

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DJILALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire Master

Spécialité : Ecologie et environnement

Option : Ecologie végétale et environnement

Le thème

Contribution à l'étude d'une espèce algale invasive en vue de son exploitation Synthèse bibliographique

Présenté par : Madame Deffas Yamina

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Kerfouf Ahmed gp

Examineur : Benchohra Hadria Amel (MCA-UDLSidi Bel Abbés)

Promoteur : Bennabi Faiza (MCA-UDL Sidi Bel Abbés)

Co-promoteur : Abbejabber Fatima (Doctorante LMD Sidi Bel Abbés)

2019-2020

Remerciement

C'est avec un grand plaisir qu'on réserve ces quelques lignes en
Signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui,
de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et l'aboutissement
de ce travail. Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH de m'avoir
donné le courage et la patience pour accomplir ce travail.

Je tiens tout particulièrement à remercier mon encadreur Madame

Bennabi Faiza pour son soutien, son sérieux, sa
disponibilité, ses précieux conseils et son aide tout au long de
l'élaboration de ce travail. Je remercie les membres de jury qui ont
bien voulu examiner et évalué ce mémoire. Nous nous acquittons,
enfin, volontiers d'un devoir de gratitude et de remerciements à
tous mes enseignants pour la qualité de l'enseignement qu'ils ont
bien voulu nous prodiguer durant mes études afin de me fournir
une formation efficiente.

Dédicaces

Ce modeste travail est dédié :

A mes chers parents, Que nulle dédicace ne puisse exprimer ce que je leur doit, pour leur bienveillance, leur affection et leur soutien...

Trésors de bonté, de générosité et de tendresse, en témoignage de mes profonds amours et ma grande reconnaissance « Que Dieu les garde ».

A mon cher mari et mes enfants, je leur dédie ce modeste travail en témoignage de mon grand amour et ma gratitude infinie.

A mes chères sœurs et frères, en témoignage de mes sincères reconnaissances pour les efforts qu'ils ont consenti pour l'accomplissement de ce projet.

A tous mes amis, Pour leur aide et leur soutien moral durant l'élaboration du travail de fin d'études.

A toutes les personnes qui m'ont apporté de l'aide.

Résumé

Depuis une vingtaine d'années, l'algue invasive, Sargassum muticum est un problème pour de nombreux secteurs économiques du littoral, vue sa présence naturelle dans quelques dizaine de nos côtes. Ces algues ne mesurent que quelques centimètres, sont bien adaptées au milieu écologique des régions méditerranéennes.

L'algue brune Sargassum muticum a été aperçue pour la première fois au niveau des côtes algériennes dans les régions de Cherchell et Sidi Fredj, qui se trouvent à environ 80 et 30 km à l'ouest d'Alger. Le suivi de l'existence de ces espèces, collectés durant le mois de mars et avril de l'année 2015-2017, a permis de dire que la présence au niveau eaux algériennes. Cependant, Sargassum muticum récoltées n'étaient pas fixées sur des substrats, elles n'étaient pas fertiles et il n'y avait aucun signe de colonisation.

Dans ce contexte, on s'est intéressé à établir une synthèse bibliographique des caractéristiques intrinsèques de cette espèce algale en vue de la valoriser et l'exploiter dans les différents domaines écologiques et économiques

Mots clés : *L'algue brune , caractéristiques intrinsèques, domaines écologiques et économiques*

Abstract

The Japanese seaweed *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt is reported for the first time from the Algerian coasts in Churchill and Sidi Fredj, which are approximately 80 and 30 km, respectively, west of Algiers. Observations of drifting specimens, collected in March 2015, March, and April 2017, suggest that this non-indigenous species has reached Algerian waters. However, *S. muticum* cannot yet be considered established since the collected seaweeds were not fixed to substrata, were not fertile, and there was no evidence of colonization. Potential vectors of spread for *S. muticum* into the area include shipping, oyster farming and ocean circulation. In the future, intensive survey and monitoring actions are needed to detect any fertile or attached fronds.

Key words: non-indigenous species, drifting materials, non-established, vectors, survey

الملخص

تم الإبلاغ عن الأعشاب البحرية اليابانية *Sargassum muticum* لأول مرة من السواحل الجزائرية في شرشال وسيدي فرج ، والتي تبلغ حوالي 80 و 30 كم ، على التوالي غرب الجزائر العاصمة.

تشير ملاحظات عينات الانجراف ، التي تم جمعها في مارس 2015 ومارس وأبريل 2017 ، إلى أن هذه الأنواع غير الأصلية قد وصلت إلى المياه الجزائرية. ومع ذلك ، لا يمكن اعتبار *S. muticum* حتى الآن ، لأن الأعشاب البحرية التي تم جمعها لم تكن مثبتة على طبقات ، ولم تكن خصبة ، ولم يكن هناك دليل على الاستعمار.

تشمل النواقل المحتملة لانتشار *S. muticum* في المنطقة الشحن واستزراع المحار ودوران المحيطات. في المستقبل ، هناك حاجة إلى إجراءات المسح والرصد المكثفة للكشف عن أي خصوبة أو سعف مرتبطة.

الكلمات الأساسية: الأنواع غير الأصلية ، المواد الطافية ، غير المستقرة ، النواقل ، المسح

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumer

Abstact

الملخص

Introduction.....1

Chapitre I : Notion sur les algues

I.1-Introduction.....3

I.2-Definition3

I.2.1-les cyanophyte.....5

I.2.2-les Chlorophyta.....5

I.2.3-les Euglenophyta5

I.2.4-les Chromophyta.....5

I.2.5-les les Pyrrophyta.....6

I.2.6-les Rhodophyta.....6

I.3-facteurs favorisant le développement algal.....7

I.4-Action des Algues sur le milieu.....7

I.4.1-Oxygénation.....7

I.4.2-Epuration.....7

I.4.3-Autre effets.....7

I.5.-utilisation des Algues8

I.5.1-Alimentation humaine et animale8

I.5.2-Alimontation d'animaux.....8

I.6-Utilisation industrielles.....8

I.6.1-Colorants.....8

I.6.2-polysaccharides.....9

I.6.3-Vitamines et autres produits.....9

I.7-Fertilisants.....	9
I.8-Autres utilisation.....	9
I.9-Diffirents types d’algues.....	10
I.9.1-Algue rouge.....	10
I.9.2-Algue vert.....	10
I.9.3-Algue brune.....	11

ChapiterII : Sargassum muticum

II.1-Choix de l’espèce Sargassum muticum photo	12
II.2-La répartition de l’espèce Sargassum muticum.....	12
II.2.1-Al’echelle mondiale	12
II.2.2-Al’echelle Algérienne.....	15
II.3-Notion sur les composées de Sargassum muticum	18
II.3.1-Définition	18
II.3.2-Characteristic de l’algue.....	19
II.3.3-Description	19
II.3.3.1-Systematiques.....	19
II.3.3.2-Morphologie.....	19
II.4-Biologie.....	20
II.4.1-Cycle de développement et croissance	20
II.5-la reproduction	20
II.6-Composition chimique	22
II.7-Composition pigmentaire et active	23
II.8-Ecologie.....	24
II.9-Origine et conséquences de l’invasion.....	24
II.9.1-Origine l’invasium.....	24
II.9.2-Consequence	24
II.9.2.1-Consequence biologiques et écologique	25
II.9.2.2-Problemes mécaniques.....	26
II.9.2.3-Quelques compensation.....	27
II.10-Essais de lutte contre Sargassum muticum	27

II.10.1-Lutte mécanique	28
II.10.2-Lutte chimique.....	29
II.1.2.3-Lutte Biologique	29
Chapitre III : Domaine de valorisation de Sargassum muticum environnementale	
III.1-filialisation d'extractait d'algue pour culture	31
II.2-Compostage	31
III.3-Itilisation comme floculant des eaux	32
III.4-Evaluation pharmacologistes	32
III .5-Evaluation pharmacologiques	32
Conclusion	33
Liste de Réfarence	34

Introduction

L'environnement Marin est un écosystème rendu unique en raison de la diversité des organismes qu'il abrite. Parmi ces organismes, les algues font preuve d'une grande diversité de formes, de couleurs et d'architecture (**Radmer, 1994**).

Les algues sont des végétaux possédant un appareil végétatif simple ou "thalle" et qui sont tributaires de deux facteurs écologiques, la lumière et l'eau. En effet, la grande majorité des algues vit en milieu aquatique bien qu'on en rencontre aussi en milieu aérien (sur les sols, les rochers, les arbres, dans la terre, dans la neige...où une certaine humectation est toujours possible). Parmi les algues qui vivent dans l'eau, certaines flottent ou sont en suspension dans l'eau ; elles se laissent le plus souvent entraîner passivement par les courants (bien que quelques fois capables de mobilité). Elles constituent le plancton végétal ou phytoplancton. D'autres de plus grandes tailles, parfois flottantes mais le plus souvent fixées sur le fond ou sur d'autres organismes eux-mêmes fixés, constituent le phytobenthos (**Gayral, 1975**).

Les algues brunes constituent la majorité des algues échouées sur les côtes rocheuses. Elles sont souvent récoltées pour servir d'engrais. Elles sont toujours pluricellulaires composées de filaments ramifiés, soit de structures ressemblant à des feuilles et nommées thalles, les algues brunes tirent leur nom d'un caroténoïde, la fucoxanthine. La combinaison de ce pigment jaune orangé avec le vert des chlorophylles (a) et (c) donne une coloration brune. Les parois cellulaires des algues brunes contiennent jusqu'à 21 acides alginiques, un polymère gluant de sucre acide. Ces polymères sont utilisés commercialement comme émulsifiant dans l'alimentation ; les cosmétiques et d'autres produits (**Gayral, 1975**).

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 rencontrées (**Loraine, 1989**).

Le travail s'inscrit dans le cadre d'une recherche bibliographique sur les caractères intrinsèques d'une espèce de la famille des Sargassaceae. Étant donné le caractère cosmopolite de cette famille d'algues brunes, il était intéressant d'étudier les facultés d'adaptation de cette espèce au niveau de la côte algérienne.

I. Notions sur les algues

I.1-Introduction :

D'origine très ancienne, les algues marines existent depuis des millions d'années. Très diversifiées (*Cyanophycées, Chromophycées, et Chlorophycées*), les algues comptent plus de 130.000 espèces dans le monde (**Premila JC, 1996**). Les algues sont les végétaux les plus primitifs qui présentent un appareil végétatif peu évolué (*sans racine, ni tige, ni feuille*), ils sont aquatiques. Pendant leur évolution, les algues ont formé un groupe très diversifié d'organismes (**Garon Lardiere, 2004**).

I.2-Définition :

Les algues, ou phéophytes (du gr.phukos=algue ; phuton=plantes), sont des organismes chlorophylliens, c'est-à-dire des organismes capables de photosynthèse. Elles sont donc autotrophes (**Roland Vian, 1999**). Elles se développent dans l'eau ou dans des milieux très humides. Bien que surtout abondantes dans les eaux des mers, des lacs, des mares, des eaux courantes et des eaux thermales, on en trouve également sur les rochers humides et sur la terre. Exceptionnellement, elles peuvent être endophytes de tissus animaux ou végétaux. L'air, la lumière et des sels dissous sont, en plus de l'eau, nécessaires à leur développement

Les algues ont des couleurs variées dues à la présence de pigments masquant plus ou moins la chlorophylle. Ce caractère conduit à subdiviser le groupe en trois grandes lignées : les algues vertes, les algues brunes et les algues rouges. Chaque lignée renferme des espèces unicellulaires, considérées souvent comme primitives, et des espèces pluricellulaires de complexité croissante dans lesquelles la division du travail physiologique est progressivement plus marquée (**Roland & Vian, 1999**).

Les algues proprement dites, celles qui couvrent les régions littorales sont formées de trois parties plus ou moins nettes (figure1) : 1° le crampon (ou bulbe) qui ressemble un peu aux racines des plants terrestres, qui n'est pas un organe de nutrition mais simplement un organe de fixation. 2° le stipe présente la forme d'une tige cylindrique assez souple ou rugueuse, de longueur très variable. La région comprise entre le stipe et le commencement de la lame est le point vital de l'individu, elle détermine la limite du sectionnement au-dessous de laquelle une algue coupée meurt. Le stipe est corps même de l'algue et sert chez quelques-unes de réserves alimentaires. 3° la lame, fronde ou thalle, est formée de tissus souples plus ou moins perméables suivant la saison et le milieu ambiant, qui permettent l'absorption des substances qui assurent la nutrition de l'algue et l'accumulation des réserves, renferment les pigments, servant à utiliser les radiations lumineuses, elle porte enfin les organes reproducteurs : spores, sporanges, réceptacles (**Boudarel, 1948**).

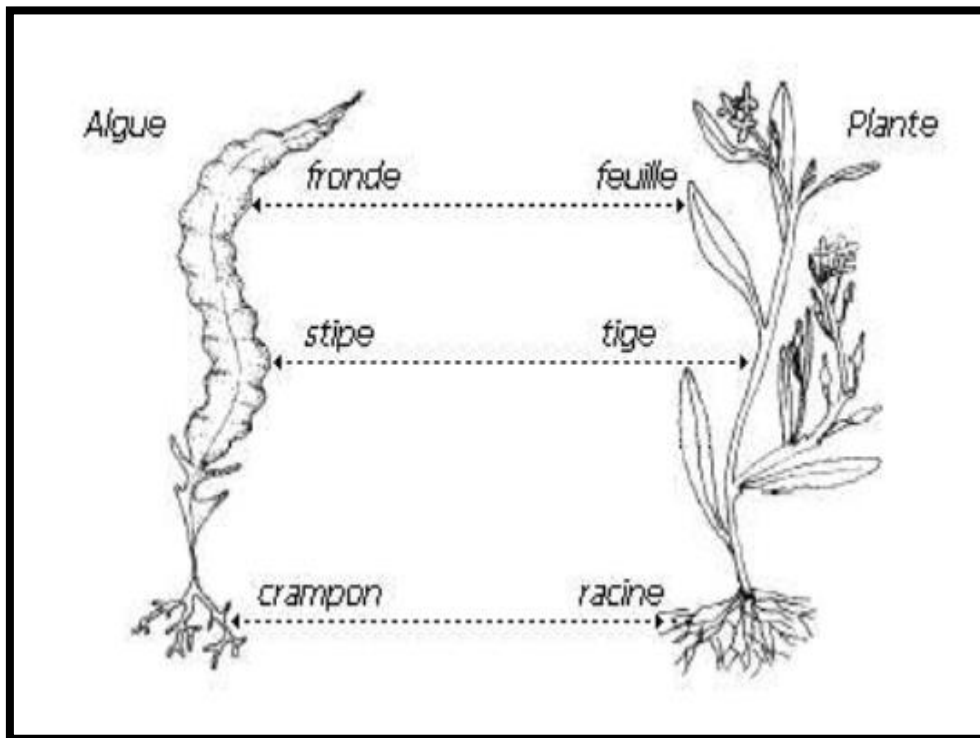


Figure1 : Organisation d'une algue et comparaison avec une plante terrestre.

I.3-Systématique des algues

Systématique des algues les algues regroupent deux catégories bien marquées d'organismes en se fondant sur des caractères cytologiques, à savoir la présence ou l'absence de membrane nucléaire. Les individus qui en sont munis sont appelés eucaryotes ou algues vraies, ceux qui en sont dépourvus sont dites procaryotes ou cyanobactéries. **(Bourrelly, 1966 ; Gayral, 1975 ; Iltis, 1980).**

Actuellement, il est difficile d'établir une classification pour les algues car la systématique est en pleine évolution et sous révision constante à tous les niveaux et chaque jour de nouvelles preuves basées sur la génétique et l'ultra structure mettent de nouvelles classifications **(De Reviere, 2003; Barsanti et Gualtieri, 2005)**. Cependant, la systématique établie par **(Bourrelly, 1966)** reste la plus simple et très applicable, elle est basée sur la coloration des pigments, la nature des réserves cellulaires et le type de reproduction. Cette classification regroupe les algues en six embranchements distincts.

I.2.1. Les Cyanophyte

Dénotées aussi algues bleues, Schizophyta ou Pyrophytes, et se distinguent des autres embranchements car ils regroupent les microorganismes procaryotes (sans membrane nucléaire définie ni un vrai noyau). Elles possèdent de la chlorophylle « a » et des pigments bleus et rouges (phycocyanine et phycoérythrine). Ces pigments ne sont pas portés par des plastes mais sont diffus dans le cytoplasme et donnent aux cellules une coloration homogène. Leurs réserves sont constituées par un polysaccharide voisin du glycogène (**Bourrelly, 1966**), la cyanophycine, des gouttelettes lipidiques ainsi que de poly phosphatés de (**Reviere, 2003**). La multiplication s'effectue par division cellulaire et par fragmentation chez les filamenteux. Cet embranchement est représenté par une seule classe, Cyanophyceae.

I.2.2. Les Chlorophyta

Sont des algues eucaryotes à noyau bien individualisé, elles possèdent des plastes verts contenant de la chlorophylle a et b, et des pigments accessoires. Leurs réserves sont toujours constituées par de l'amidon, localisé dans l'appareil photosynthétique (**Bourrelly, 1966 ; Itis, 1980 ; De Reviere, 2003**). Elles sont représentées par quatre classes « Chlorophyceae ; Ulotrichophyceae ; Zygothycées ; Charophycées ».

I.2.3. Les Euglenophyta

Algues unicellulaires et flagellées, le plus souvent mobiles, avec des plastes verts contenant de la chlorophylle a et b, les réserves sont constituées de grains paramylon « polysaccharide très différent de l'amidon ». Des gouttelettes lipidiques constituent des réserves supplémentaires (**Bourrelly, 1966 ; Itis, 1980**). Ce sont des microorganismes dulçaquicoles (en particulier dans des milieux riches en matières organiques) marins ou d'eaux saumâtres ; elles peuvent aussi se rencontrer dans les sols humide ou les vases. La multiplication s'effectue par division cellulaire de (**Reviere, 2003**). La classe des Euglenophyceae est unique pour cet embranchement.

I.2.4. Les Chromophyta

Algues caractérisées par des chromatophores bruns, jaunes ou vert-jaunâtre. Elles ne possèdent jamais d'amidon et ne se colorent pas au contact de l'iode. Il existe de nombreuses formes flagellées. Cet embranchement se divise en cinq classes ; les Chrysophycées, Xanthophycées, Diatomophyceae, Phéophycées et Raphidophyceae (**Bourrelly, 1966**).

I.2.5. Les Pyrrophyta

Ce sont des Algues avec des plastes bruns, plus rarement rouges ou bleu-vert contenant des Chlorophylles a et c. Les formes unicellulaires biflagellées sont très nombreuses. Les réserves sont constituées par de l'amidon 1 (**Bourelly, 1966**), de chrysolaminarine ou laminarine toujours dans le cytoplasme (**De Reviere, 2003**). On distingue deux classes, les Cryptophyceae et les Dinophyceae ou Péridiniens.

I.2.6. Les Rhodophyta

Algues essentiellement marines, leurs pigments sont constitués par des chlorophylles et d. Les réserves sont constituées par de l'amidon floridéen proche du glycogène. Elles sont représentées par deux classes : Bangiophyceae et Floridophyceae. (**Bourelly, 1966**).

I.3. Facteurs favorisant le développement algal :

La demande exercée par les organismes est en fonction de la composition de leurs tissus vivants. Les algues élaborent leur propre substance à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et du CO₂, c'est le principe de la photosynthèse. Ainsi leur croissance retrouve limitée à la présence de l'eau, de la lumière et du CO₂ (**Bourelly, 1966 ; Gayral, 1975 ; Iltis, 1980**).

Parmi les formes minérales de l'azote (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻), c'est l'ammoniac qui est utilisé préférentiellement par de nombreuses algues, les nitrate et les nitrite devant être réduits avant leur assimilation (**Dabbadie, 1992**). L'ammoniac et les nitrates sont susceptibles de provoquer les mêmes vitesses de croissance, tandis que les nitrites ont un effet toxique faible concentration (**Ngansoumana, 2006**). Selon (**Descy, 1989**), certaines espèces d'algues telles que les Euglenophyta préfèrent les milieux riches en matières organiques en particulier l'azote. Des expériences réalisées au laboratoire par (**Patrick et al, 1969**) ont montré que les Chlorophyceae et les Cyanophyceae sont beaucoup plus favorisées par la présence d'un taux de manganèse inférieur à une unité par billion alors que sa concentration de 0,02 à 0,043mg/l favorise le développement des diatomées. D'après (**Dufour et Berland, 1999**) cités par (**Ngansoumana, 2006**), l'azote peut être un facteur limitant dans le développement des algues phytoplanctoniques. Le même auteur cite que, la composition intracellulaire des algues en culture se traduit par des concentrations en azote 16 fois plus élevées qu'en phosphore. Autres les éléments nutritifs, le pouvoir hydrogène acide permet une croissance importante des Chlorophyceae alors que l'alcalinité celles des diatomées (**Iltis, 1973**). La biodisponibilité des éléments nutritifs présents dans l'eau, l'intensité de la prédation exerce un effet sur le développement algal. En effet, certaines espèces telles que les Cyanophyceae, ont moins de prédateurs que le reste des groupes d'algues à cause de leur effet toxique (**Chorus et Bartram, 1999 ; Ernst et al, 2005**) et donc ont plus de chance de croître quand les conditions sont favorables à leur croissance (**Ngansoumana, 2006**).

I.4. Action des algues sur le milieu

Les algues phytoplanctoniques ont une influence directe sur les conditions physicochimiques du milieu aquatiques.

I.4.1. Oxygénation

La présence de l'oxygène dans l'eau résulte d'une diffusion à partir de l'air au niveau de la surface et surtout de l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques, notamment des algues et des phytoplanctons (**Sanchez, 1992 ; Gaujous, 1995**). Ainsi, dans un milieu contenant beaucoup d'algues productrices d'oxygène par photosynthèse et peu de consommateurs (bactéries, zooplanctons, poissons), la teneur en oxygène dissous du milieu va beaucoup varier au cours de la journée : minimale le matin, elle peut atteindre, voire dépasser largement 100% de saturation dans la journée (**Dabbadie, 1992**).

I.4.2. Epuration

En se développant et en prélevant des éléments nutritifs dans le milieu, les algues contribuent à épurer les eaux. Il est donc possible d'utiliser ces végétaux pour dépolluer des eaux usées. C'est le principe du lagunage (**Dabbadie, 1992 ; De Pauw et Salomoni, 1990**). Le traitement des effluents piscicoles avant leur rejet dans le milieu extérieur peut être un bon moyen de limiter l'impact de l'aquaculture sur l'environnement. Beaucoup d'auteurs ont montré que l'eau usée favorise le développement de la biomasse algale. Ainsi, certains auteurs utilisent la capacité d'absorption et d'assimilation des algues pour réduire la quantité de nutriments (azote et phosphore inorganique dissous) des effluents de stations piscicoles (**Pagand, 1999**). D'un point de vue économique, l'effluent peut être utilisé comme source de nutriments pour la production d'algues valorisables. Dans ce cas, la production algale est l'objectif principal et le traitement de l'eau usée joue un rôle subordonné. En effet les cultures intégrées de laminaires ou de Gracilaires avec des élevages de saumons contribuent à la réduction des rejets dans le milieu naturel (**Pagand, 1999**).

I.4.3. Autres effets

D'autres effets peuvent être induits par des algues et les cyanobactéries. En effet, (**Barberousse, 2006**) cite l'effet d'esthétique et mécanique induits par ces microorganismes qui se traduit par des salissures du revêtement de façade, de teintes caractéristiques verdâtres, rougeâtres ou noirâtres selon la composition du biofilm. (**Perrechet, 1991**) cité par (**Barberousse, 2006**) indique que les algues et les cyanobactéries sont capables de sécréter d'acides organiques concomitantes au métabolisme susceptibles de dissoudre le carbonate de calcium des pierres calcaires, bétons et mortiers.

I.5. Utilisation des algues

I.5.1. Alimentation humaine et animale

Pour des raisons essentiellement alimentaires que la culture des micros algues a eu un important développement à l'issue de la deuxième guerre mondiale. Les micros algues semblaient en effet prometteuses, du fait de leur composition et notamment de leur richesse en vitamines (**Dabbadie, 1992**). L'utilisation des micros algues tel que Spirulina pour l'alimentation humaine est pratiquée au Mexique et au Tchad depuis fort longtemps (**De la Noüe et Proulx, 1991**) et continue à l'être de nos jours (**Ballot et al, 2005 ; Barsanti et Gualtieri, 2005**). En outre, leur déficience en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) implique une supplémentation de l'alimentation (**De la Noüe et Proulx, 1990**). Actuellement, seule Spirulina semble avoir été vraiment utilisée en alimentation comme condiment et en apport protéique (**Ballot et al, 2005 ; Barsanti et Gualtieri, 2005**).

I.5.2. Alimentation d'animaux

Il est possible d'alimenter avec les micros algues des organismes ayant de fortes capacités de filtration, qui sont plus faciles à récolter que les algues, et qui, en outre, présentent un intérêt économique. Les plus utilisés ont été les rotifères car ils servent d'aliment aux alevins dès résorption de la vésicule vitelline (**De la Noüe et Proulx, 1990**). Outre l'utilisation des micro-algues, les macro-algues sont également utilisées pour l'alimentation du bétail. Les animaux concernés sont les vaches, les chevaux, les porcs et les moutons. Les algues les plus utilisées sont les Palmaria et les Fucales (**Arzel, 1990**).

I.6. Utilisations industrielles

Un grand nombre de substances peuvent être extraites des algues :

I.6.1. Colorants

Actuellement, le β carotène et la phycocyanine sont les deux seules substances d'origine algale à avoir été commercialisées (**De la Noüe et Proulx, 1990**).

La phycocyanine est extraite de Spirulina spp. C'est un pigment bleu utilisé dans les industries cosmétiques et alimentaires, sous le nom de Linablue. Hautement purifiée, elle possède des propriétés de fluorescence qui la font utiliser dans des tests d'immunodiagnostic (**Thepentier et al, 1990**).

Le β carotène est un autre colorant, actuellement extrait de Porphyridium cruentum, qui sert notamment à colorer la margarine. Il sert aussi en pharmacie comme provitamine A, en cosmétique comme produit bronzant et en aquaculture pour colorer la chair des truites.

I.6.2. Polysaccharides

Ce sont des agents visqueux ou gélifiants. Les microalgues peuvent en produire, bien qu'elles ne soient pas encore compétitives avec les bactéries ou les macroalgues (**De la Noüe et Proulx, 1990**).

I.6.3. Vitamines et autres produits

Les microalgues semblent être compétitives comme sources de vitamines A, B1, B6, D, E et K (**De la Noüe et Proulx, 1990**). D'autres substances peuvent être extraites : Ce sont les acides gras polyinsaturés (comme l'acide arachidonique, l'acide eicosapentaénoïque, et l'acide docosahexaénoïque) utilisés dans les régimes anti cholestérol et diététiques, les antioxydants, et les substances antibactériennes et fongiques.

I.7. Fertilisants

D'après (**Arzel, 1990**), il serait possible de fertiliser les champs et des terrains avec des tapis d'algues en les utilisant comme engrais naturels.

I.8. Autres utilisations

Actuellement, l'élimination du lisier de porc et des autres déchets d'élevage se fait essentiellement par épandage sur les terres agricoles. Pourtant, en dépit de leur qualification d'organiques", ces déchets sont surtout formés de matières minérales (NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻). Certaines (NO₃⁻) migrent rapidement dans le sol et polluent la nappe phréatique. Pour éviter cette pollution, il est possible de cultiver des algues à partir de ces déchets organiques, et de les épandre ensuite par l'eau d'irrigation. Les matières organiques contenues dans les algues établiront alors des liaisons avec les argiles du sol en formant un complexe argilo-humique qui ne libérera ses matières minérales que très progressivement, préservant ainsi la nappe phréatique (**Dabbadie, 1992**).

Les Chara ont la réputation d'éloigner les larves des moustiques, ils sont utilisés (Usage traditionnel) pour soigner le rhumatisme ; ils ont un rôle écologique important comme frayère de poissons d'eaux douces en plus de leurs propriétés d'agglomérer les particules en suspension (**De Reviers, 2003**).

I.9- Différents types d'algues

I.9.1- Algue rouges

Les algues rouges sont généralement des algues marines de morphologie très variable : les plastes sont colorés en rouges par les bilichromoprotéines (phycoyanine + phycoérythrine). Elles contiennent des chlorophylles a associées à des caroténoïdes et à des xanthophylles. Les algues rouges synthétisent des réserves glucidiques proches des dextrines et du glycogène. Elles se présentent sous forme de grains d'amidon floridées et éparpillés dans le cytoplasme et non contenues à l'intérieur des plastes comme chez les algues vertes et les végétaux supérieurs. En outre, elles élaborent des hétérosides particuliers résultant de l'union des galactoses et des glycérols (floridoside) ou des mannoses et l'acide glycérique (mannoglycerates de sodium) ; ces hétérosides s'accumulent dans les vacuoles. Nous pouvons aussi avoir des polyalcools du chlore ou du brome qui s'accumulent au niveau des cytoplasmes. La paroi est constituée de cellulose ou bien des xyloses pure, galactone sulfate (agar, carrageennane) et du calcaire. La paroi est caractérisée par la présence de synapse, composé complexe contenant des polysaccharides acides. Donc les algues rouges représentent une réserve économique importante par les polysaccharides qui de par leurs tailles et leur structure ne peuvent être synthétisés artificiellement. Les algues rouges sont classées en deux groupes. Le premier groupe (Bangiophyucidées), le plus primitif, est composé d'espèces toujours unicellulaires. Le second groupe (florideophycidées) constituant la majorité des Rhodophycées ne comprenant que des espèces à thalles pluricellulaires (**Gayral, 1975**).

II.9.2-Algue vert

En majorité les algues marines sont essentiellement macroscopiques et benthiques celles d'eau douces sont le plus souvent microscopiques. Le groupe est homogène en ce concerne la composition pigmentaire et le métabolisme glucidique. En effet, toutes ces algues renferment les chlorophylles a et b, du β carotènes et des oxycarotéines (lutéines, zeaxanthines, violaxanthines). Le produit glucidique élaboré par la photosynthèse est l'amidon d'origine intraplastidiale (**Gayral, 1975**). Toutes les algues vertes contiennent du saccharose sauf la classe des prasinophycées qui contient du mannitol. Dans la grande majorité des cas, la paroi est pecto-cellulosique. L'organisation des thalles est très variable chez les algues vertes ; elle va de l'archéthalle le plus simple (unicellulaire) au prothalle de forme variée (filamenteuse, lamellaire, tubuleuse) jusqu'au cladome. L'appareil plastidial est très variable et montre une évolution¹³du type archéoplastidié vers la structure neoplastidiée.

Cet embranchement est subdivisé en 3 classes charophycées, zygothécées, chlorophycées (Gayral, 1975).

I.9.3-Algue brune

Les algues brunes comprennent sept Embranchements. Les plastides de couleurs brunes dont les chlorophylles a et c sont masqués par la β -carotène et des oxycarotéines, le plus important étant la fucoxanthine pigment caractéristique des algues brunes. Les matières de réserve consistent en laminarine et en mannitol, dissous dans le suc vacuolaire. Elles se trouvent également sous forme de globules lipidiques dans le cytoplasme. La paroi cellulaire pecto-cellulosiques, est généralement riche en composés pectiques ; les alginates. Ce phylum est caractérisé par une inclusion particulière les physoides : ce sont des globules réfringents souvent localisées autour du noyau. Ces physoides ont la propriété de prendre une teinte rouge en présence de la vanilline chlorhydrique. L'appareil végétatif est toujours pluricellulaire de taille très variée. Il ne présente jamais d'archéthalle, mais on trouve très fréquemment des prothalles, des thalles à cladome dont la majorité présente une différenciation poussée au niveau morphologique et anatomique. La plupart des algues brunes présentent une alternance entre une génération haploïde et diploïde. Le thalle haploïde forme les gamètes et le thalle diploïde forme les zoospores par méiose. Le thalle haploïde (gamétophyte) et le thalle diploïde (sporophyte) peuvent être semblables (isomorphe) ou différents (hétéromorphe) (Gayral, 1975).

II.1-Choix de l'espèce de l'algue (*Sargassum muticum*) photo



Figure2 :l'espèce *Sargassum muticum*.

II.2-La répartition de l'espèce *Sargassum muticum* à l'échelle nationale et Algérienne

II.2.1- à l'échelle nationale

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

- 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 gènes éventuels à ces endroits.

- 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 (Farnham, 1973).

Chapitre II : Sargassum muticum

- 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 Gravelines 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 3**).

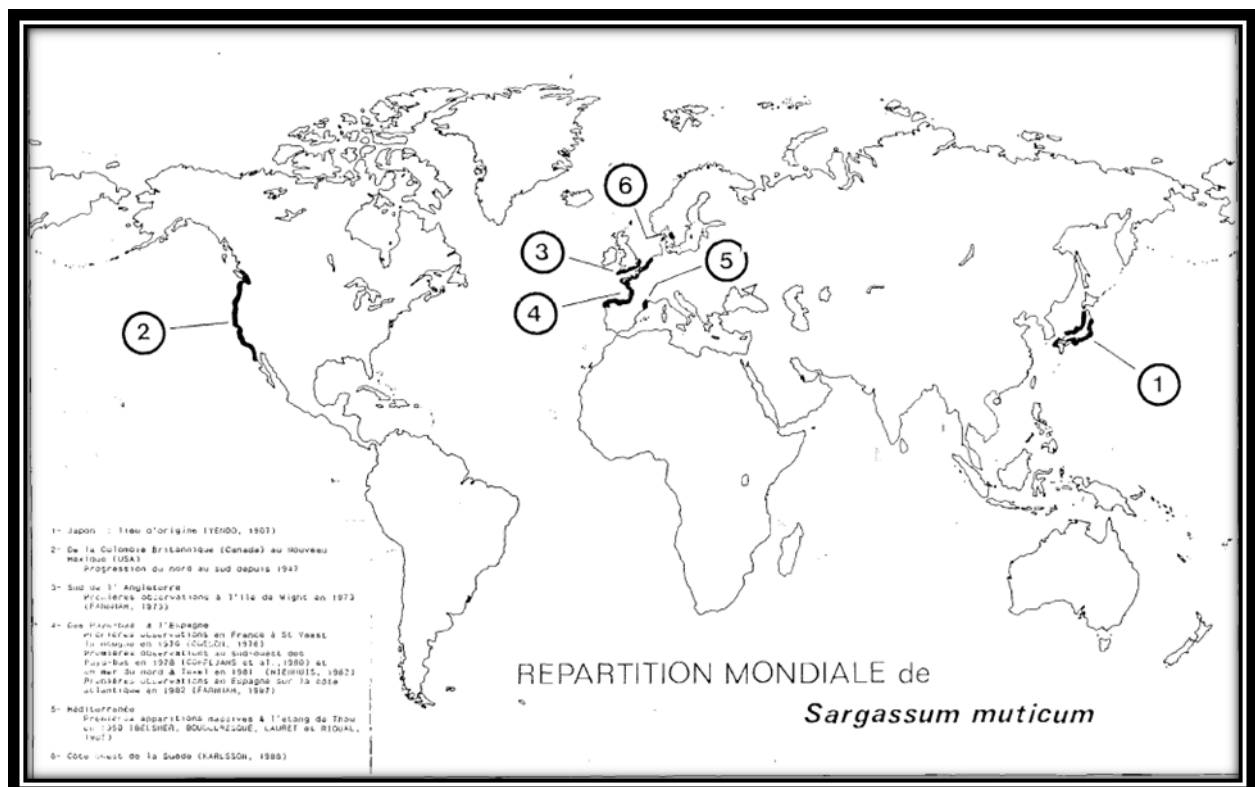


Figure3 : Répartition mondiale de Sargassum muticum.

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 du suède, où Sargassum muticum se trouve fixée à des rochers (**Tkarlsson, 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.

Chapitre II : Sargassum muticum

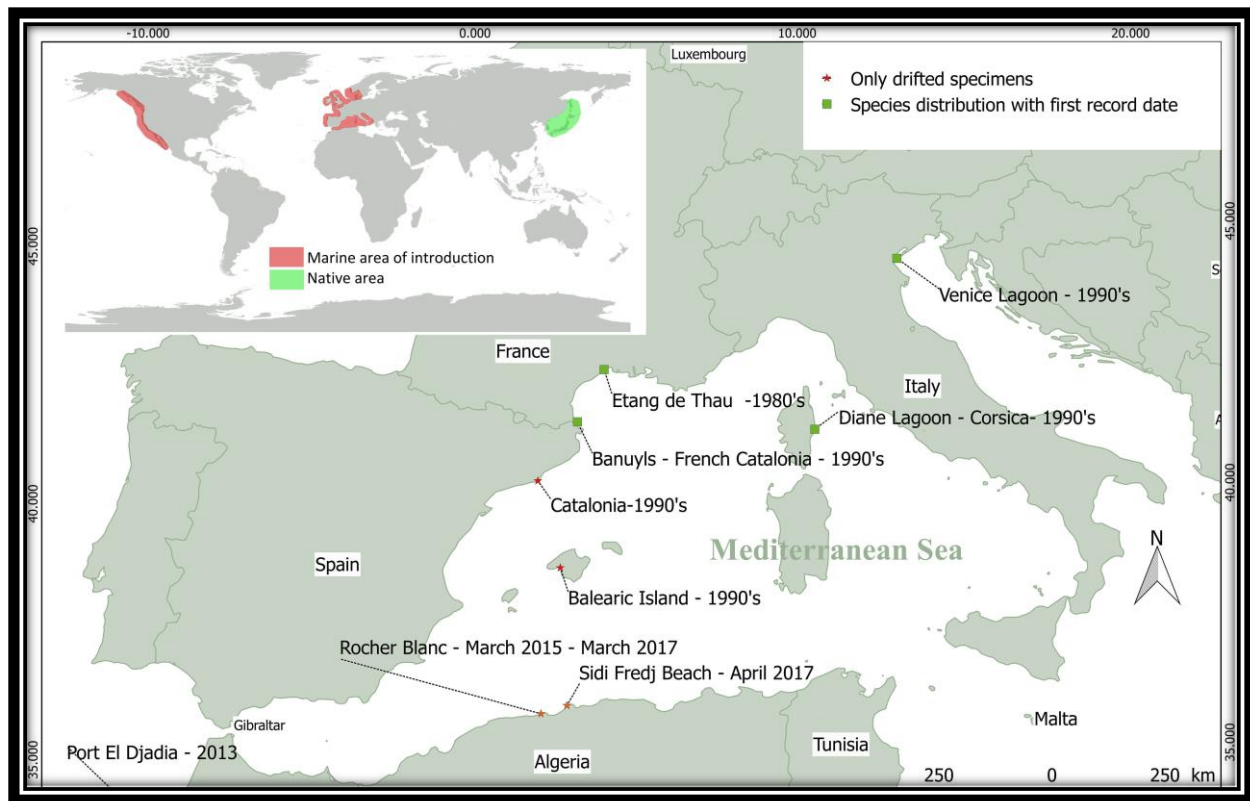


Figure4 :Distribution mondiale de *Sargassum muticum*, et les principaux signalements en mer Méditerranée et sur la côte atlantique de l'Afrique du Nord, avec l'année de la première observait.

1. Un modèle de reproduction monoïque, qui peut être la principale raison de l'introduction et du succès de l'établissement de cette espèce (**Critchley 1983 ; Norton 1992**).
2. Une grande capacité de dissémination et de colonisation par les jeunes germes ou les plantes adultes fertiles, qui peuvent être transportées par flottation sur de grandes distances (**Deysher et Norton ,1982 ; Norton et Deysher 1989 ; Norton, 1992, Josephson et Janson, 2011**).
3. La capacité de se reproduire à la fois par multiplication végétative et sexuellement (**Loraine, 1989**).
4. Un taux de fécondité élevé avec une production élevée de propagules (**Josefsson et Jansson, 2011**).
5. Succès élevé de peuplement sur divers substrats naturels et artificiels. Par exemple, il s'installe avec succès sur des coquilles mortes, du plastique, de l'acier, des blocs rocheux et des coques de bateaux dans l'étang de Thau, une zone caractérisée par des fonds sableux (**Belsher 1991; Knoepffler-Péguy et al. 1985**).
6. Un taux de croissance élevé. Les spécimens peuvent croître de 2 à 4 cm / jour

Chapitre II : Sargassum muticum

dans les eaux suédoises (Josefsson et Jansson 2011), d'au moins 4 cm / jour entre avril et juillet à Roche Harbour, Washington (Norton, 1977), et jusqu'à une moyenne de 6 cm / jour sur une semaine en mai (jusqu'à 10 cm / jour pour les plus grands thalles) dans la lagune méditerranéenne de l'étang de Thau (Belsher, 1991).

7. Tolérance écologique considérable aux variations de température, d'irradiance, de salinité (Hales et Fletcher 1989 ; Davison, 2009) et aux perturbations ; *S. muticum* est capable d'envahir puis de persister après une perturbation (Williams et Smith, 2007).

Cette étude rapporte la première occurrence d'individus flottants de *S. muticum* sur la côte algérienne, ce qui prouve sa possible propagation le long de la côte nord de l'Afrique. De plus, il fournit des informations morphologiques sur les spécimens collectés.

II.2.2. à l'échelle algérienne :

Sargassum muticum (Yendo) (Fensholt Phaeophyceae : Fucales) a été décrit pour la première fois du Japon par Yendo (1907) comme *Sargasse Kjellmanium F. muticum*. Il est originaire des côtes du Pacifique Nord-Ouest (Critchley 1983 ; Josefsson et Jansson 2011 ; Engel et al, 2015) où il a été décrit comme une composante mineure du Sargasses groupe (Critchley 1983 ; Critchley et al, 1986) et comme « discret » selon (Givernaud, 1984). Cependant, elle a également été considérée comme l'algue la plus envahissante au-delà de sa zone d'origine par (Norton, 1977) et la macro-algue envahissante la plus répandue par (Engel et al., 2015). *Sargassum muticum* a été accidentellement introduit par transfert volontaire de l'huître du Pacifique *Crassostera gigas* aux côtes du Pacifique nord-américain dans les années 40, puis aux côtes européennes dans les années 70. Il s'est ensuite propagé à d'autres parties des côtes européennes, à la mer Méditerranée et aux côtes atlantiques de l'Afrique du Nord. La capacité invasive de l'algue semble être principalement liée aux sept critères suivants :

Chapitre II : Sargassum muticum

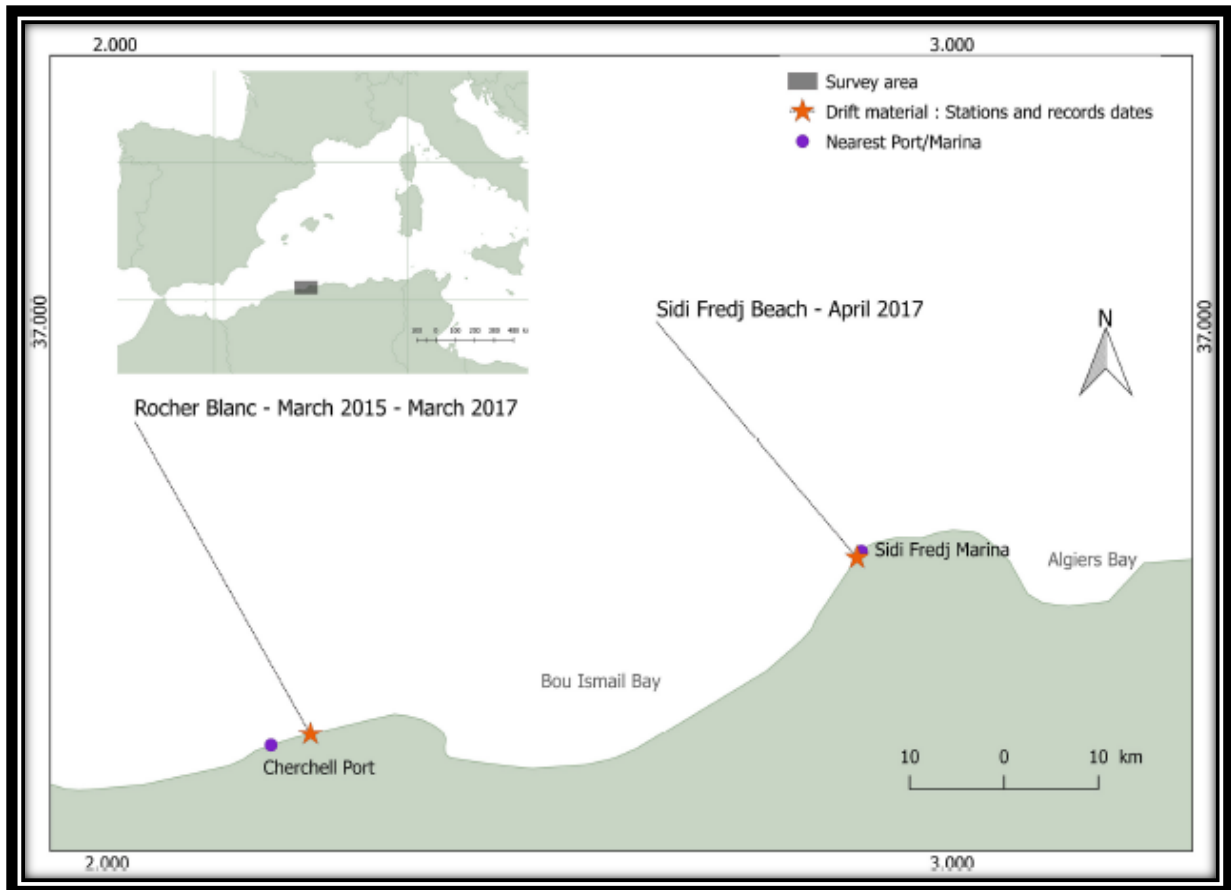


Figure 5 : Emplacements de *Sargassum muticum* spécimens d'algues dérivantes observés le long de la côte algérienne.

-Observations dans les eaux algériennes :

Deux spécimens dérivants de *Sargassum muticum* ont été observés en mars 2015 et mars 2017 à Rocher Blanc ($36,616943^{\circ} \text{N}$; $2,235121^{\circ} \text{O}$), une petite crique d'environ 600 m de long, à faible débit et aux eaux stagnantes, à environ 4 km du port de pêche de Cherchell. Une autre plante à la dérive a été collectée à Sidi Fredj ($36,756306^{\circ} \text{N}$; $2,844894^{\circ} \text{O}$), une plage de sable ouverte, à environ 1 km de la marina locale. Cette dernière algue a été enfouie dans le fond sableux à une profondeur de 30 cm mais n'a pas été fixée sur un substrat solide. Aucun des trois échantillons collectés ne portait de récipient. En mer Méditerranée, les populations établies et donc rattachées ne sont connues que de l'étang de Thau (France) et de la lagune de Venise (Italie) (Knoepffler-Péguy et al. 1985 ; Curriel et al. 1998 ; Engel et al. 2015). (Thibaut et coll, 2016) ont décrit l'espèce comme très abondante sur la côte languedocienne (France) alors qu'ils supposaient qu'elle aurait pu disparaître à certains endroits, comme Banyuls et la Corse (tous deux en France). Seuls des spécimens dérivants ont été observés en Catalogne et aux Baléares (tous deux en Espagne).



Figure 6 : Holdfast, stipe et branches primaires de *Sargassum muticum* algues dérivantes observées au Rocher Blanc.
Photographie de Myriam Benali.



Figure 7 :Formes et tailles des lames et des vésicules *Sargassum muticum* dérivent du Rocher Blanc, avec des structures inférieures en bas à gauche de la figure et des structures plus hautes de l'usine vers la droite et dans les parties supérieures de la figure. Photographie de Myriam Benali.

Chapitre II : Sargassum muticum

(Gomez-Garreta 2001; Engel et al.2015; Aussi et al.2018) .Le vecteur vers les eaux algériennes est actuellement inconnu mais peut être lié à la conchyliculture qui a récemment pris de l'importance, aux activités de navigation via encrassement, ainsi que via les germes qui auraient pu être transportés par les courants provenant d'endroits proches ou plus éloignés. Ce sont également parmi les vecteurs les plus importants d'algues identifiés par (Williams et Smith ,2007).

Ces premières observations, dans un an ou deux ans, dans deux zones différentes, distantes de 50km, confirment la présence et l'arrivée de l'espèce dans les eaux algériennes, mais pas son implantation. Néanmoins, il semble important d'indiquer que les premiers signalements dans certaines zones atlantiques, telles que les côtes belges, les Pays-Bas et la Norvège, n'étaient au départ que des observations de Sargasses qui sont finalement devenues d'importantes populations établies.(Critchley et coll , 1987) ont rapporté que les plantes jetées sur les côtes néerlandaises depuis 1977ont précédé la présence de plantes attachées. Selon Rueness (1989), les frondes dérivantes se trouvent généralement 2 à 3 ans avant la découverte de plantes attachées dans une zone. Sur les côtes belges, la première plante observée dérivait (Coppejans et al,1980). Il a fallu attendre 1999(Zeebrugge) et 2000 (Sluice Dock, Ostende) avant que sa présence autochtone puisse être confirmée (Kirchhoff et al, 2007). Un suivi pourrait être effectué pour détecter la présence de l'espèce le long de la côte algérienne.

II.3-Notion sur les composées de Sargassum muticum

II.3.1-Définition :

Sargassum muticum (Yendo) Fens Holt est une algue japonaise importée en France depuis plus de 15 ans par l'intermédiaire de naissain d'huître, Elle s'est depuis considérablement étendue sur toutes les côtes françaises et peut provoquer des gênes importants 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.

Chapitre II : Sargassum muticum

II.3.2- Caractéristiques 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 mêmes problèmes écologiques et économiques que Sargassum muticum. Introduite accidentellement en France. Sargassum muticum (Yendo) Fens Holt 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'infra littoral superficiel. La prolifération observée sur la côte est américaine et en Europe n'est pas constatée dans les zones d'origines.

II.3.3. Description

II.3.3.1- Systématique

L'algue se nomme Sargassum muticum (Yendo) Fens Holt car elle a été décrite par (**Yendo, 1907**) comme forme muticum de Sargassum kjelmannianum et par (**Fens Holt, 1947**) qui en a défini l'espèce.

Sa classification systématique est la suivante :

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

II.3.3.2. 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.

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 un pseudo nervure, des réceptacles cylindriques taillés en pointe et pédicellés, des aérocytes, vésicules pédicellées et sphériques situées en position latérale (**Critchley, 1983**).

En Europe, l'algue présente deux types de morphologie suivant la saison (**De Wkeede, 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.

Chapitre II : *Sargassum muticum*

II.4. Biologie

II.4.1. 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 basai (les premières germinations peuvent avoir lieu en septembre à l'étang de Thau). 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.

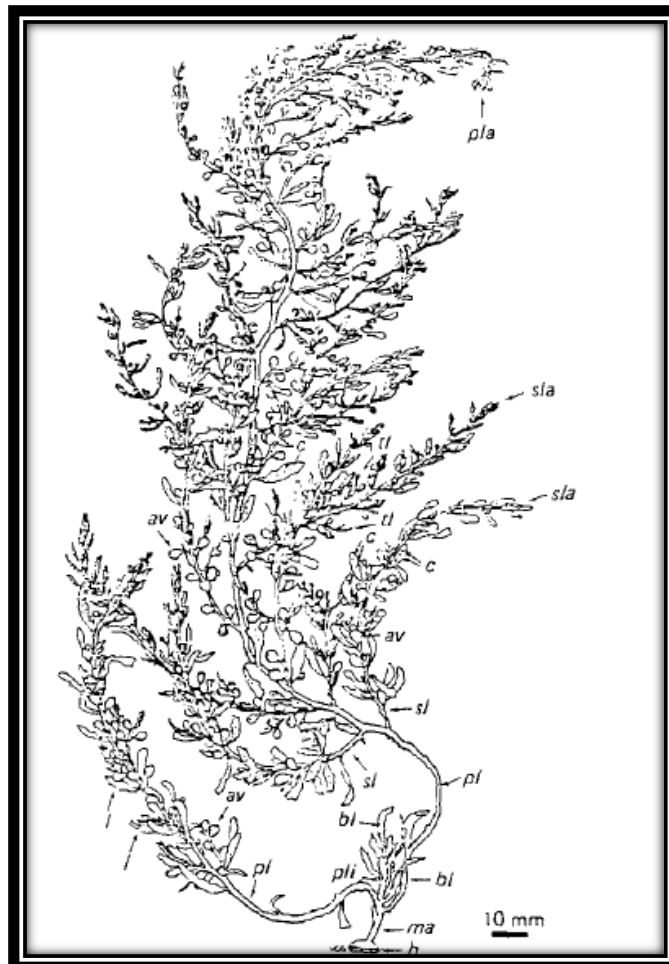


Figure 8 : Morphologie de *Sargassum muticum*.

The morphology of a first year *Sargassum muticum* plant, av, Air vesicle; bl, basal leaf; c, crypto stomata; h, holdfast; l, leaf; ma, main axis; pl, primary lateral; pla, primary lateral apex; pli, primary lateral inerial; sl, secondary lateral; sla, secondary lateral apex; d, tertiary lateral. Scale = 10 mm. sure I CR.TTOIO'.-S''' 1983.

Chapitre II : Sargassum muticum

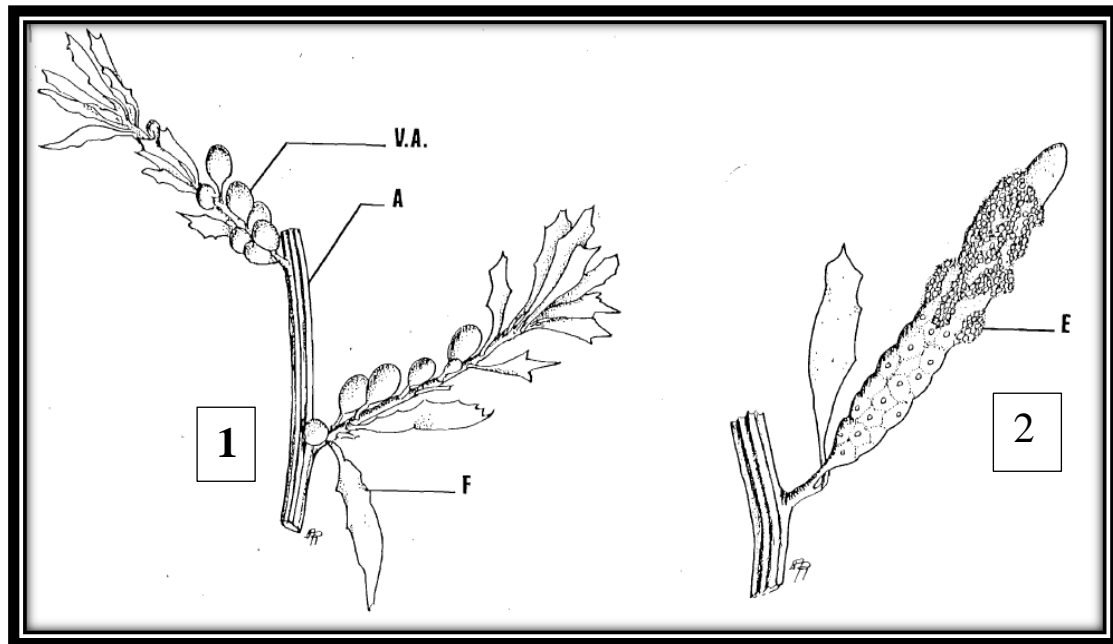


Figure 9 : 1-Eléments caractéristiques du thalle.

2-Partie reproductrice du thalle (réceptacle).

1- Eléments caractéristiques du thalle

V.A. : vésicules aérifères

A : axe principale généralement cannelé

F : expansion en forme défeuille

2- Partie reproductrice du thalle (réceptacle)

Partiellement gainée d'embryons (E)

Taille réelle 1 cm environ

LEROUX 1983 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.

II.5.La reproduction

La reproduction de *Sargassum muticum* suit un cycle mono génétique diploïde. Les gamètes sont élaborés en juin au sein des conceptacles mâles et femelles réunis dans des réceptacles hermaphrodites. 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 potentielle détermination.

Chapitre II : Sargassum muticum

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 basai 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.

II.6.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 *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**).

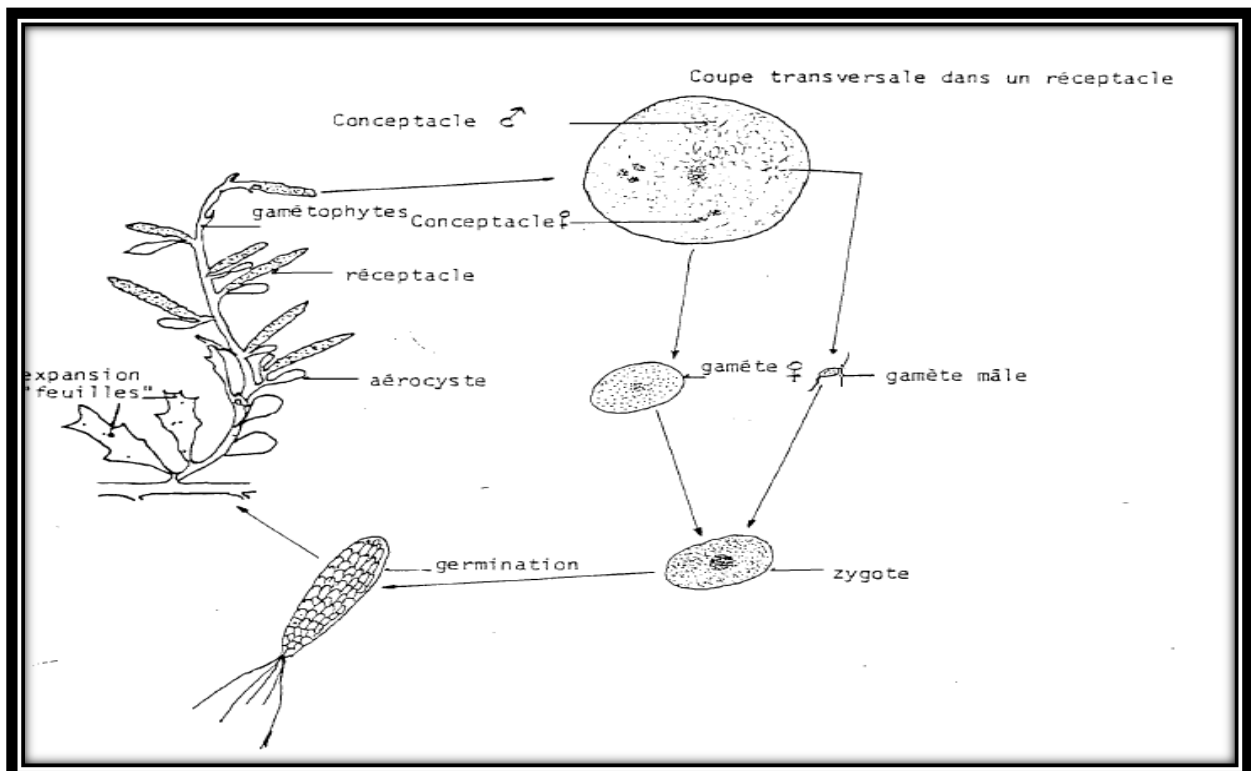


Figure 10 : Reproduction sexuée oogame et cycle schématisique de *Sargassum muticum*(cycle mono génétique diploïde) (**Givernaud, 1984**).

Chapitre II : Sargassum muticum

Tableau 1 (David, 1985) Résultats moyens, en pourcentage du poids sec des analyses CKN, de *Sisucicum* prélevée au Japon (Mangoku-Ura) en France (écang 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.

II.7- Composition pigmentaire et activité

Photosynthétique Une étude menée par (Le vasseur, 1988) a comparé la composition pigmentaire et l'activité photosynthétique de *Sargassum muticum*

Chapitre II : 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 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 photo destruction 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.

II.8- 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 : Métaux présentes dans les sargasses.

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					

Chapitre II : Sargassum muticum

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 léchages), 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**). Lia 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 dessalure 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.

II.9-Origine et conséquences de l'invasion.

II.9.1 - Origine de l'invasiun :

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 (production et dissémination) mais également grâce au commerce d'huîtres qui favorise les échanges entre les grands sites ostréicoles.

II.9.2 - Conséquences

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

II.9.2.1- 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.

Chapitre II : Sargassum muticum

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, ou pourrait arriver à une asphyxie de l'étang.

II.9.2. 2 - Problèmes mécaniques

De très nombreuses nuisances ont été signalées, en particulier au cours des enquêtes effectuées pour suivre la population. Les principaux 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 autour des pieds de bouchots disperse le naissain et facilite l'accès aux prédateurs, les filières d'huîtres colonisées augmentent de poids et leur relevage devient difficile, l'enroulement autour 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.

Chapitre II : Sargassum muticum

* 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 peuplements 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.

II.9.2.3- 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.

II.10. 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

Chapitre II : Sargassum muticum

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.

II.10.1 - 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 herses 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 sublittoral, 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 Hé A l'île de Ré, la situation étant devenue très inquiétante dans le fier d'Ara (colmatage de l'entrée du fier), des mesures d'urgence ont été prises. En 1989 différentes étapes se sont succédé 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 512^{ème} 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. 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 scoubidous (chaînes tournant sur elles-mêmes auxquelles se fixent les algues), déjà employés en Bretagne pour la récolte des algues. Mais cette opération sera 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 ostréiculteur relais a en Effel utilisé une faux puis une machine agricole servant à casser les mots Les 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

Chapitre II : Sargassum muticum

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.

II.10.2 - 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,) mais quelle 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.

II.10.3 - Lutte biologique

La recherche de prédateurs a été expérimentée à différents endroits. Ainsi, l'observation de nécroses sur Sargassum muticum, au niveau desquelles se trouvait un petit copépode 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 rit' 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 micromètres, 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,

Chapitre II : Sargassum muticum

à l'utilisation préférentielle de substrat plus simple que les alginates par les bactéries. D'autres aspects de la lutte pourraient tenir compte du très grand sens de fiabilité 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 dévaloriser cette énorme biomasse.

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 s 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.

Chapitre III : Domaine de valorisation de Sargassum muticum environnementale

III-Domaine de valorisation de Sargassum muticum environnementale

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

III.1-Filialisation 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 de 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.

III.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 NFU-14-051. 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 Ulvalactuca). Extraction et étude physico-chimique des alginates Sargassum muticum, comme toutes les algues brunes contient des alginates. Ils ont des rendements et des propre i étés moyennes, mais moindres que ceux de Laminariale dégitât, 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.

III.3 – 1Utilisation comme flocculant des eaux

Chargées en matière organique. Les parois cellulaires de Sargassum muticum renferment des alginates des fucoïdiens dont l'association forme une grosse molécule qui peut flocculer facilement. On a donc pensé à utiliser cette propriété

Chapitre III : Domaine de valorisation de Sargassum muticum environnementale

pour piéger la matière organique présente dans les eaux usées. L'n produit actif a effectivement été mis au point. Les algues lavées (pour enlever les sels et les polyphénols), séchées puis pulvérisées constituent un adjuvant de floculation efficace et peu coûteux. Les floculats, riches en protéines et en oligoéléments sont facilement biodégradables et pourraient devenir d'excellents engrais.

III.4- Evaluations pharmacologistes.

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 pharmacologique susceptible d'être exploité n'a été décelé. Seules les activités anti-œdémateuses et anti-agrégantes plaquettaires pourraient être utilisables en thalassothérapie, ainsi que les activités hypocholestérolémies, hypolipémiques, hypertensives ou diététiques.

III.5 - Evaluations para pharmacologiques.

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 pourrai t 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 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 floculant. Mais il reste le problème important du coût de la récolte qui est un frein à l'exploitation.

Conclusion

Neuf espèces de Sargasses sont actuellement acceptées en mer Méditerranée. Il s'agit probablement d'une sous-estimation, car ce genre, très diversifié dans la plupart des mers chaudes et tropicales, a été mal étudié en Méditerranée, en particulier dans l'est et le sud de la Méditerranée. Ici, nous avons signalé une espèce non décrite d'Algérie qui diffère des taxons actuellement acceptés. Jusqu'à ce que d'autres études puissent être entreprises, y compris des analyses moléculaires et une exploration approfondie des matériaux d'herbier contenant des taxons précoces et mal compris (souvent considérés comme des synonymes), il semblait prématuré de la décrire formellement comme une nouvelle espèce. Néanmoins, il nous a semblé important de ne pas tarder à attirer l'attention des chercheurs sur cette plante, potentiellement présente également dans d'autres zones méditerranéennes.

Liste des tableaux :

Tableau 1 Résultats moyens, en pourcentage du poids sec des analyses CKN, de *Sisucicum* prélevée au Japon (Mangoku-Ura) en France (écang de Thau).....23

Tableau 2 : Métaux présents dans les sargasses.....24

Liste des figures

- Figure1** : Organisation d'une algue et comparaison avec une plante terrestre....4
- Figure2** : l'espèce *Sargassum muticum*12
- Figure3** : Répartition mondiale *Sargassum muticum*13
- Figure4** : Distribution mondiale de *Sargassum muticum*, et les principaux signalements en mer Méditerranée et sur la côte atlantique de l'Afrique du Nord, avec l'année de la première observait.....14
- Figure5** : Emplacements de *Sargassum muticum* spécimens d'algues dérivantes observés le long de la côte algérienne.....16
- Figure 6** : Holdfast, stipe et branches primaires de *Sargassum muticum* algues dérivantes observées au Rocher Blanc.....17
- Figure 7** : Formes et tailles des lames et des vésicules *Sargassum muticum* dérive du Rocher Blanc, avec des structures inférieures en bas à gauche de la figure et des structures plus hautes de l'usine vers la droite et dans les parties supérieures de la figure.17
- Figure8** : Morphologie de *Sargassum muticum*.....20
- Figure 9** : 1-Eléments caractéristiques du thalle.
2-Partie reproductrice du thalle (réceptacle).....21
- Figure 10** : Reproduction sexuée oogame et cycle schématique de *Sargassum muticum* (cycle mono génétique diploïde) (Givernaud, 1984).....22

Annexe

Tableaux :Diverses classifications des algues brunes

Fritch (1945)	Russell and Fletcher (1975)	Bold and Wynne (1985)	Lee (2008)	Reviere et al. (2008)
Ectocarpales	Ectocarpales	Ectocarpales	Dictyotales	Discosporangiales
Tilopteridales	Desmarestiales	Chordariales	Sphacelariales	Ishigeales
Cutleriales	Cutleriales	Cutleriales	Cutleriales	Petrodermatales
Sporochnales	Laminariales	Tilopteridales	Desmarestiales	Dictyotales
Desmarestiales	Sphacelariales	Sphacelariales	Ectocarpales	Sphacelariales
Laminariales	Dictyotales	Dictyotales	Laminariales	Onslowiales
Sphacelariales	Fucales	Sporochnales	Fucales	Syringodermatales
Dictyotales		Desmarestiales		Ascoseirales
Fucales		Dictyosiphonales		Nemodermatales
		Scytosiphonales		Fucales
		Laminariales		Tilopteoidales
		Fucales		Laminariales
		Durvillaeales		Ectocarpales
		Ascoseirales		Scytothamniales
				Desmarestiales
				Sporochnales
				Ralfsiales

Référence bibliographique

- 1-Anonyme, 1984** -Sargassum muticum "Approche chimique et recherche de composés d'intérêts biologiques». Rapp, Lab. Chim. Org. , Lab.Mat.Med., VER Se. Pharm. Montpellier, 19 p.
- 2-Altamirano M ,2009**-Occurrence la plus au sud de l'algue envahissante Sargassum muticum(Phéophycées, Sargassaceae) sur les côtes européennes et atlantiques. Mires 1: 1–8.
- 3-Aouissi M, Sellam LN, Boudouresque CF, Blanfuné A, Derbal F, Frihi H, Perret-Boudouresque M, Rebzani-Zahaf C, Ver laque M, Thibaut T, 2018**-Aperçu de la diversité des espèces du genre Sargasses en mer Méditerranée avec un accent sur un taxon algérien jusque-là inaperçu. Sciences marines méditerranéennes 19: 48-57, <https://doi.org/10.12681/mms.14079>.
- 4-Arzel P., 1990**-De la cueillette à la culture évolution des techniques en Europe. In : les algues une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et la perspective. Annales du colloque-Brest 9-10, organisé par l'APRIA avec le concours de C. E. V. A, d'IFREMER et du M. N. H. N : 5-12.
- 5- Ballot A, Krienitz I, Kotut K, Wiegand C. et Pflugmacher S. 2005**-Cyanobacteria and cyanobacterial toxins in the alkaline crater lakes Sonachi and Simbi, Kenya. Rev.Harmful algae 4:139-150.
- 6-Barsanti L. ET Gualtieri P., 2005**-Algae: Anatomy, Biochemistry and Biotechnology. Ed. Taylor & Francis Group, 320p.
- 7-Belsher T, Boyen C., 1983** –Sargassum muticum (Yendo) Fensholt. Une Sargassum permit daughters. Biomasses Actualité, 12, 3, 13- 14.
- 8-Belsher T, 1991**- Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, sur le littoral François;synthèse des études 1983–1989. [Sargassum muticum (Yendo) Fensholt sur la côte française : aperçu des études 1983–1989].Rapport Ifremer-Del. 91, 25, 106 pages.
- 9-Boudarel N, 1948**. Les richesses de la mer : technologies biologie ET océanographique 6ème Ed.ecyclopédie biologie. Paris.
- 10-Boudouresque C.F, Belsher T, David P, Laurent M, Riouall R, ET Pellegrini M., 1985** -Données préliminaires sur les peuplements Sargassum muticum (Phaeophyceae) de l'Etang de Thau (France). Rapo. Comm. Int. Mer Médit., 29, 4, 57-60.

11-Bourelly P., 1966- Les algues d'eau douce - Boudarel N. 1948. Les richesses de la mer : technologie biologique ET océanographique 6ème Ed. encyclopédie biologie. Paris. Ce : initiation à la systématique, Tome I : les algues vertes Ed. Boubée et Cie ; 511p.

12-Bourelly P. et Couté A., 1986- Algues d'eau douce de l'île Maurice (diatomées exclues) Ed. Revu. Hydrobiol. Trop. 19 (2) 1986: 131-158.

13- Cabioch, J., Floche, J. Y., Le Toquin, A., Boudouresque, c. f., Ameinesz, a, verlaque, m, 1992. Guide des algues des mers d'Europe, p12-18. In : Delachaux et Niestlé (eds.), algues des mers d'Europe. Neuchâtel, Paris.

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

15-Coppejans E, Rappe G, Podoor N, Asperges M ,1980- Sargassum muticum (Yendo) Fensholt oorklants de Belgische kust Aangespoeld. [Sargassum muticum (Yendo) Usine dérivante de Fensholt sur la côte belge]. Dumortiera 16: 7-13.

16-Critchley AT ,1983- Sargassum muticum : une histoire taxonomique, y compris dans le monde distributions du Pacifique occidental. Journal de la Marine Biological Association of the United.

17-Critchley AT, Farnham WF, Morrell SL, 1986- Un compte rendu de la tentative de contrôle d'une algue marine Sargassum muticum, dans le sud de l'Angleterre. Conservation biologique.

18-Critchley AT, Nienhuis PH, Verschueren K ,1987- Présence et développement de populations de l'algue brune introduite Sargassum muticum dans le sud-ouest des Pays-Bas. Dans: Ragan MA, Bird CJ (Eds), Twelfth International Seaweed Symposium. Développements en hydrobiologie, vol. 41. Springer, Dordrecht, pp 245-255, <https://doi.org/10.1007/978-94-009>.

19-Curiel D, Bellemo G, Marzocchi M, Scattolin M, Parisi G ,1998- Distribution des algues introduites Macro algues japonaises *Ulva lactuca*, *Sargassum muticum* (Phéophytes) et *Antithamnion pectinatum* (Rhodophyta) dans la lagune de Venise. Hydrobiologie 385: 17.

20- Dabbadie L., 1992- Cultures intensives de micro algues sur lisier de porc : Performances, contraintes, utilisation des biomasses. Mémoire d'agronomie appliquée. Spécialité biologie animale. Université de Montpellier. Paris. 123p.

21-David P, 1985, Programme Sargasse - Année 1934 - Rapport d'Activité.

- 22- Dehbi-Zebboudj A., 1989-** Les algues dulçaquicoles des Vosges et les pluies acides. Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 233p.
- 23- De la Noüe J. et Proulx D., 1990-** Valorisation alimentaire des micro-algues pour d'humain et les animaux. In : les algues : une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives. Annales du colloque-Brest 9-10, organisé par l'APRIA avec le concours de C. E. V. A, de IFREMER et du M. N. H. N. Ed. APRIA, Paris, 169-184.
- 24- De Pauw N. et Salomoni C., 1990-** Production de micro-algues par traitement d'eaux usées et de déchets. In : les algues : une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives. Annales du colloque-Brest 9-10, organisé par l'APRIA avec le concours de C. E. V. A, de IFREMER et du M. N. H. N. Ed. APRIA, Paris, 27-28.
- 25- De Reviers B., 2003-** Biologie et physiologie des algues. Tome I. Ed. Belin Sup Sciences. 255p.
- 26- De wreed e r, 1978 -** Phenology of *Sargassum muticum* (Phéophytes) in the Strait of Georgia, British Columbia. Sepsis, 11*1 - 9.
- 27- Duran, JR, l'évêque C, 1980-** Flore et faune aquatique de l'Afrique sahélo-soudanienne volume 1.
- 28- Davison DM ,2009-** *Sargassum muticum* en Ecosse 2008 : un examen des informations, des problèmes et implications. Rapport commandé sur le patrimoine naturel écossais n ° 324 (ROAME n ° R07AC707), 189 pp.
- 29- Deysher L, Norton TA ,1982-** Dispersion et colonisation dans *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. Journal de biologie et d'écologie marine expérimentales 56: 179–195.
- 30- Druehl LD ,1973-** Transplantations marines. Science 179: 12 Engel en AH, Espirito.
- 31- Ernst A., Deicher M., Herman M. J. ET Wollenzien Ute I. A., 2005-** Nitrate and phosphate affect cultivability of cyanobacteria from environments with low nutrient levels. Applied and Environmental Microbiology 6 (71): 3379–3383.
- 32- Engelen AH, Serebryakova A, Ang P, Britton-Simmons K, Mineur F, Pedersen MF, Arenas F, Fernandez C, Steen H, Svenson R, Pavia H, Tooth G, Viard F, Santos R ,2015-** Invasion circularize par l'algue brune *Sargassum muticum*. Oceanography ET Biologie marine 53: 81-126.

- 33-Farnham W.F, Fletcher R.L, Et Irvine L.M, 1973** – Attached Sargassum muticum found in Britain. Nature Lond. 243,231-232.
- 34- Fensholt D.E, 1955** - An emendation of the genus *Cvstcohyllum* (Faceless). Am. J.Bot., 42, 305-322.
- 35-Garon-Lardiere S ,2004.**etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (bonnemaisoniales).Thèse de doctorat en chimie .université de bretagne occidentale école doctorale des sciences de la matière,de l'information et du vivant,226p.
- 36-Givernaud T ,1984-** Recherches sur l'algue brune *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt FrBasse-Normandie [Recherche sur les algues brunes *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt en Basse-Normandie].Dans: Elliott M, Decretory JP (Eds), Estuaries and casts: Spatial and temporal inter-comparisons. Symposium ECSA19. Olsen & Olsen, Fredensborg, pour l'ECSA- Association des sciences estuariennes et côtières, Caen, France, pp 129–132.
- 37-Gomez-Garreta A ,2001-** Flora phycologique iberica [Flore phycologique de laPéninsule], Volume 1 : Fucales. Universiades de Murcia, 192 pp.
- 38-Gayral P., 1975-** Les algues : Morphologie, Cytologie, Reproduction et Ecologie Ed. DOIN, 163p.
- 39-Gayral, 1975-** Les algues : morphologie, cytologies, reproduction ET écologie.
- 40- Gayral ,1975-**les algues. Doin.paris.
- 41-Gaujous D., 1995-**La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire, Ed Lavoisier, 220p.
- 42-Givernaud t. 1984-** Recherches sur l'algue brune *Sargassum muticum* (Yendo) Fens Holt en Basse-Normandie. Rapport de contratUniv. Caen/Lab. Algol. Fond.Appl./CNEXO 83/7330, 82 p.
- 43-Harada K. I., 2004-**Production of secondary metabolites by freshwater cyanobacteria. Bull. Chem. Pharm. 52 (8) : 889-899.
- 44-Hales JM, Fletcher RL ,1989-** Études sur les algues brunes récemment introduites *Sargasses muticum* (Yendo) Fensholt : IV. L'effet de la température, de l'irradiance et de la salinité sur croissance germinale. Marina de Botanique 32: 167-176, <https://doi.org/10.1515/botm.1989.32.2.167>.

45-Iltis, 1971 Iltis A., 1971-Algues nouvelles des mares du Kanem (Tchad). Rev. Algologie 2:171-177.

46-Iltis A., 1980- Les algues. Sér bio. Veg. 34 (2) : 9-61.

47-Isabelle Loraine, 1989, rapport sur L'algue japonica *Sargassum muticum* (Yendo) fensholt. Caractéristiques et répartition, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes.

48-IARE ,1992- Proposition en vue de la définition d'un schéma de développement de l'aquaculture sur les côtes de Corse. [Proposition d'un plan de développement de l'aquaculture sur la côte corse]. Rapport. IARE / Service E.

49-Josefsson M, Janson K ,2011-Fiche d'information sur les espèces exotiques envahissantes, *Sargassum muticum*. En ligne Base de données du réseau européen sur les espèces exotiques envahissantes. NOBANIS. (Consulté en juin 2015) tudes & Aides Economiques, Collectivité Territoriale de Corse, 106 pp.

50-Kerckhof F, Haelter J, Gollasch S ,2007- Espèces exotiques dans l'écosystème marin et saumâtre : la situation dans les eaux belges. Invasions aquatiques 3: 243–257.

51-Knoepffler-Peguy M, Belsher T, Boudouresque CF, Laurent M ,1985- *Sargassum muticum* commence à envahir la Méditerranée. Botanique aquatique 23: 291-295.

52-LAURET M., RIODALL 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).

53-LEE R.E., 1989. Phycologie. Cambridge, UK : Cambridge University Press. 645p.

54-Lorraine I ,1989- L'algue japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. Caractéristiques et répartition. [Les algues japonaises *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. Caractéristiques et répartition]. Rapport Archive Institutionnelle de l'Ifremer, 83 pp.

55-Myriam Benali 1,* , Ilham Djebri 1, Dallal Bellouis 1, Louiza-Nesrine Sellam 1,2 et Chafika Rebzani-Zahaf 1 1 Laboratoire d'Environnement Marin et d'Océanographie Biologique, Faculté des Sciences et Biologie, Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene (USTHB) BP 32El-Alia, Bâb Ezzouar, Alger, Algérie 2 Université Aix-Marseille, CNRS, Université de Toulon, IRD, Institut méditerranéen d'océanographie (MIO), UM 110, 13288 Marseille, France * Auteur correspondant.

56-Norton TA ,1977-La croissance et le développement de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Journal Experimental Marine Biologie and Ecologie* 26 : 41-53, Myriam Benali 1,*, Ilham Djebri 1, Dallal Bellouis 1, Louiza-Nesrine Sellam 1,2 et Chafik Rebzani-Zahaf 11 Laboratoire d'Environnement Marin et d'Océanographie Biologique, Faculté des Sciences et Biologie, Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene (USTHB) BP 32El-Alia, Bâb Ezzouar, Alger, Algérie 2 Université Aix-Marseille, CNRS, Université de Toulon, IRD, Institut méditerranéen d'océanographie (MIO), UM 110,13288 Marseille, France * Auteur correspondant.

57-Norton TA, Deysher LE ,1989- L'écologie reproductive de *Sargassum muticum* à différentes latitudes. Dans : Ryland JS, Tyler PA (Eds), *Reproduction, Genetics and Distributions of Marine Organismes* : 23rd Symposium européen sur la biologie marine, École des sciences biologiques, Université du Pays de Galles, Swansea, 5-9 septembre 1988. *International Symposium Séries*, pp 147–152.

58-Polte P, Buschbaum C ,2008- *Syngnathe indigène Entelurus aequoreus* promu par les introduits algue *Sargassum muticum* dans le nord de la mer des Wadden, mer du Nord. *Biologie aquatique* 33.62-Premila JC, Ravi raja NS Sridhar KR. 1996. antimicrobial activity of some marine algae of southwest coast of India .*Indian J. Mar. Sci.* 26 Suppl 2: 201-205.

59-Pagand P. ; 1999-Traitement des effluents piscicoles marins par lagunage a haut rendement algal. Thèse de doctorat, Université de Montpellier I, Hydrologie (Sciences de l'Eau et Aménagement). 263p.

60-Patrick R, Crum B et Coles J. ;1969- Temperature and manganese as determining factors in the presence of diatom or blue-green algal floras in streams. *Rev. Botany*: 472-478.

61-Roland, JC, Vian B, 1999. biologie végétale : organisation des plantes sans fleurs. 5eme Ed Dunod, paris.

62-Rueness J ,1989-*Sargassum muticum* et autres macro algues japonaises introduites : biologiques pollution des côtes européennes. *Bulletin sur la pollution marine* 20: 173-176.

63-Rull Lucha J, Gomez-Garreta A, Barcelo MC, Ribera MA ,1994- Mapas de distribución d'agas marina de la Péninsule Iberica e Islas Baléares. VII. *Cystoseira* C. Agardh (Grupo C. baccata) y *Sargasses* C. Agardh (*S. muticum* y *S. vulgaire*) [Cartographie de la répartition des algues marines dans la péninsule ibérique et les îles Baléares VII. *Cystoseira* C. Agardh (Groupe C. baccata) et

Sargasses C. Agardh (*S. muticum* et *S. vulgaire*]. *Botanica Complétées* 19: 131-138.

64-Sabour B, Rani A, El MA gouri H, Haroun R ,2013- *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Fucales, Phéophytes) au Maroc, une espèce marine envahissante nouvelle sur la côte atlantique du Afrique. *Invasions aquatiques* 1: 99-101.

65-Santo C, Simões T, Monteiro C, Serrão EA, Pearson GA, Santos Rop ,2008- Périodicité de l'expulsion et de l'installation de propagules chez les algues brunes indigènes et envahissantes concurrentes, *Cystoseira humilis* et *Sargassum muticum* (Phéophytes). *Journal européen de phycologie* 43: 275-282.

66-Scagel RF ,1956- Introduction d'une algue japonaise, *Sargassum muticum* dans le nord-est Pacifique. *Documents de recherche sur les poissons, ministère des Pêches de Washington* 1 : 1–10.

67-Sanchez A., 1992- Etude du phytoplancton des lacs d'inondation du BASORÉNOQUE en relations avec les facteurs du milieu. Thèse de doctorat de l'université PAUL Sabatier de Toulouse. Spécialité : écologie des systèmes aquatiques continentaux. 239p.

68-Thepentier C, Darmoun D et Gudin C ; 1990- Valorisation industrielle des micros algues. In : les algues : une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives. *Annales du colloque-Brest 9-10*, organisé par l'APRIA avec le concours de C. E. V. A, de IFREMER et du M. N. H. N. Ed. APRIA, Paris. : 87-96.

69-Thibaut T, Blanfuné A, Verlaque M, Boudouresque CF, Ruitton S ,2016- Le Sargasses énigme : très rare, menacé ou localement éteint dans le nord-ouest de la Méditerranée et manque toujours de protection. *Hydrobiologie* 781: 25–42, <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2580-y>.

70-Wernberg T, Thomsen MS, Shūr PA, Pedersen MF ,2001- Phénologie comparative de *Sargassum muticum* et *Hal dryssiliques* (Phaeophyceae : Fucales) à Limfjorden, Danemark. *Marina de Botanique* 44: 31–39.

71-Williams SL, Smith JE ,2007- Un examen global de la distribution, de la taxonomie et des impacts introduit des algues. *Revue annuelle de l'évolution et de la systématique de l'écologie* 38: 327–359.

72-Wonham MJ, Carlton JT ,2005- Tendances des invasions biologiques marines aux niveaux locaux et régional échelles : l'océan Pacifique Nord-Est comme système modèle. *Invasions biologiques* 7: 369–392.

73-Yendo K ,1907- Les Fucacées du Japon. Journal du Collège of Science,
Tokyo ImperialUniversité 21 : 1–174.