies : an interdisciplinary perspective; workshop on the present status and future directions for

technologies based on algal biomass production, Boulder, Colo., USA, Apr. 5-7 1984 IX + 273 P. J.Cramer : Lehre, east germany. illus. paper., 107-115.

GELLENBECK K.W., KRAEMER G.P., MCMURTRY L.A., CHAPMAN D.J., 1988 - An experimental culture systems for macroalgae and other aquatic life. Aquaculture, 74 (3-4), 385 - 391.

GORELOVA T.A., FEDORYAKO B.I., 1986 - Topic and trophic relationships of fishes associated with drifting Sargassum algae. J.ichthyol., 26, 63-72.

GUNNIL F.C., 1984 - Population dynamics of 7 perennial macroalgae during 1981-1984. Annual meeting of the american society of zoologists, american microscopical society, animal behavior society, crustacean society, international association of astacology, society of systematic zoology, and the western society of naturalists, Denver, Colo., USA, Dec. 27-30 1984. Am. Zool., 4 (3). 28A.

GUNNIL F.C., 1985 - Population fluctuations of 7 macroalgae in southern california USA during 1981-1983 including effects of severe storms and an el-nino. J. exp. mar. biol. ecol., 85 (2), 149-164.

JEANMOUGIN M., LEMARCHAND-VENENCIE F., HOANG X.D., D'HONOT J.L., CIVATTE J., 1987 - Eczema professionnel avec photosensibilité par contact de Bryozoaires. Ann. dermatol. venerol., 114 (3), 353-358.

KARLSSON J., 1988 - Sargassum muticum new-record thalassal flora of the swedish west coast. Sven. bot. tidskr., 82 (2), 199-205.

LEVAVASSEUR G., 1988 - Strategie de production de Sargassum muticum (Yendo) Fensholt : Etude écophysiological de la composition pigmentaire et de la capacité photosynthétique. Rapport CNRS Station Biologique de Roscoff, 41 p., 5 ann.

LUNING K., FRESHWATER W., 1988 - Temperature tolerance of northeast pacific marine algae. J. phycol., 24 (3), 310-315.

NORTH W.J., JAMES D.E., 1987 - Use of Cystoseira and Sargassum embryonic sporophytes for testing toxicity effects. XII th international seaweed symposium, Sao Paulo Brazil July 27 - August 1 1986. Hydrobiologia, 151-152, 414-424.

OLIVEIRA E.C.D., 1984 - Exotic algae in the brazilian seas. Cienc. cult. (Sao Paulo), 36 (5), 802-803.

PASCUAL C., PARTICULAR ATEGORRIETA C., GOMEZ GARRETA A., RIBERA SIGUAN M.A., SEOANE CAMBA J.A., 1987 - Sargassum muticum new-record for the iberian peninsula. Collect. bot. (Barc.), 17 (1), 151.

PAULA E.J., ESTON V.R., 1987 - Are there another Sargassum species potentially as invasive as Sargassum muticum. Botanica marina, 30 (5), 405-410.

PEYRIERE M., CARON L., JUPIN H., 1984 - Pigment complexes and energy transfer in brown algae. Photosynthetica, 118 (2), 184-191.

POLNE FULLER M., 1987 - A multinucleated marine amoeba which digests seaweeds. J. protozool., 34 (2), 159-165.

POLNE FULLER M., GIBOR A., 1987 - Microorganisms as digesters of seaweed cell walls. XII th international seaweed symposium, Sao Paulo, Brazil July 27 - August 1 1986. Hydrobiologia, 151-152, 405-410.

QUILLET M., DE LESTANG BREMOND G., 1985 - Sorbitol, a precursor of L.guluronic acid in alginic acid biosynthesis. Phytochemistry, 24 (1), 43-45.

QUILLET M., IMHOFF V., DE LESTANG BREMOND G., 1985 - Sorbitol and sorbitol phosphate in brown seaweeds. Phytochemistry, 24 (1), 67-70.

RUENESS J., 1985 - Japweed Sargassum muticum biological pollution of european waters. Blyllia, 43 (2), 71-74.

SAGA N., POLNE FULLER M., GIBOR A., 1986 - Protoplasts from seaweeds production and fusion. Barclay, W.R. and R.P McIntosh (ed.). Beihefte zur Nova Hedwigia, Heft 83. Algal biomass technologies : an interdisciplinary perspective; workshop on the present status and future directions for biotechnologies based on algal biomass production, Boulder, Colo., USA, Apr. 5-7 1984, IX + 273p, J. Cramer : Lehre, East Germany. Illus. Paper 37-43.

SANCHO A., COMBAUT G., JUPIN H., PLOVETTI L., 1986 - Gas-liquid chromatographic determination of mannitol applied to the antarctic diatom Fragilariopsis Kerguelensis. J. chromatogr., 355 (1), 302-308.

SARABY-SBERRO P., 1986 - Eczema professionnel par contact de Bryozoaires à propos d'un cas de photosensibilité et allergie à Electra pilosa et Sargassum muticum. Thèse Doctorat Médecine Fac. Lariboisière Saint-Louis Univ. Paris VII.

TSUDIKATE J., 1984 - Studies on the regenerative ability of the brown algae Sargassum muticum and Sargassum tortile. XI th international seaweed symposium Qingdao China, June 19-25 1985. Hydrobiologia, 116-117, 393-397.

VAN DEN HOEK C., 1982 - The distribution of benthic marine algae in relation to the temperature of their life histories. Biol. J. Linn. soc., 18 (2), 81-144.

VAN REINE W.F.P., VAN DER WIELE P., BOM H., 1982 - Studies on Sargassum muticum in the netherlands. Winter meeting of the British phycological society, London, England, Jan. 5-7 1982. Br. Phycol. J., 17 (2), 238.

WEI Z., CHAPMAN D.J., 1988 - Identification of phytohormones in algae. Annual meeting of the phycological society of america, Pacific grove, California, USA, July 24-29 1988. J. Phycol. 2, 4 (2 suppl.) 10.

BIBLIOGRAPHIE DU RAPPORT

ANONYME, 1986 - Renseignements sur le satellite SPOT. Energie, Mines et Ressources, Centre Canadien de la Télédétection.

ANONYME, 1988 - Les peuplements bactériens associés à Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. Rapport contrat micromer.

BELSHER T., 1985 - Rapport de mission au Japon, 14 avril - 9 mai 1985. Rapport IFREMER, 28 p + 16 annexes.

BELSHER T., 1987 - Apport du satellite SPOT à la cartographie qualitative et quantitative des végétaux marins de la Manche, de l'Atlantique Nord, de la Méditerranée occidentale et Pacifique Sud. SPOT 1 utilisation des images, bilan, résultats, Paris, novembre 1987, 10 p.

BELSHER T., POMMELEC S., 1988 - Expansion de l'algue japonaise Sargassum muticum (Yendo) Fensholt sur les côtes françaises de 1983 à 1987. Cah. Biol. Mar. 29, 221-231.

BOUDOURESQUE C.F., BELSHER T., DAVID P., LAURET M., RIOUALL R., PELLEGRINI M., 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.

CRITCHLEY A.T., 1983 - Sargassum muticum : a morphological description of european material. J.mar.biol.Ass. U.K., 63, 813-824.

CRITCHEY A.T., 1983 - Sargassum muticum : a taxonomic history including world-wide and western pacific distributions. J.mar.biol.Ass.U.K., 63, 617-625.

CRITCHLEY A.T., NIENHUIS P.H., VERSHUURE K., 1987 - Presence and development of populations of the introduced brown alga Sargassum muticum in the southwest netherlands. Hydrobiologia, 151/152, 245-255.

DAVID P., 1985 - Programme sargasse : rapport d'activité année 1985, COM (Centre d'Océanologie de Marseille), 47 p.

DAVID P., 1988 - Programme sargasse : essai d'intoxication de l'algue brune Sargassum muticum par le sulfate de cuivre. Rapport Centre d'Océanologie de Marseille. 55 p.

DION P., 1989 - Etude écophysiological du développement des jeunes stades de Sargassum muticum (Yendo) Fensholt et analyse de la population actuelle du platier de Pleubian. Rapport CEVA (Centre d'Etude et de Valorisation des Algues), 18 p.

DE WREEDE R., 1978 - Phenology of Sargassum muticum (Phaeophyta) in the strait of Georgia, British Columbia. Syesis, 11, 1-9.

HARROIS-MONIN F., 1986 - Le marché des images de la terre. Sciences et vie, (820), 88-103.

KARLSSON J., 1988 - Sargassum muticum new-record the algal flora of the swedish west coast. Sven.bot.tidskr, 82 (3), 199-205.

LEBLANC, 1983 - Utilisation de Spot pour les études littorales. Journées d'études internationales, SPOT un outil pour l'aménagement et la gestion des ressources naturelles, Toulouse, 24-27 mai 1983.

LEVAVASSEUR G., 1988 - Stratégie de production de Sargassum muticum (Yendo) Fensholt : Etude écophysiological de la composition pigmentaire et de la capacité photosynthétique. Rapport CNRS Station biologique de Roscoff, 41 p, 5 ann.

VIOLLIER M., BELSHER T., LOUBERSAC L., 1985 - Signatures spectrales des objets du littoral. Proceedings of the 3rd International Colloquium on Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing, Les Arcs, France, 16-20 dec. 1985, 253-256.

