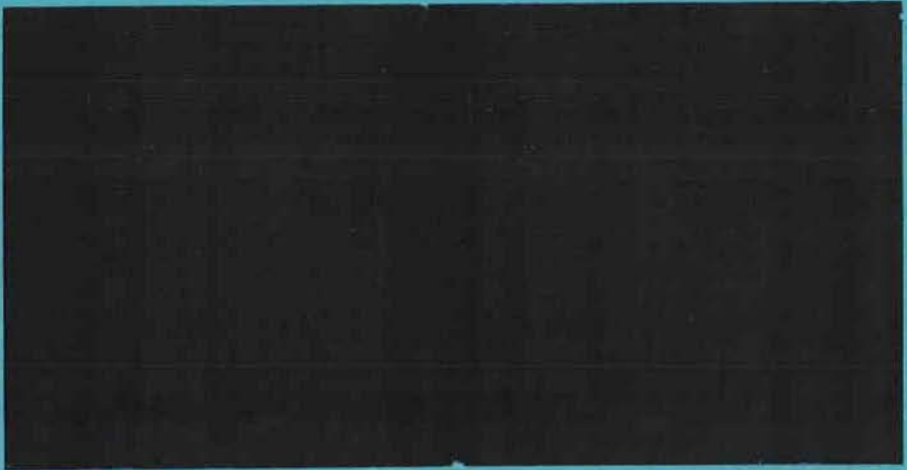


G330-BUR-B

15334



Publications du
CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS
(C N E X O)



Rapport préparé par le Centre National
pour l'Exploitation des Océans

39, avenue d'Iéna, 75016 Paris
Tél. 723-55-28

IFREMER Bibliothèque de BREST

OEL10555

CENTRE NATIONAL
POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS

C N E X O

39, avenue d'Iéna

75016 PARIS

BILAN DES ACTIVITES LIEES A LA RECOLTE ET A LA
TRANSFORMATION DES ALGUES ALIMENTAIRES DANS
LE MONDE

Annexes

Etude réalisée par le
Bureau d'Informations et de Prévisions Economiques

1976

S O M M A I R E

Annexe 1 : Les réserves mondiales par type d'algues	3
Annexe 2 : Description des différents types d'aquaculture et perspectives d'évolution	57
Annexe 3 : Offres de collaboration avec la France	72
Annexe 4 : Possibilités de développement de la récolte et de l'industrialisation des Macrocystis au Chili ou en Argentine	74
Bibliographie	76

LES RESERVES MONDIALES PAR TYPE D'ALGUES

ZONE DE PECHE 18 : Mer Arctique

Les conditions climatiques régnant dans cette partie du globe étant trop rigoureuses, il n'existe pas de population d'algues offrant un intérêt pour l'industrie ; seuls quelques Fucus poussent de façon épisodique et sont coupés par les glaces.

ZONE DE PECHE 21 : Nord-Ouest Atlantique

Cette zone se divise en 6 sous-zones :

- Groenland Ouest (Danemark)
- Labrador (Canada)
- Terre Neuve (Canada)
- Nouvelle Ecosse et Golfe du Saint-Laurent (Canada)
- Nouvelle Angleterre (Etats-Unis)
- Région de Chesapeake (Etats-Unis)

1°) Groenland Ouest

Il n'existe pas de statistiques sur les réserves.

Selon le Docteur Lund, plus de 150 espèces poussent dans ces eaux (48 vertes, 57 brunes, 45 rouges). Parmi celles-ci, on rencontre principalement des Laminaires (*L. solidungala*, *L. groenlandica*, *L. longigravris*, *L. nigrespes*), des Agarum (*A. gribrosum*), des *Fucus vesiculosus* et des *Ascophyllum nodosum* qui, au sud du 67°N, constituent une ressource exploitable économiquement.

2°) Labrador

Il n'existe pas d'estimation des réserves.

L'influx saisonnier d'eau fraîche provoqué par la fonte des glaces et des neiges, véhiculée par le courant du Labrador, provoque de fortes variations de température et de salinité des eaux, ce qui ne favorise pas des populations d'algues abondantes. On rencontre quelques spécimens de *Fucus* et d'*Ascophyllum*, mais en très faible densité.

Les côtes moins exposées à ce courant sont peuplées principalement de *Fucus* (*F. vesiculosus*, *F. distichus*). On rencontre aussi quelques algues rouges comme l'*Halosaccion ramentaceum* et *Rhodymenia palmata*.

3°) Terre Neuve

Il existe plus de 371 espèces d'algues dans les eaux de Terre Neuve et de Saint-Pierre et Miquelon : 157 rhodophycées, 127 phéophycées et 87 chlorophycées. Les *Ascophyllum* sont assez nombreux dans le sud de l'île, surtout dans la baie de Bonavista où poussent aussi des *Chondrus crispus* qui ont fait l'objet de récoltes durant la dernière guerre, mais qui ne sont plus exploités actuellement. On trouve aussi d'autres algues rouges comme les *Ptilota serrata*, abondantes sur les rivages après les tempêtes d'automne, et des *Rhodymenia*.

4°) Nouvelle Ecosse et Golfe du Saint-Laurent

Cette région, du fait de la richesse en aliments de ses eaux et de leur température, possède une flore sous-marine abondante constituée surtout d'algues brunes.

a) Algues brunes

L'ouest de la Nouvelle Ecosse se compose d'un archipel possédant plus de 525 km de côtes. Dans cette région, les réserves d'*Ascophyllum* atteignent 200 000 tonnes environ, poussant à des densités de 14 kg/m² ; les réserves de Laminaires sont estimées à 900 000 tonnes et poussent à des densités de 18,5 kg/m².

Dans le nord ouest, les réserves d'*Ascophyllum* atteignent 80 000 tonnes, poussant à des densités de 8 kg/m², mais cette zone est difficile d'accès du fait de la forte amplitude des marées.

Les Laminaires et les Agarum constituent des champs étendus sur la côte Atlantique de la Nouvelle Ecosse. Ces deux algues représentent 83 % des réserves totales de la côte Atlantique, et elles poussent à des densités de 16 kg/m² (soit environ 1,4 tonne par mètre de rivage).

La côte du Nouveau Brunswick, avec des amplitudes de marées de plus de 9 mètres, est surtout peuplée de *Fucus* et les réserves avoisinent 50 000 tonnes.

b) Algues rouges

On estime que les réserves des côtes canadiennes en algues rouges (*Chondrus crispus*, *Furcellaria*, *Gigartina stellata*) atteignent 200 000 tonnes environ.

Dans la Baie de Fundy, à l'ouest de la Nouvelle Ecosse, la densité moyenne du *Chondrus* est de 5 à 15 kg/m², mais cette espèce fait place actuellement au *Gigartina stellata* qui pousse à la même densité que le *Chondrus*.

Le *Chondrus* est aussi abondant dans le détroit du Northumberland : l'Est de ce détroit possède une des plus grandes réserves en *Chondrus* des provinces maritimes, et celles-ci sont estimées à 80 000 tonnes environ ; les champs atteignent parfois 100 m de large et sont situés à 200 ou 300 m du rivage. C'est dans l'île du Prince Edouard que les champs sont les plus abondants et faciles d'accès. Une grande part de la récolte se fait sur des algues flottantes arrachées du substrat rocheux durant les tempêtes d'août et de septembre.

Le *Rhodymenia palmata* est l'objet d'une faible récolte et les réserves atteignent 500 à 600 tonnes localisées principalement dans l'île du Grand Manan.

5°) Nouvelle Angleterre

La côte nord est des Etats-Unis est rocheuse et la flore qui y pousse est semblable à celle des côtes canadiennes.

L'Etat du Maine possède des réserves de Chondrus qui atteignent 20 000 tonnes, mais qui ne font plus l'objet de récolte. Le *Gigartina stellata* pousse également sur ces côtes à des densités pouvant atteindre 7 à 8 kg/m², selon l'emplacement des champs.

6°) Région de Chesapeake (de la Nouvelle Angleterre au Nouveau Jersey)

La côte Est des Etats-Unis est assez inhospitalière du fait de fonds sableux. Seule la région de Baruegat Bay dans le Nouveau Jersey abrite une population de *Gracilaria*, mais celle-ci reste modeste.

7°) Conclusion

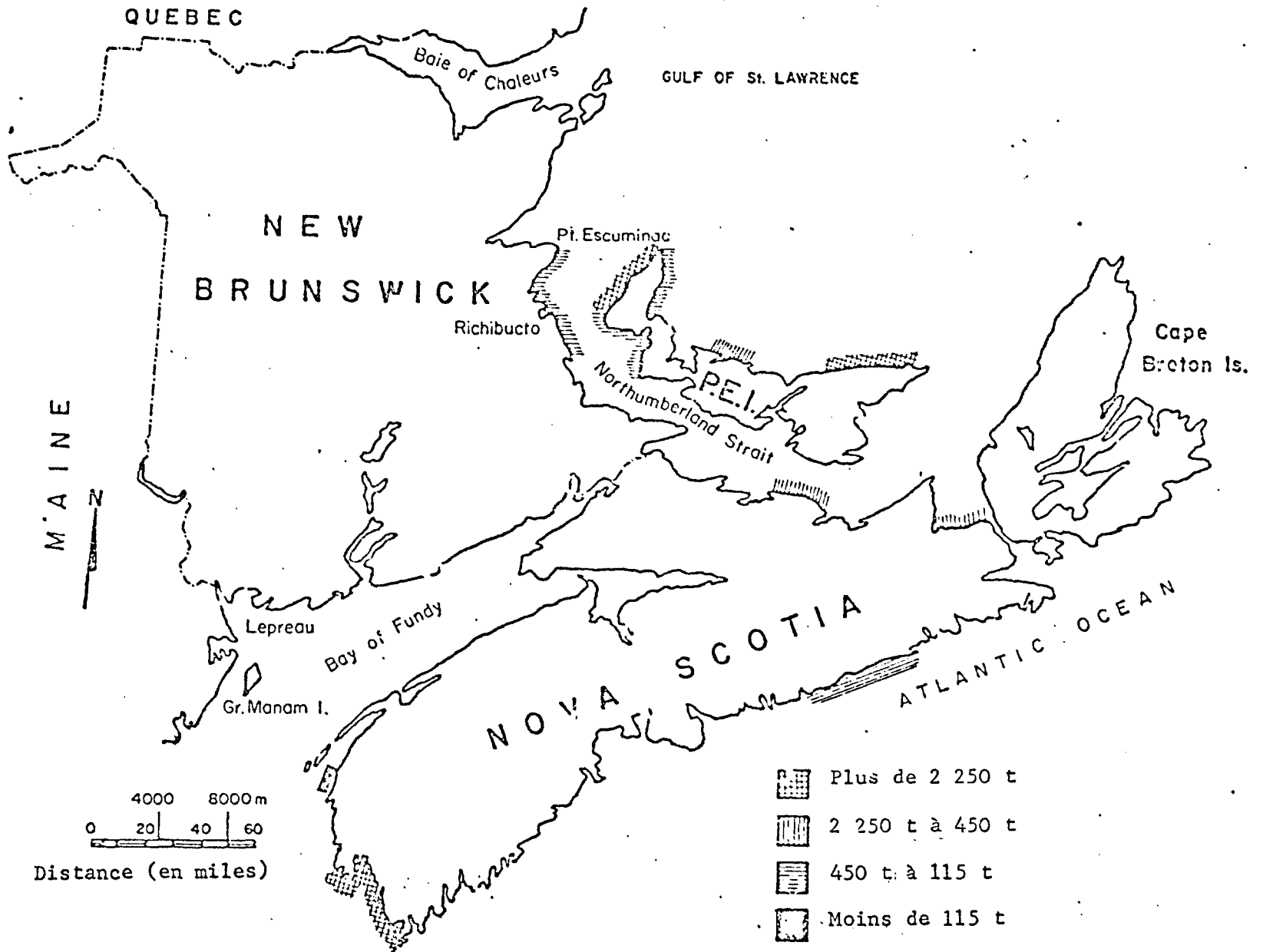
a) Algues brunes

Les réserves sont abondantes, dépassant 1 230 000 tonnes, et actuellement peu exploitées. La récolte annuelle pourrait atteindre 500 000 tonnes de poids frais, sans danger pour le renouvellement des espèces exploitables. Mais cette région est sous l'influence d'un climat rigoureux qui empêche une récolte tout le long de l'année, ce qui explique les faibles tonnages d'algues brunes récoltés annuellement.

b) Algues rouges

Actuellement, des réserves énormes (plus de 220 000 tonnes) sont exploitables économiquement et font l'objet de récoltes intensives. La récolte annuelle pourrait atteindre 100 000 tonnes fraîches par an, sans danger pour les réserves, si de nombreux champs n'étaient difficiles d'accès ou trop éloignés des zones actuelles de récolte.

Taille des principaux champs d'Irish moss



Source : The Irish moss industry - R.A. Frensh - Novembre 1970

ZONE DE PECHE 27 : Nord-Est Atlantique

1°) Islande

Ce pays possède des réserves immenses en algues brunes et rouges, mais il n'existe pas de chiffres précis sur ces réserves. Les réserves d'algues brunes (*Fucus*, *Ascophyllum*) pour l'unique région exploitée actuellement (Breidafjörður) sont estimées de 70 000 à 100 000 tonnes. La végétation de la côte Sud est dense, les blocs de lave offrant un substrat idéal pour le *Fucus* (*F. spiralis*, *F. vesiculosus*, *F. disticus*) et pour l'*Ascophyllum*.

Les espèces les plus abondantes ont été étudiées du point de vue de leur écologie et de leur composition chimique ; ainsi, la teneur en :

- protéines :
 - 22 à 26 % dans le *Scytosiphon* sec
 - 25 % dans le *Cystoclonium*, *Plocanium* et *Polysiphonia*
 - 30 à 37 % dans le *Cermium rubrum*, *Plumaria* et *Porphyra*
- acide alginique :
 - 20 % dans le *Desmarestia* et *Scytosiphon*
 - 35 % dans le *Laminaria digita*, *L. hyperborea*
 - 29 % dans le *Fucus*
 - 26 % dans l'*Ascophyllum*

Les densités observées s'établissent ainsi :

- 3 kg/m² pour le *Chordiara*
- 5 à 7 kg/m² pour le *Fucus*
- 7 à 8 kg/m² pour l'*Ascophyllum*

Pour les algues rouges, les densités sont plus faibles :

- 2 à 3 kg/m² pour le *Porphyra umbilicalis*
- 5 à 6 kg/m² pour le *Gigartina stellata*
- 3 à 6 kg/m² pour le *Rhodomenia*

2°) Norvège

La région du Spitzberg possède une végétation d'algues brunes luxuriante. On rencontre des *Alaria grandifolia* dont la longueur totale peut atteindre 4 mètres, mais les *Laminaria hyperborea* constituent environ 75 % du total des réserves. Les densités moyennes sont de 7 à 8 kg/m², mais celles-ci peuvent atteindre 30 kg/m² dans certaines régions. Les *Ascophyllum* sont abondants, poussant à des densités moyennes de 5 à 6 kg/m², avec des maxima de 26 kg/m².

On estime les réserves de Laminaires et d'*Ascophyllum* à plus de 2 millions de tonnes.

3°) Suède

La côte Ouest est riche en algues, mais dans la mer Baltique les densités décroissent en même temps que décroît la salinité de l'eau.

Giolen a étudié les densités de certaines espèces sur la côte Ouest (en kg/m²) :

- *Ascophyllum* : 3 - 15
- *Halidryo* : 10
- *Fucus serratus* : 4 - 8
- *Laminaria digita* : 8
- *Fucus vesiculosus* : 6 - 7
- *Fucus spiralis* : 2 - 3
- *Corallina* : 3
- *Chardaria* : 2 - 3
- *Ulva* : 2

Les algues ne sont pas récoltées en Suède, sauf par quelques riverains qui utilisent les *Fucus* et les *Ascophyllum* comme engrais.

4°) Finlande

Le *Fucus* est abondant, mais aucune algue ne fait l'objet de récolte.

5°) Allemagne fédérale

Environ 40 000 tonnes de Fucus en réserve sur la côte de la Baltique ; la récolte possible serait seulement de 3 000 tonnes de Fucus par an en considérant 3 ans pour la reproduction.

Sur la côte de la mer du Nord, les densités moyennes sont (en kg/m²) :

- Fucus senatus : 3,7
- Laminaria digita : 5,6
- Laminaria saccharina : 7,1

Il n'existe pas de récolte actuellement dans ce pays.

6°) Danemark

La principale algue récoltée est le *Furcellaria fastigiata*. On la trouve entre - 2 m et - 30 m, attachée aux pierres ou rochers.

Cette algue, récoltée abondamment depuis le début du siècle dans la région de Tangen, est actuellement rare : une exploitation intensive et sans respect des temps de reproduction a eu pour effet d'épuiser presque totalement les ressources.

Actuellement, la récolte s'effectue dans d'autres zones, mais elle est volontairement limitée à 10 000 - 12 000 tonnes par an, et elle s'effectue presque uniquement sur des algues détachées du substrat et recueillies à l'aide de filets.

Du fait du caractère variable des quantités d'épaves récoltables, il n'existe pas de données sur les réserves.

7°) Grande-Bretagne

L'Ecosse possède des réserves énormes d'algues brunes surtout composées de Laminaires et d'*Ascophyllum*.

Les réserves d'*Ascophyllum* sont estimées à 180 000 tonnes, avec une densité moyenne de 4 kg/m², dont 70 % dans les Outer Hebrides et 22 % dans les îles Orkney. Les plus grandes concentrations sont situées dans le Loch Mady et le Loch Eport.

A l'aide de photographies aériennes couvrant plus de 8 500 km de côtes (cf. carte suivante), on a estimé les réserves de Laminaires (*Laminaria hyperborea* essentiellement) à plus de 10 millions de tonnes, poussant entre 0 et - 18 m, avec une densité moyenne de 1,25 kg/m². Sur ce tonnage, on estime que 4 millions de tonnes sont situés de manière économiquement exploitable et, selon l'Institute of Seaweeds Research, la récolte pourrait atteindre 1 million de tonnes par an, sans endommager les réserves.

La variation de densité des Laminaires, avec la profondeur, s'établit comme suit :

- 6 kg/m² à moins d'1 m
- 3 kg/m² à moins de 5 m
- 1,2 kg/m² à moins de 10 m

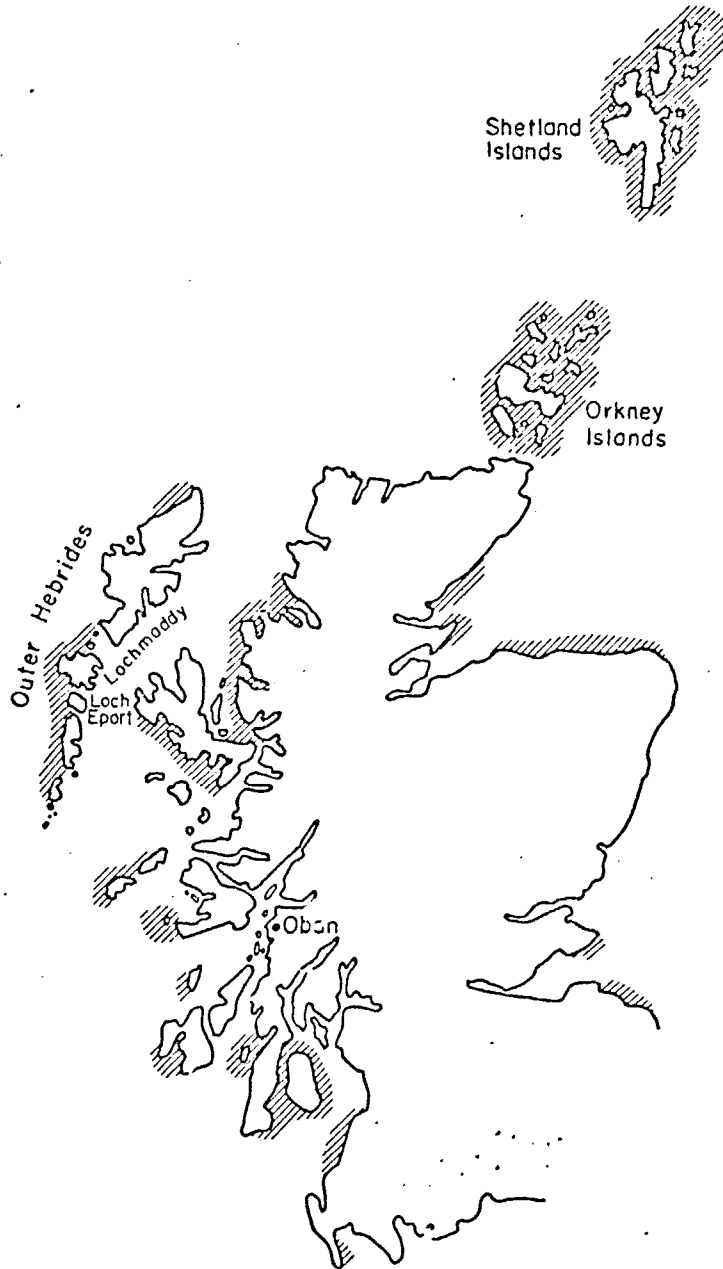
Le gigartina et le *Chondrus* sont disponibles en quantités récoltables sur certaines côtes d'Ecosse. Pour cette région, la récolte potentielle est de 360 tonnes exploitables annuellement.

8°) Irlande

a) Algues brunes

Les réserves principales en algues brunes se composent d'*Ascophyllum nodosum*, de *Fucus vesiculosus*, de *Fucus serratus* et de *Fucus spiralis*. L'ensemble des réserves pour ces différentes algues atteint environ 261 000 tonnes fraîches dont 65 % composés d'*Ascophyllum*. Plus de 56 % de ces tonnages se rencontrent sur la côte est de l'Irlande. On a enregistré la présence de *Laminaria hyperborea*, mais il n'existe pas de données sur ces types d'algues, bien que celles-ci fassent l'objet d'une récolte abondante.

Distribution des Laminaires en Ecosse



Source : Walker - An ecological investigation of *Laminaria cloustoni* around Scottia - 1955

b) Algues rouges

La côte ouest de l'Irlande décline en pente douce vers la mer, et les champs d'algues (surtout *Chondrus crispus*) s'étendent assez loin du rivage. De plus, les eaux sont riches en éléments nutritifs et les plantes ont des tailles plus importantes que dans les autres régions du globe, mais il n'existe pas de données sur les réserves. Néanmoins, les eaux sont inhospitalières et dangereuses pour la navigation, et l'Irish moss - c'est-à-dire le *Chondrus crispus* - n'est récolté que durant l'été.

9°) Francea) Algues brunes

Les réserves en algues brunes des côtes de la Normandie et de la Bretagne sont importantes. Une cartographie précise des réserves est presque achevée et elle démontre l'abondance des champs.

Le *Laminaria digita* trop exploité par les goémoniers décroît généralement, mais d'autres Laminaires peuvent faire l'objet de récolte, et les réserves sont intéressantes : les *L. hyperborea* et *L. ochroleuca*, pas encore exploités, représentent environ 200 000 à 250 000 tonnes de tissus frais, soit 50 000 tonnes récoltables chaque année dans le secteur compris entre l'île Grande et l'île de Sein.

Les *Ascophyllum nodosum*, les *Fucus serratus*, *F. spiralis*, *F. vesiculosus* et les *Laminaria saccharina* pourraient aussi faire l'objet de récoltes et les réserves pour ces espèces sont abondantes.

Après une récolte intense à l'aide d'outils mécanisés, les populations de phaeophycées ont besoin d'une période de 10 à 20 mois pour un repeuplement complet si elles se développent sur un substrat, et un délai de 23 à 25 mois si elles sont fixées sur des rocs dont la position peut être modifiée par le passage de ces outils, d'où un rapport réserves sur récolte annuelle potentielle assez faible.

b) Algues rouges

Les réserves de *Chondrus crispus* représentent environ 10 000 à 12 000 tonnes et les champs sont exploités à presque 100 % de leur capacité. Des reconnaissances sous-marines ont démontré qu'il n'existe guère de possibilités d'étendre l'aire géographique de récolte.

10°) Espagne

Les algues brunes sont pratiquement inexistantes sur la côte Atlantique, et seules les algues rouges présentent un intérêt. Nous ne possédons pas de données précises, mais on estime l'ensemble des champs de *Gelidium*, de *Gigartina stellata* et de *Chondrus crispus* à 60 000 tonnes de tissus frais.

11°) Portugal

La côte du Portugal, grâce à une bonne luminosité et à des eaux riches en éléments nutritifs, offre un terrain favorable à la croissance d'une flore sous-marine abondante.

Les données sur les réserves sont imprécises, mais les champs de *Gelidium sesquipedale* représentent environ 75 000 tonnes de tissus frais dont 60 000 tonnes sur le continent et 15 000 tonnes aux Açores. Les *Pterocladia capillacea*, le *Gelidium attenuatum*, *G. latifolium* et *G. pusillum* poussent également dans les eaux des Açores, mais en plus faibles quantités. La récolte annuelle potentielle pourrait être de 40 000 tonnes de *Gelidium sesquipedale* et de 7 500 tonnes pour le *Chondrus crispus* et *Gigartina stellata*.

Les Laminaires (*L. digita*, *L. hyperborea*, *L. saccorhiza*) représentent environ 100 000 tonnes de tissus frais dont le quart peut être récolté chaque année sans risque de dégradation des peuplements.

12°) Conclusion (1)a) Algues brunes

L'ensemble des réserves exploitables économiquement en algues brunes représente un tonnage énorme (6 millions de tonnes (2)), mais seulement le tiers de ce tonnage pourrait faire l'objet de récolte, compte tenu des temps de reproduction assez longs pour les espèces (3 à 4 ans en moyenne). La récolte potentielle annuelle serait de l'ordre de 2 millions de tonnes de tissus frais. Néanmoins, la récolte actuelle est modeste comparée à la récolte potentielle : de nombreux champs

-
- (1) Les chiffres indiqués pour cette zone comprennent les pays de l'Est ; ainsi, en URSS, la Baltique renferme 80 000 à 90 000 tonnes de *Furcellaria* et 70 000 à 80 000 tonnes de *Fucus* (réserves).
 - (2) Les réserves totales sont encore bien supérieures (supérieures à 13 millions de tonnes, mais les ressources de l'Irlande ne sont pas encore recensées).

sont difficiles d'accès et la demande ne justifie pas leur exploitation. En 1971-1973, seulement 12 % de la récolte potentielle d'algues brunes furent exploités.

b) Algues rouges

On estime que 150 000 tonnes fraîches d'algues rouges sont disponible chaque année pour l'ensemble de cette zone qui atteint déjà le maximum d'exploitation ; en France, la récolte potentielle est utilisée à 90 - 95 %.

ZONE DE PECHE 31 : Atlantique Centre-Ouest

Les ressources en algues sont faibles ou inexistantes, du fait du substrat qui est habituellement sableux et du fait de la température relativement chaude de l'Atlantique le long de la côte Est américaine.

1°) Etats-Unis (de la Pennsylvanie à la Floride)

Présence de Gracilaria le long des côtes américaines et surtout :

- en Caroline du Nord : cette algue qui a fait l'objet d'une récolte durant la dernière guerre (125 tonnes sèches, soit 625 tonnes fraîches en 1944) n'est plus exploitée actuellement
- sur la côte Atlantique de la Floride où les agarophytes sont plus abondants, notamment Gracilaria verrucosa qui fut aussi récolté durant la dernière guerre

Les Sargasses sont abondantes sur les rivages de Floride : les espèces les plus fréquentes sont Sargassum natans et S. fluitans.

En fait, les réserves de la côte Atlantique sont maigres, mais peuvent faire l'objet de récolte. Actuellement, le prix élevé de la main-d'oeuvre fait que ces ressources sont inexploitées.

2°) Golfe du Mexique

a) Etats-Unis

Les ressources d'algues exploitables commercialement sont nombreuses et sont situées de la Baie de Tampa jusqu'au Cap Sable.

L'exploitation de Gracilaria, d'Hypnea musciformis et d'Agardhiella tenera fut importante pendant la dernière guerre, mais a cessé depuis.

b) Mexique

Les Sargasses dominant et les réserves ne sont pas fixées, mais on estime que 90 000 tonnes de ce type d'algue peuvent être récoltées facilement chaque année.

c) Caraïbes

La flore des Caraïbes est dense et bien connue d'un point de vue taxonomique, mais les réserves et les récoltes ne sont pas recensées.

Il existe un certain tonnage d'algues récoltées principalement sous forme d'épaves utilisées traditionnellement comme engrais par les populations riveraines (les tonnages de ce fait échappent à toute statistique) : par exemple, les Hydroclathrus et les Sargasses sont utilisées comme engrais pour les cultures de patates douces et noix de coco.

On rencontre dans cette région de nombreuses algues consommées par la population : Ulva lactuca, Caulerpa racemosa, Grateloupia filicina, Hypnea.

d) Belize, côte Atlantique de l'Amérique Centrale, Panama

Pas de données statistiques.

3°) Colombie

Pas de données sur les réserves.

Beaucoup d'algues offrent un intérêt pour l'industrie de l'agar telles que les *Gracilaria cylindrica*, *G. mamminillaris* et *G. domingensis*.

4°) Venezuela

Les alginophytes sont représentées par les *Sargassum*, les algues rouges par le *Gelidium*, *Gelidiella*, *Pterocladia*, *Gracilaria* et *Hypnea*, cette dernière algue fournissant des carraghénates de bonne qualité. Ces algues ne sont pas exploitées actuellement, et il n'existe pas de données sur les réserves.

5°) Grandes Antilles

On rencontre dans ces régions des agarophytes, principalement des *Gracilaria debilis* poussant à des densités moyennes de 7 à 9,8 kg/m². Nous ne possédons pas de renseignements sur les réserves.

6°) Mer des Sargasses

Il est difficile d'estimer le poids total de ces algues. Selon certains auteurs, les réserves de Sargasses seraient de 4 à 11 millions de tonnes (Parr 1933) ; pour d'autres, elles se réduiraient à 1 million de tonnes (ce chiffre paraissant sous-estimé).

7°) Conclusion

Cette zone qui contient d'importantes réserves de *Gracilaria* et Sargasses est encore peu exploitée et les réserves totales non chiffrées.

a) Algues brunes

La mer des Sargasses constitue une réserve immense d'algues brunes exploitables par l'industrie des alginates, mais actuellement seules les Sargasses du long des côtes sont récoltées sous forme d'épaves. On estime que plus d'un million de tonnes de Sargasses pourrait être récolté chaque année (dans l'hypothèse de réserves estimées de 4 à 11 millions de tonnes, dans la mer des Sargasses uniquement).

b) Algues rouges

Cette zone de pêche possède des algues rouges intéressantes pour l'industrie, mais la récolte est nulle et les champs exploitables économiquement n'ont pas localisés précisément, ni quantifiés. On peut néanmoins estimer la récolte potentielle à 10 000 tonnes fraîches, constituées notamment de Gracilaria.

ZONE DE PECHE 34 : Atlantique Centre-Est

1°) Régions tropicales situées entre le 36°N et le 20°N

a) Maroc

Ce pays possède des réserves importantes en algues rouges. Le Gelidium sesquipedale domine de Casablanca à Tarfoya, dans le sud du pays. Le Gracilaria et le Gigartina apparaissent aussi mais en quantité plus réduite. Pas de recensement.

La région d'Ifni possède des Laminaires en densité économiquement exploitable ; on estime que la récolte pourrait atteindre 20 000 tonnes, sans danger pour le renouvellement des espèces. Cependant, l'éloignement de cette région en rend l'exploitation difficile.

b) Iles Canaries

Les espèces suivantes dominent (algues rouges) : le Gelidium cartilagineum, le G. arbuscula et le Cystoseira. Les réserves de Gelidium sont estimées à 500 tonnes, dont 100 tonnes récoltables chaque année.

2°) Autres régions tropicales

Ces régions sont très inhospitalières pour une végétation sous-marine. Les variations de salinité (passant parfois de 72 ‰ à 0 ‰ pendant la période des pluies), le substrat sableux et la présence de prédateurs (oursins, crustacés) font que peu d'algues poussent dans ces eaux. Le Sénégal est l'unique pays où une récolte d'algues est enregistrée.

- Sénégal

Les Hypnea dominent sur les côtes du Sénégal, au sud-est de Dakar ; ils poussent jusqu'à 8 m de fond, et dans la région de la pointe de Sangomar les champs s'étendent jusqu'à 12 km dans la mer. Ces algues, de janvier à avril, se déposent sur les plages et l'épaisseur de ces épaves peut atteindre 1 m.

D'autres algues peuvent faire l'objet de récolte destinée à l'industrie, comme les diverses espèces de Gracilaria (*G. camerunensis* et *G. henriquesina*).

3°) Conclusion

a) Algues brunes

Les algues brunes sont nombreuses le long de ces côtes et seule la région d'Ifni, au sud du Maroc, possède des peuplements intéressants de Laminaires, mais d'exploitation difficile. La récolte potentielle pourrait avoisiner 20 000 tonnes ; les réserves ne sont pas chiffrées.

b) Algues rouges

Les réserves du Maroc et du Sénégal sont étendues et exploitées actuellement sur une petite échelle. L'ensemble des espèces poussant dans ces eaux n'a pas été répertorié complètement, et on estime que 50 000 tonnes d'algues fraîches peuvent être prélevées chaque année.

ZONE DE PECHE 37 : Mer Méditerranée et mer Noire

Les ressources en algues de la Méditerranée sont faibles et il n'existe pas d'industrie de transformation localisée sur les côtes.

La faible amplitude des marées et les populations dominantes d'algues telles que les Posidonies et Cystoseira (algues rouges), sans intérêt commercial, expliquent cette absence de récolte et d'industrie.

1°) Espagne

Du Déroit de Gibraltar jusqu'à Malaga, on rencontre des Laminaires mais en faible quantité.

2°) France

Une espèce présente un intérêt commercial, mais n'est pas récoltée : c'est le *Rissoella verruculose* (rhodophycée).

3°) Italie

Le *Gracilaria verrucosa* est la seule algue rouge utilisée par l'industrie de l'agar dans ce pays. La récolte se fait surtout dans le lagon de Venise, aux eaux sales mais riches. Près de Ferrare, dans le sud du delta du Pô, les *gracilaria* ont trouvé un terrain favorable pour croître. L'afflux de nitrates et de phosphates provenant des engrais dissous par les pluies se dispersent dans la mer, provoquant des eaux riches en aliments. On rencontre des densités moyennes de 2 à 4 kg/m².

Dans le nord-est de la Sicile, on rencontre beaucoup de *Gracilaria dura*, mais l'*Hypnea* domine avec des densités moyennes de 1,5 kg/m².

Les *Fucus virsoides* se développent bien sur les côtes de l'Adriatique où les densités atteignent 2 à 3 kg/m². Cette algue se développe toute l'année, mais ne fait pas l'objet de récolte.

4°) Mer Noire (1)

La mer Noire offre une réserve énorme d'algues rouges : on estime que plus d'un million de tonnes de tissus frais, principalement des *Phyllophora nervosa* et *Cystoceira barbara*, peuvent être récoltées chaque année ; les réserves estimées actuellement pour l'ensemble de la mer Noire atteindraient 5 à 6 millions de tonnes.

5°) Conclusion

a) Algues brunes

Les eaux relativement chaudes de la Méditerranée ne favorisent pas les populations d'algues brunes importantes, bien que les réserves de l'Adriatique soient intéressantes. On estime à 50 000 tonnes de tissus frais la récolte potentielle chaque année.

b) Algues rouges

Certaines espèces se développent en Méditerranée, mais en quantité modeste. La mer Noire offre par contre une réserve immense en algues pouvant être utilisées par les diverses industries d'extraction et capables de fournir plus d'un million de tonnes de récolte annuelle.

ZONE DE PECHE 41 : Atlantique Sud-Ouest

1°) Brésil

Le Brésil possède 2 000 km de côtes où pousse une flore abondante. Parmi les 200 espèces recensées, 21 ont un intérêt commercial et appartiennent essentiellement aux algues rouges et vertes avec de grandes quantités d'algues calcaires (2).

-
- (1) Bien que ne faisant pas partie de l'étude (appartenant aux pays de l'Est), nous signalons cette zone importante pour les algues.
(2) Ces algues n'ont pas été retenues ici, car ne faisant pas partie de l'étude.

a) Algues brunes

Au Brésil, ces algues sont peu abondantes et de petite taille, à l'exception des Sargasses :

- Sargasses : peuplent les côtes Sud, Sud-Est et Est et peuvent atteindre 50 cm ; on en rencontre 12 espèces
- Dictyotaceae : plusieurs espèces mélangées sur le littoral Sud-Est et Nord ; sont de dimension moyenne et peuvent donner de l'agar
- Laminaria : algues des eaux froides, elles se trouvent donc un peu sur la côte Sud-Est, dans les courants froids, où elles peuvent atteindre 5 m de long

Sur la côte Nord-Est, une estimation (1) évalue la récolte potentielle à 280 000 tonnes d'algues mouillées. Pour les raisons que nous évoquerons au paragraphe b), nous n'avons retenu que 50 000 tonnes.

b) Algues rouges

- Algues rouges donnant de l'agar :

- . Gracilaria : on en rencontre 12 espèces qui, toutes, peuvent être exploitées, notamment *G. ornata*, *Graciliaropsis sjoestedtii*. Ces deux algues se trouvent sur toute la côte brésilienne, mais en abondance supérieure sur celle du Nord-Est où la côte est plate, de faible profondeur, bordée de récifs coraliens formant des lagunes propices à la croissance des *Gracilaria* ;
- . *Pterocladia capillacea*, sur la côte Sud-Sud-Est et Est ; meilleure source d'agar (haut rendement et grande qualité de l'agar), mais algue moins abondante et plus difficile à collecter que la *Gracilaria* car elle croît dans les eaux mouvementées ; sa densité est de 2,5 kg/m² en été dans la région de Sao Paulo, où elle atteint 15 cm de long. Sa reproduction est lente et la meilleure façon de l'exploiter serait de l'arracher à la main (2).

(1) Source : Jornal do Comercio - Rio de Janeiro - 16.9.1971

(2) Source : EC de Oliveira Filho, IP Sazima - "Estudio Sobre a biologia de algas agarofitas - I" - "Recolonização, brotamento e Fenologia em populações naturais de *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiaceae)".

Brésil

Récolte annuelle potentielle

en tonnes d'algues mouillées

Algues rouges donnant des alginates	
Sargasses	
Dictyota	50 000
Laminaria	
Algues rouges donnant de l'agar	
Gracilaria	
Agardhiella	100 000
Pterocladia capillacea	
Algues rouges donnant des carraghenates	
Hypnea musciformis	
Gelidium	
Algues rouges comestibles	
Porphyra	nd
	<hr/>
Total (non compris algues calcaires)	150 000

- Algues rouges donnant des carraghenates :

- . *Hypnea musciformis* : se rencontre aux mêmes endroits que *Gracilaria*, mais se détache facilement et peut constituer des épaves ;
- . *Gelidium* (identique).

Une estimation (1) des réserves d'algues sur la côte nord-est du Brésil (provinces de Ceara, Rio Grande do Norte, Paraiba, soit 900 km de côtes) a évalué à 840 000 tonnes d'algues mouillées la récolte annuelle potentielle d'algues rouges. Cette estimation nous paraît suspecte, et nous n'avons retenu qu'un chiffre de 100 000 tonnes pour l'ensemble du Brésil.

- Algues rouges comestibles :

On trouve des *Porphyra* sur la côte Sud-Sud-Est, au voisinage de Sao Paulo, où elles alimentent la colonie japonaise de la région et des exportations vers le Japon.

2°) Uruguay

L'Uruguay récolte des *Pterocladia* qu'il revend à l'Argentine.

3°) Argentine

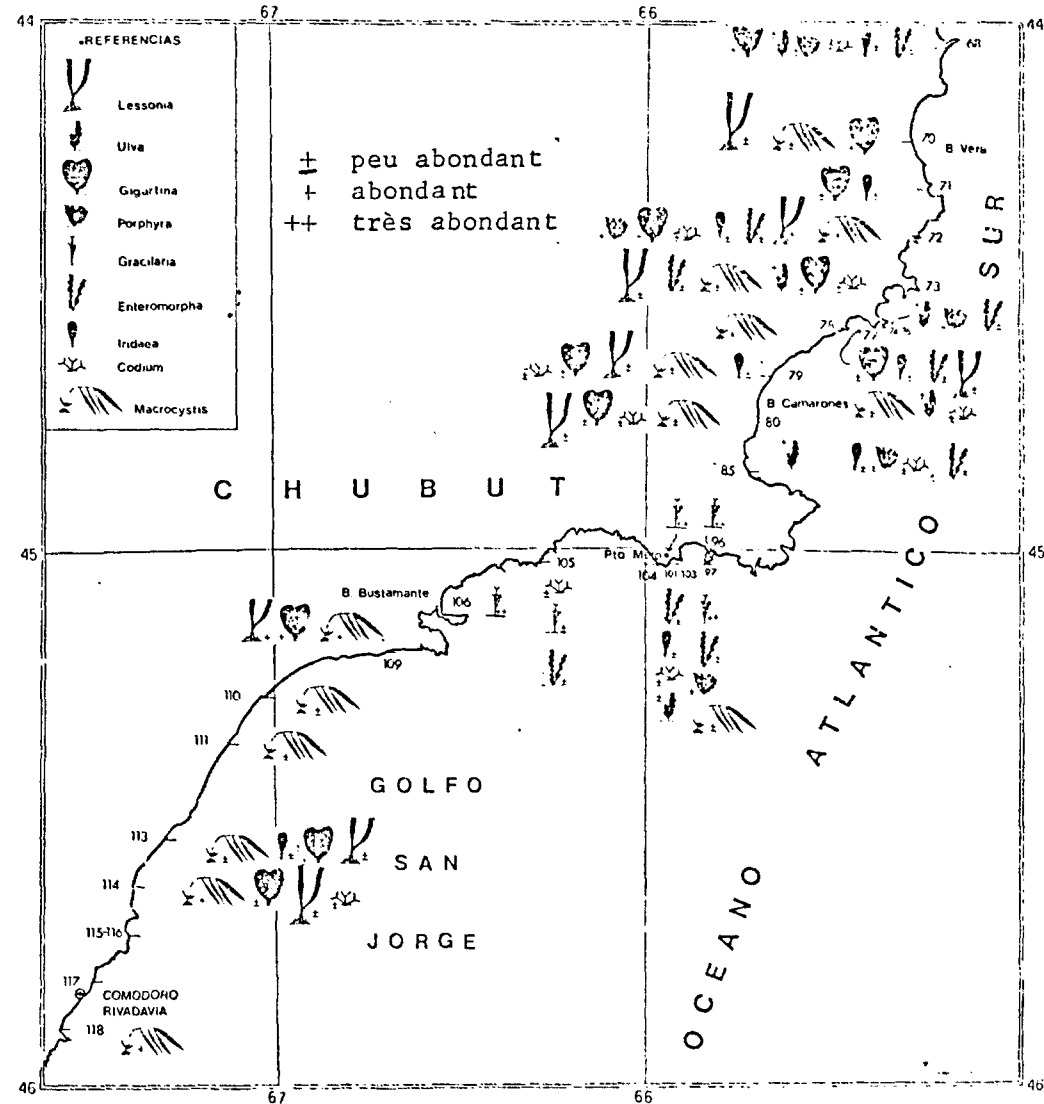
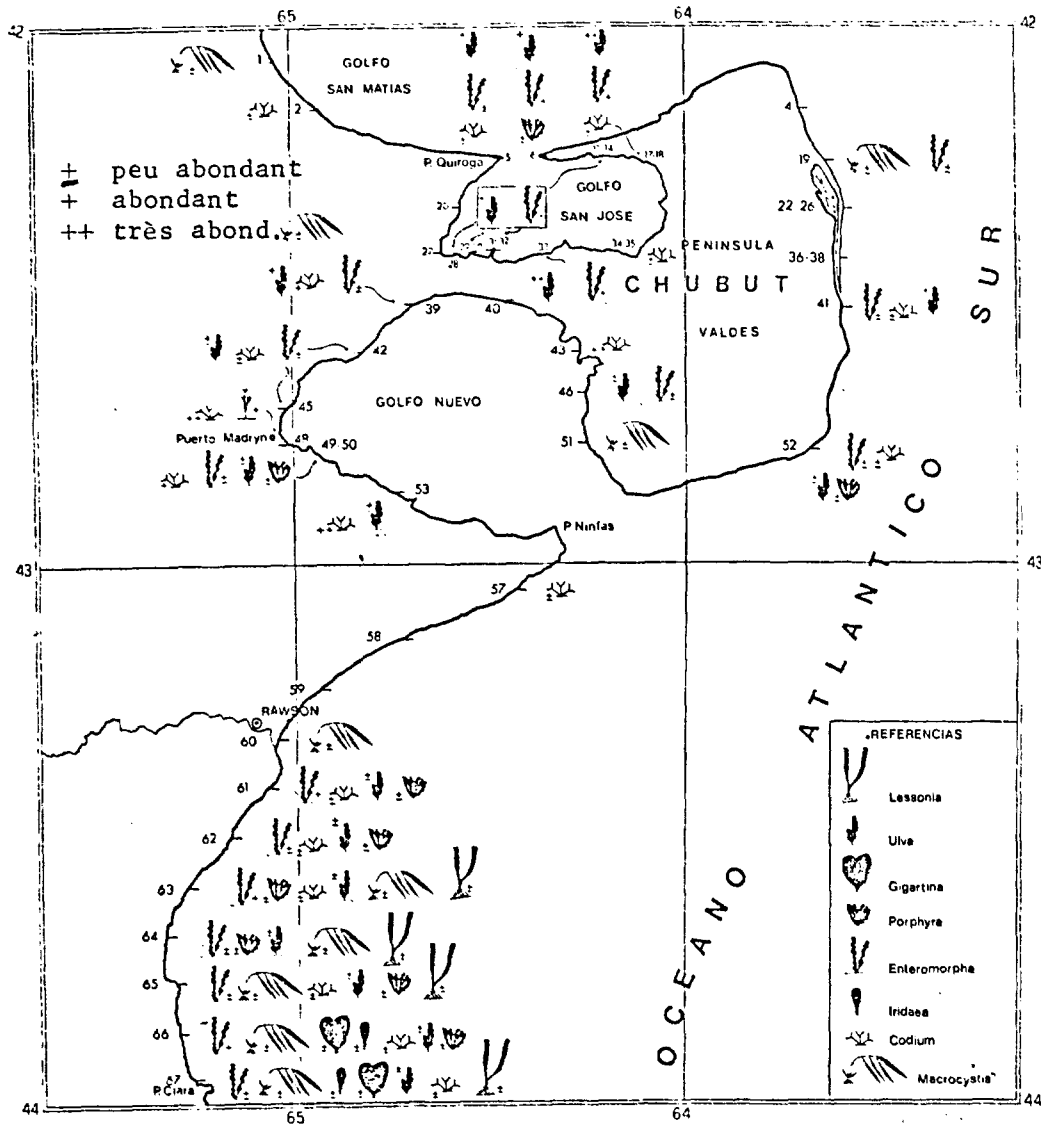
Aucune estimation des réserves n'a été faite en Argentine, pas plus d'ailleurs que des potentialités totales de récoltes.

Par contre, une étude des principales algues d'importance économique a été entreprise par le "Centro de Investigacion de Biologia Marina (Estacion de Puerto Deseado)" de l'INTI (Instituto Nacional de Tecnologia Industrial).

Les résultats sont les suivants (cf. cartes suivantes) :

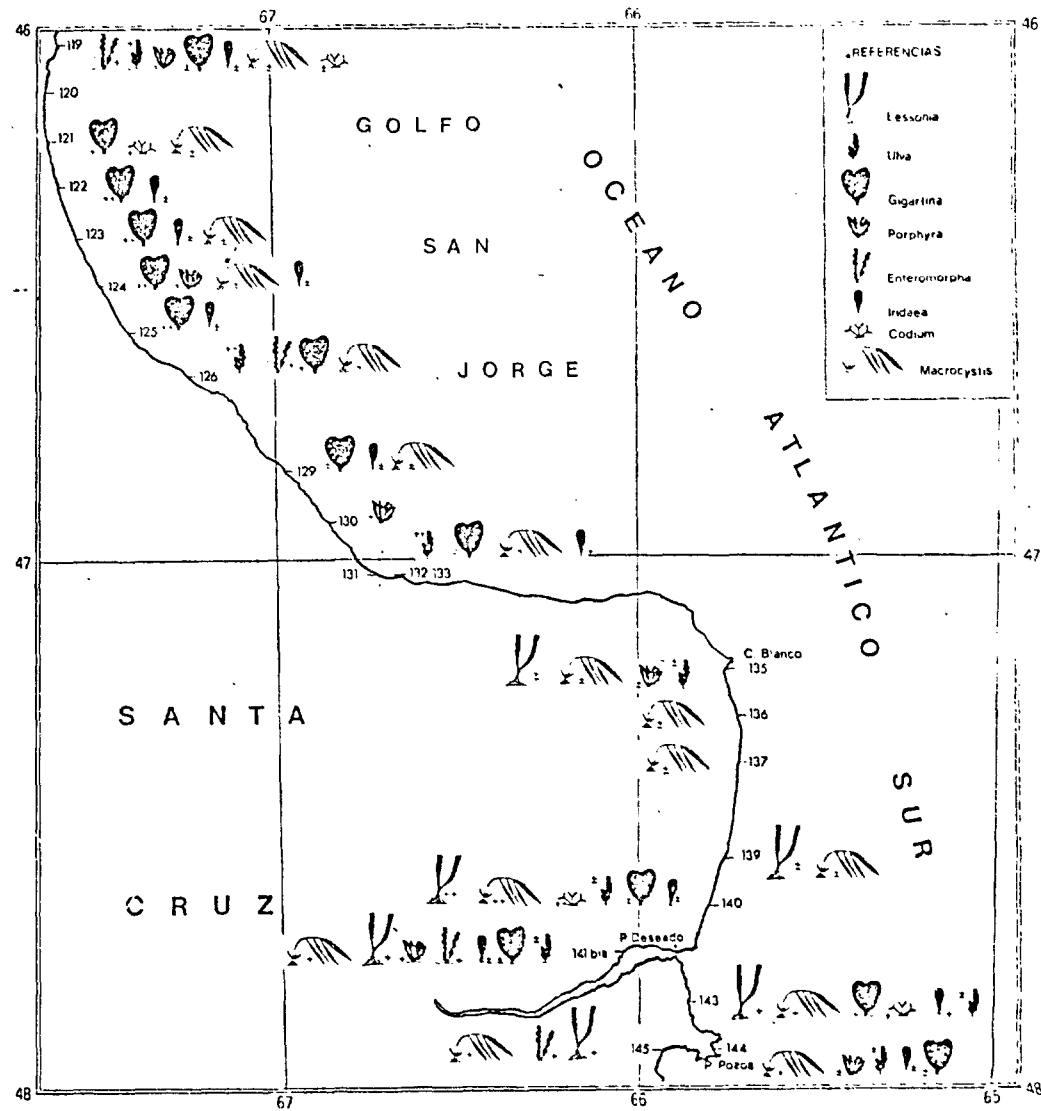
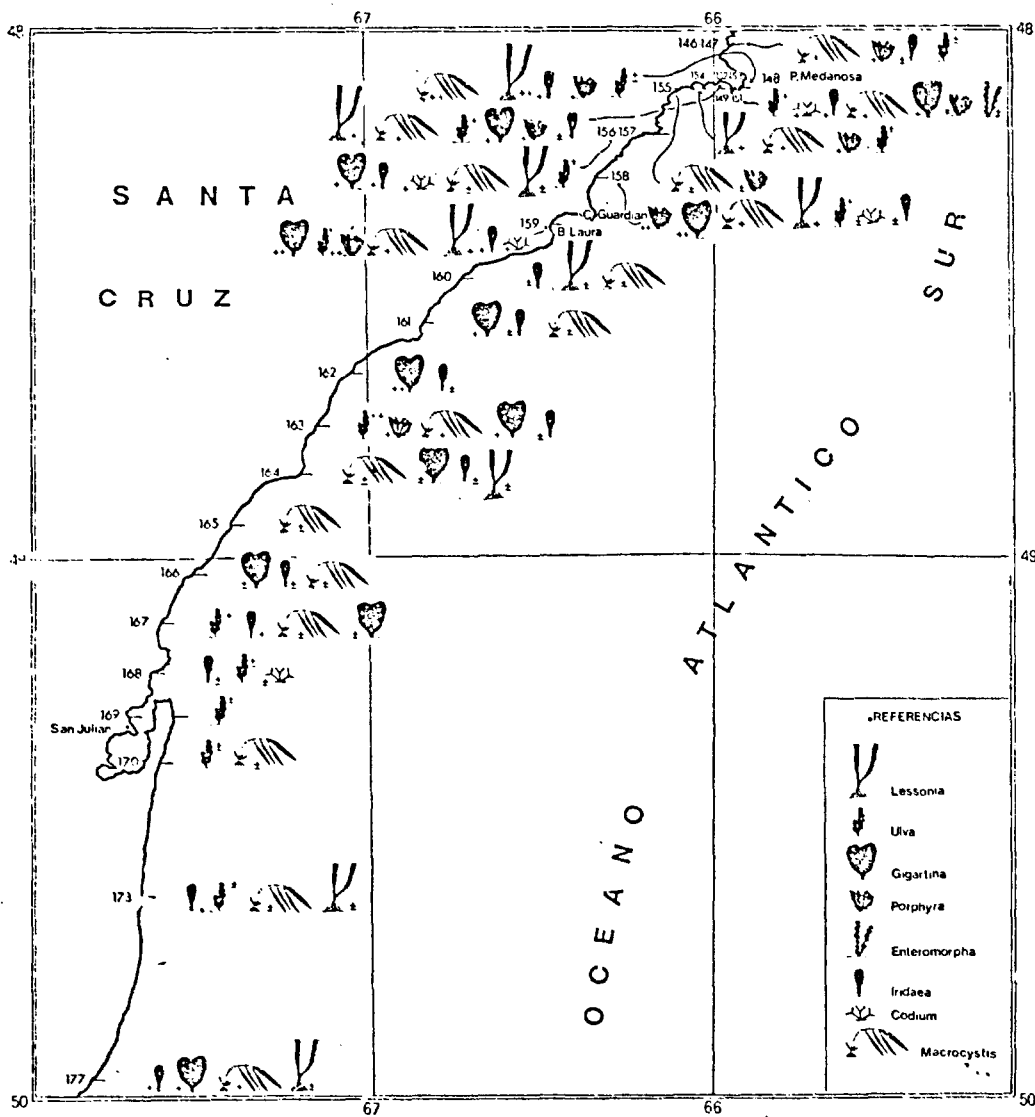
(1) Source : Jornal do Comercio - Rio de Janeiro - 16.9.1971

Distribution des algues marines en Argentine



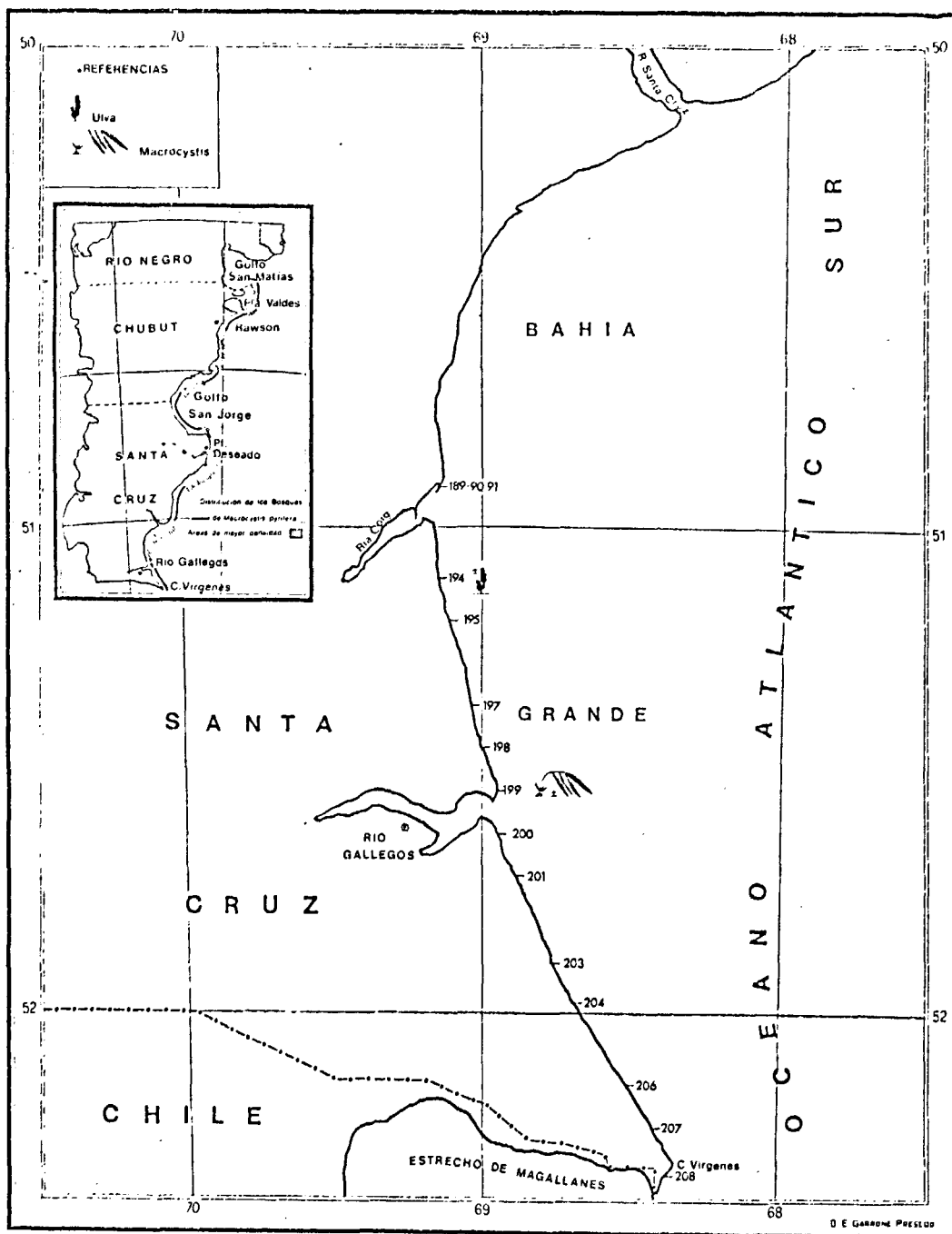
Source : "Informe preliminar sobre la distribución de algas de interés industrial en la costa patagónica" - Delia R. de Halperin, Aldo O. Asensi y Alicia L. Boraso - Centro de Investigación de Biología Marina, Estación Puerto Deseado, Estación Austral - Contribución Técnica n° 13.

NB : Sur ces cartes n'ont été prises en compte que les algues du mésolittoral et infralittoral supérieur, y compris celles qui échouent sur les plages.



+ peu abondant
 † abondant
 ++ très abondant

Source : Cf. carte précédente



- + peu abondant
- + abondant
- ++ très abondant

Source : Cf. carte page 25

a) Algues brunes

- *Macrocystis pyrifera* : sa présence s'étend depuis le Golfe San Matias (42° latitude Sud) jusqu'en Terre de Feu et aux îles Malvines, en formant des "bois sous-marins". La densité et l'étendue de ces bois dans l'infralittoral sont conditionnées par : le substrat, la pénétration de la lumière, les courants, la pollution des eaux, etc.

Leur densité et leur étendue n'ont été mesurées que de façon fragmentaire, si bien qu'il est impossible de chiffrer globalement les réserves. Dans certaines zones (Chubut notamment), leur densité peut atteindre 35 kg/m², soit supérieure à celle de Californie ; au Nord de l'embouchure du Deseado (Punta Foca, jusqu'à Punta Guzman), il existe un banc important de 20 km de long et 300 m de large, de 10 kg/m² de densité moyenne, pouvant fournir 80 000 tonnes par an d'algues fraîches, soit environ 8 000 tonnes sèches.

Il semble que l'on puisse atteindre une récolte de 20 000 à 25 000 tonnes sèches par an de *Macrocystis* et de *Lessonia* en Argentine (source : docteur Jensen, Nations Unies, 1964) auxquelles il faut ajouter les récoltes possibles au Chili (Détrioit de Magellan) et dans les îles Malvines.

Leur rendement en alginates serait de l'ordre de 24 %, peu variable au cours de l'année.

- *Lessonia* : accompagne *Macrocystis*, mais donne un alginate de viscosité inférieure.

Il semble que d'autres algues brunes (*Desmaresti*, *Durvillea*) existent au large des côtes argentines, mais dont d'importance industrielle inférieure.

b) Algues rouges

- Algues rouges exploitées pour l'agar contenu :

. *Gracilaria* : ne se rencontre que dans plusieurs localités de la côte du Chubut et abonde dans Golfe Nuevo, baie Camarones, Port Melo et Baie Bustamente, où les épaves constituent la matière première d'une industrie relativement importante : des quantités importantes sont arrachées par la mer et échouent sur les plages.

- Algues rouges exploitées pour les carraghenates :

. *Gigartina skottsbergii* : se rencontre du nord jusqu'au sud de l'Argentine, mais en population de faible importance. Les quantités les plus élevées se trouvent à Punta Clara (Chubut), Golfe San Jorge jusqu'à San Julian (Santa Cruz). Elle forme également des épaves de récolte difficile, du fait du manque de population et de l'absence de chemins carrossables.

Cette algue semble donner un carraghenate de valeur inférieure à celui obtenu à partir de *Chondrus*, en raison de l'absence de fraction ζ qui produit les meilleurs gels.

. *Iridaea* : se rencontre aux mêmes endroits que le *Gigartina* et surtout autour de Puerto Deseado ; les champs importants sont assez profonds. Cette algue peut donner un carraghenate de pouvoir gélifiant comparable à celui obtenu avec des *Chondrus crispus*.

Il semble que la récolte possible de ces deux algues soit de 300 tonnes sèches par an.

- Algues rouges comestibles :

Le *Porphyra* se rencontre le long de la toute côte de Patagonie, mais en nombre le plus élevé entre 43°30 et 45° de latitude Sud, ainsi qu'au sud du Golfe San Jorge et depuis l'embouchure du Deseado jusqu'au sud de la Baie Laura. Le développement maximum de certaines espèces correspond aux mois d'hiver et de printemps.

Argentine

Estimation de la récolte potentielle annuelle

en tonnes

	Algues sèches	Algues humides
<u>Algues brunes</u>		
donnant des alginates :		
Macrocystis	} 20 000 - 25 000	200 000 - 250 000
Lessonia		
Autres		
<u>Algues rouges</u>		
donnant de l'agar agar :		
Gracilaria	~ 5 000	30 000
donnant des carraghenates :		
Iridaea	} ~ 300	1 500
Gigartina		
comestibles :		
Porphyra	nd (mais > 20)	nd
<u>Algues vertes</u>		
Ulva	} nd (mais > 20)	nd
Enteromorpha		

c) Algues vertes (utilisées pour l'alimentation et les engrais)

- Ulva et Enteromorpha : on rencontre ces deux algues sur tout le littoral de la Patagonie, leur fréquence dépend fondamentalement de la présence de substrats rocheux ; elles se trouvent en concentrations les plus élevées dans le Golfe San José, Baie Camarones, Golfe San Jorge et embouchure du Deseado.

- Codium : est localisé surtout dans les régions suivantes : Golfe Nuevo (épaves) en quantités importantes, et plus au Sud depuis l'embouchure du Deseado jusqu'à la Baie Laura ; cette espèce est mélangée avec d'autres algues.

4°) Conclusion

a) Algues brunes

Le Macrocystis pousse en abondance dans les eaux froides de la Patagonie, du Détroit de Magellan, de la Terre de Feu argentine et des îles Malvines, et l'on estime les réserves à plusieurs millions de tonnes dont 1 million de tonnes exploitables chaque année. Mais l'éloignement de ces régions et les conditions climatiques gênent considérablement le développement d'une récolte.

b) Algues rouges

Le Brésil et l'Argentine exploitent leurs champs d'algues rouges, notamment pour les Gracilaria, Gigartina, Iridaea et Porphyra. La récolte, compte tenu des ressources recensées jusqu'à présent, pourrait être de 130 000 tonnes par an.

ZONE DE PECHE 47 : Atlantique Sud-Est

1°) Angola

Le *Gelidium cartilaginum* et l'*Hypnea benguelensis* constituent les algues les plus abondantes en Angola, mais les réserves sont faibles.

2°) Union Sud Africaine

Trois rhodophycées importantes poussent sur les côtes de l'Afrique du Sud (*Gracilaria verrucosa*, *Gelidium pristoïdes* et *Hypnea*). D'autres algues rouges se rencontrent, bien qu'en quantités moins élevées : *Iridophycus capensis*, *Gelidium cartilagineum*, *Gelidium amansii*, *Porphyra* et *Gigartina*.

Ce pays possède des réserves d'algues brunes relativement importantes. On estime à 100 000 tonnes fraîches la récolte potentielle annuelle pour les Laminaires et *Echlonia*.

3°) Conclusion

a) Algues brunes

Seule l'Union Sud Africaine possède des ressources en algues brunes ; les *Echlonia maxima* et *Laminaria palmida* peuvent être récoltées au rythme de 100 000 tonnes par an, bien que ce chiffre soit théorique car ces algues sont situées dans des zones difficiles d'accès, où la récolte mécanisée est impossible.

b) Algues rouges

L'Union Sud Africaine qui développe actuellement sa récolte de manière intensive possède des réserves appréciables, et la récolte potentielle serait de 100 000 tonnes par an si tous les champs étaient exploités, ce qui n'est pas le cas actuellement.

ZONE DE PECHE 51 : Océan Indien Ouest

1°) Madagascar

La côte Sud-Est est riche en Gelidium. Pas de données sur les réserves.

2°) Tanzanie

La ressource la plus abondante d'algues rouges est l'*Eucheuma striatum* où certains spécimens peuvent peser 1 kg. De plus, de nombreuses réserves d'*Hypnea* ne sont pas encore utilisées.

Pour les algues brunes, les Sargasses et les *Turbinaria* sont les espèces dominantes.

3°) Oman

Une étude a estimé les réserves à 2 500 tonnes d'*Hypnea* et 28 000 tonnes de Sargasses.

4°) Pakistan

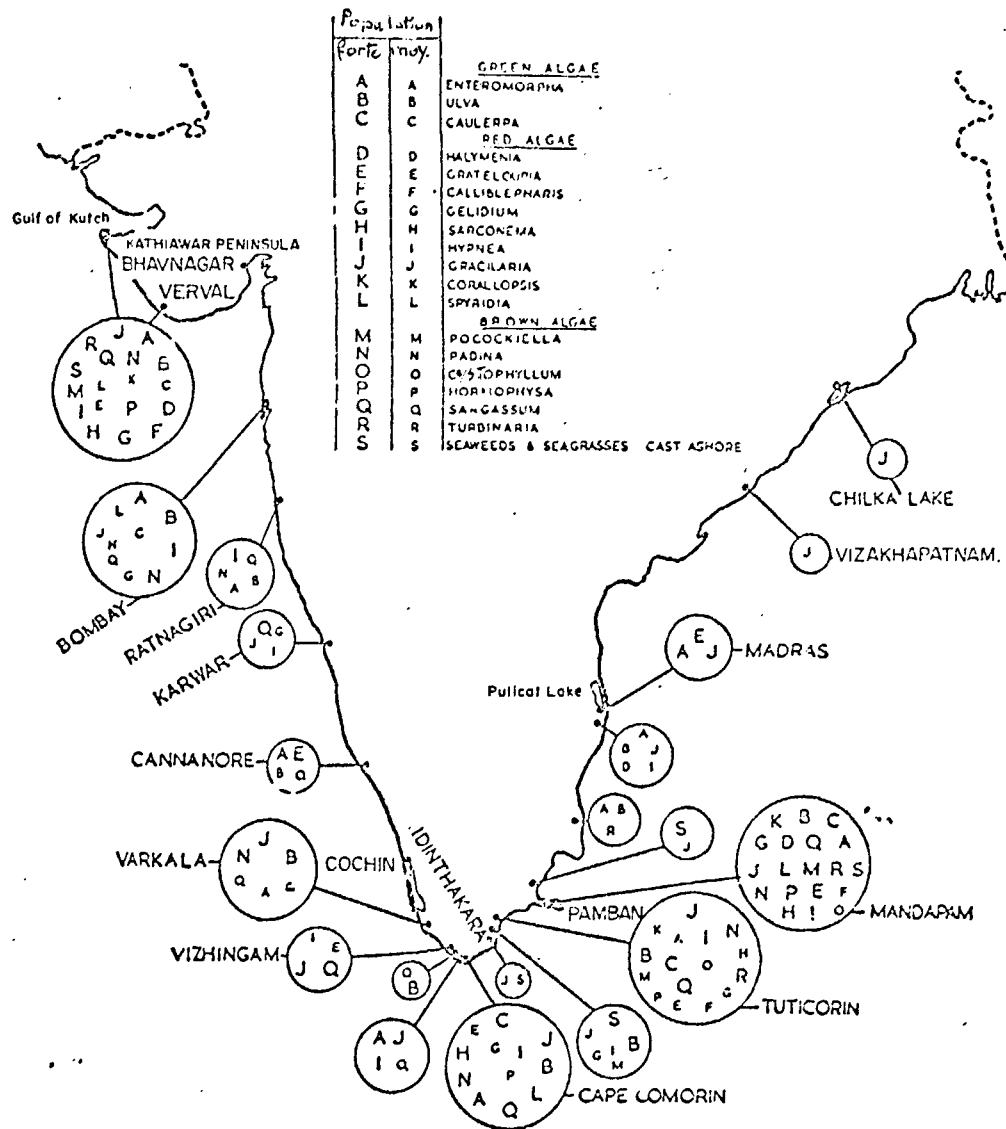
Les réserves les plus intéressantes sur les 900 km de côtes du Pakistan se composent principalement de *Gelidium pusillum*. Le long des côtes sableuses, les Sargasses et les *Hypnea* dominent et l'on enregistre pour cette dernière espèce des densités de 11 kg/m².

5°) Inde (cf. carte suivante)

a) Algues brunes

La densité de Sargasses au nord-ouest de l'Inde est de l'ordre de 4 kg/m², et on estime à 100 tonnes par an le tonnage d'épaves récoltées sur la côte du Kathiawar. Le Golfe de Kutch possède des réserves importantes en algues brunes (entre 30 000 et 100 000 tonnes selon les auteurs).

Ressources en algues de l'Inde



Source : Thivy - Economic Seaweeds - 1958

Ailleurs, le long de la côte Ouest, on rencontre des densités faibles, de l'ordre de 2 kg/m² pour les Sargasses.

b) Algues rouges

Les Gracilaria et Gelidium, sur la côte Ouest, se rencontrent à des densités de l'ordre de 1 à 2 kg/m², et une estimation donne comme récolte possible annuellement 400 tonnes pour le Gracilaria et 20 tonnes pour le Gelidium.

Une récente étude a montré que les temps de reproduction étaient très courts, moins d'une année pour les algues brunes et 6 mois pour les algues rouges.

6°) Sri Lanka

Des quantités appréciables de Gracilaria se rencontrent dans la région de Kalpitiya et Mannar (sur la côte Ouest) et à Trincomalee (sur la côte Est). On estime que 130 tonnes de Gracilaria (Ceylon moss) peuvent être récoltées chaque année.

Les Sargasses poussant sur les récifs de corail morts peuvent être récoltées au rythme de 800 tonnes par an.

7°) Iles Kerguelen

Ces îles possèdent peut être une des plus importantes réserves d'algues brunes du monde, surtout des Macrocystis pyrifera et Durvillea antarctica, puisque l'ensemble des réserves varie entre 3 et 5 millions de tonnes, selon les sources, et la récolte potentielle autour de 1 million de tonnes.

Leur densité moyenne est de 150 kg/m² avec un maximum de 600 kg/m². Le nombre de stipes au m² se situe en moyenne entre 50 et 60, atteignant parfois 300 au m² (cf. tableau ci-dessous).

Situation	Nombre de stipes/m ² (a)	Longueur des frondes (b)	Longueur totale des stipes (en m/m ²) (c) = (a) x (b)	Densité (en kg/m ²) (d)
Eau claire	20	25	500	95
Transparence moyenne	60	11 - 14	660 - 840	125 - 160
Faible transparence	90 - 290	8 - 11	720 - 3 190	137 - 606
Source : M. Grua				

8°) Conclusion

a) Algues brunes

Les ressources pour cette zone restent modestes (si l'on excepte les Kerguelen) et les statistiques sont souvent incohérentes. Les Sargasses constituent la ressource la plus abondante, et la quasi-totalité de la récolte pourrait atteindre 150 000 tonnes de Sargasses (sans les Kerguelen).

Les îles Kerguelen bien que très éloignées représentent une réserve considérable en algues brunes (de l'ordre de 3 à 5 millions de tonnes de *Macrocystis* et *Durvillea*).

La récolte potentielle totale pourrait atteindre 1,15 million de tonnes.

b) Algues rouges

Pour ces espèces, la récolte potentielle pourrait être de 120 000 tonnes, mais la récolte actuelle est très faible et reste le fait de riverains isolés.

ZONE DE PECHE 57 : Océan Indien Est

Dans cette région, les algues sont consommées traditionnellement par la population.

1°) Birmanie

Les *Catanelia impudina* sont vendues à Rangoon comme aliment. D'autres algues rouges sont aussi consommées comme les *Bostrychia* et *Gracilaria*.

2°) Australie

Au sud de l'Australie, les réserves sont estimées à 1 400 000 tonnes de *Macrocystis*, mais ces champs sont impraticables pour une récolte mécanisée.

La Tasmanie possédant des eaux plus froides que l'Australie continentale est la seule région de récolte : les champs de *Macrocystis* de la côte Est pourraient être exploités à un rythme de 350 000 tonnes par an de façon non mécanique ; ces réserves sont en baisse en raison d'une surexploitation.

Les champs de *Gracilaria confervoïdes* sont assez abondants pour permettre une récolte de 2 000 tonnes par an en Australie continentale.

3°) Conclusion

a) Algues brunes

L'Australie et la Tasmanie possèdent de grosses réserves en algues brunes, et la récolte potentielle pourrait être de 500 000 tonnes par an, tandis que les réserves pourraient atteindre 2 millions de tonnes.

b) Algues rouges

Plus de 100 000 tonnes d'algues rouges seraient récoltées chaque année dans cette région (la majorité ailleurs qu'en Birmanie et Australie ?). Mais actuellement, ces algues sont utilisées pour l'alimentation humaine et aucune recherche exhaustive sur l'intérêt industriel des espèces existantes n'a été entreprise.

ZONE DE PECHE 61 : Pacifique Nord-Ouest

1°) Japon

Ce pays est le premier au monde sur le plan des récoltes et de l'aquaculture mais aussi, par tradition, pour la préparation des algues destinées à l'alimentation humaine : près de 12 espèces d'algues brunes ainsi que 14 espèces d'algues rouges et 2 espèces d'algues vertes font l'objet de récolte.

a) Algues brunes

Les Sargasses se rencontrent toute l'année, mais dominent en août sous forme d'épaves dans la région de Tokyo. Des densités de l'ordre de 3,5 à 4,9 kg/m² sont fréquentes durant l'été.

Les Fucus se rencontrent dans les eaux froides d'Hokkaïdo.

Les Laminaires et les Undaria se rencontrent en grand nombre dans les eaux froides d'Hokkaïdo. Près de 50 espèces poussent au Japon, mais seulement les *L. japonica*, *L. religiosa*, *L. fragilis* et *L. ochotensis* sont récoltés. Comme ces algues sont difficiles d'accès et poussent à des profondeurs comprises entre - 3 m et - 8 m dans des eaux trop froides pour être pratiquées par des plongeurs, l'aquaculture des Laminaires s'est développée depuis 1971.

Des *Ecklonia* et des *Eisenia* sont aussi récoltés, mais nous ne possédons pas de chiffres sur les réserves.

Pour l'ensemble du Japon, on estime que les réserves s'élèvent à près de 1,5 à 1,7 million de tonnes d'algues brunes constituées essentiellement de Laminaires, Fucus et Undaria.

b) Algues rouges

Le Porphyra, l'Iridophycus, le Gloiopeltis, le Chondrus, le Gelidium, le Gracilaria, l'Acanthopeltis et le Pterocladia constituent les réserves les plus abondantes au Japon.

Actuellement, le Porphyra récolté provient uniquement des cultures, et n'est plus récolté autrement.

La carte suivante indique les principales réserves en agarophytes.

Les réserves totales d'algues rouges sont difficiles à situer ; on estime que les réserves en Gelidium sont de 15 à 20 000 tonnes environ dont 5 000 tonnes exploitables chaque année ; le Chondrus ainsi que les autres algues rouges seraient récoltables au rythme de 10 000 tonnes par an (sans compter les Porphyra).

Pour l'ensemble de ces algues (non compris Porphyra), les réserves sont estimées à 25 - 30 000 tonnes.

c) Algues vertes

Nous ne possédons pas de données sur les réserves en algues vertes. Celles-ci sont exclusivement cultivées, principalement le Monostroma qui est une des algues les plus recherchées au Japon.

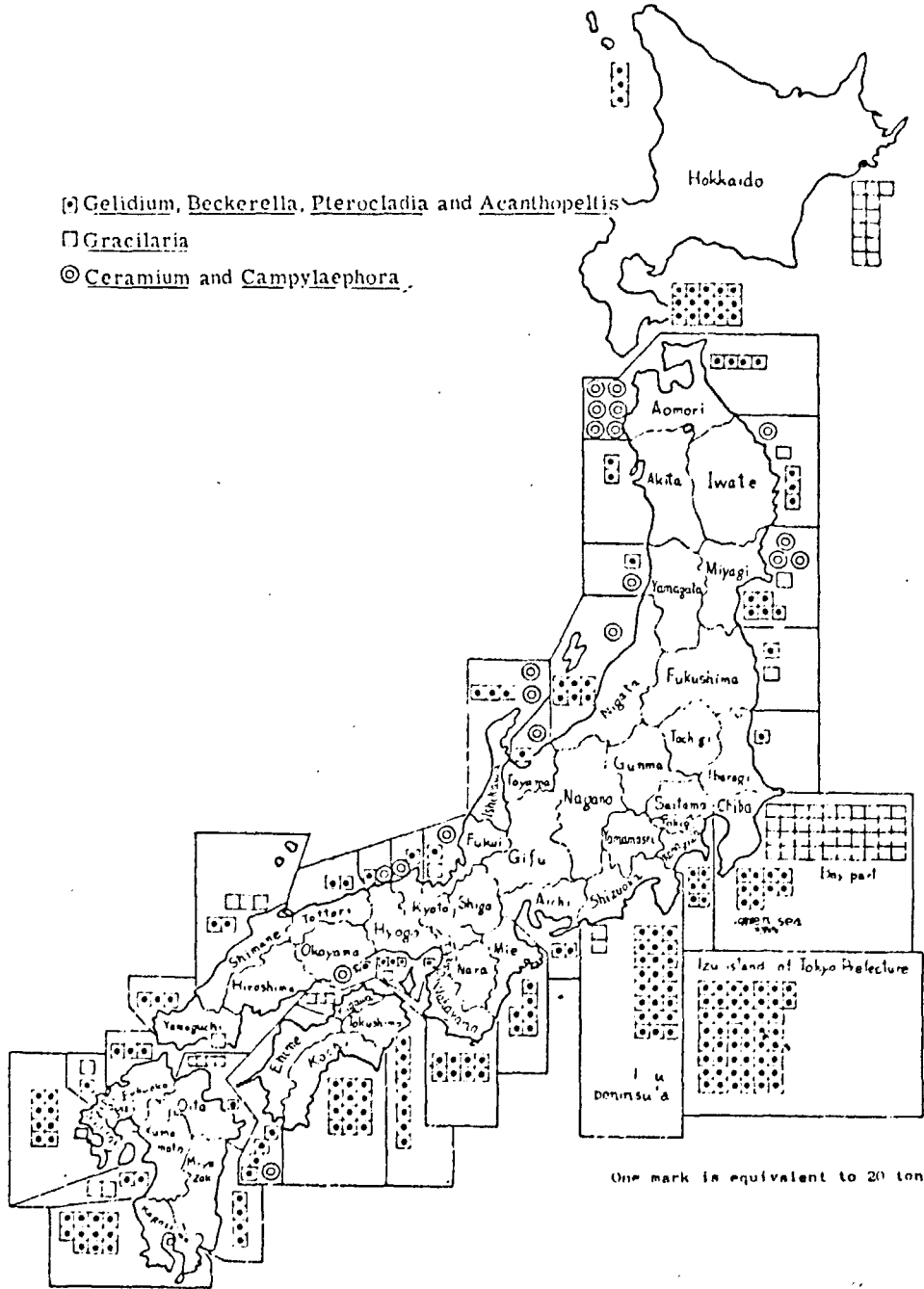
2°) République de Corée

a) Algues brunes

Il n'existe pas de recensement complet concernant les réserves d'algues sur les côtes de Corée. L'Undaria (qui est l'espèce la plus récoltée) apparaît en quantité appréciable dans la mer du Japon autour des îles Liancourt (Dok-Do), et les réserves totales s'élèvent à environ 150 000 tonnes, dont 50 000 tonnes récoltables chaque année. Actuellement, la culture de cette espèce se développe de manière intensive à l'aide de filets horizontaux.

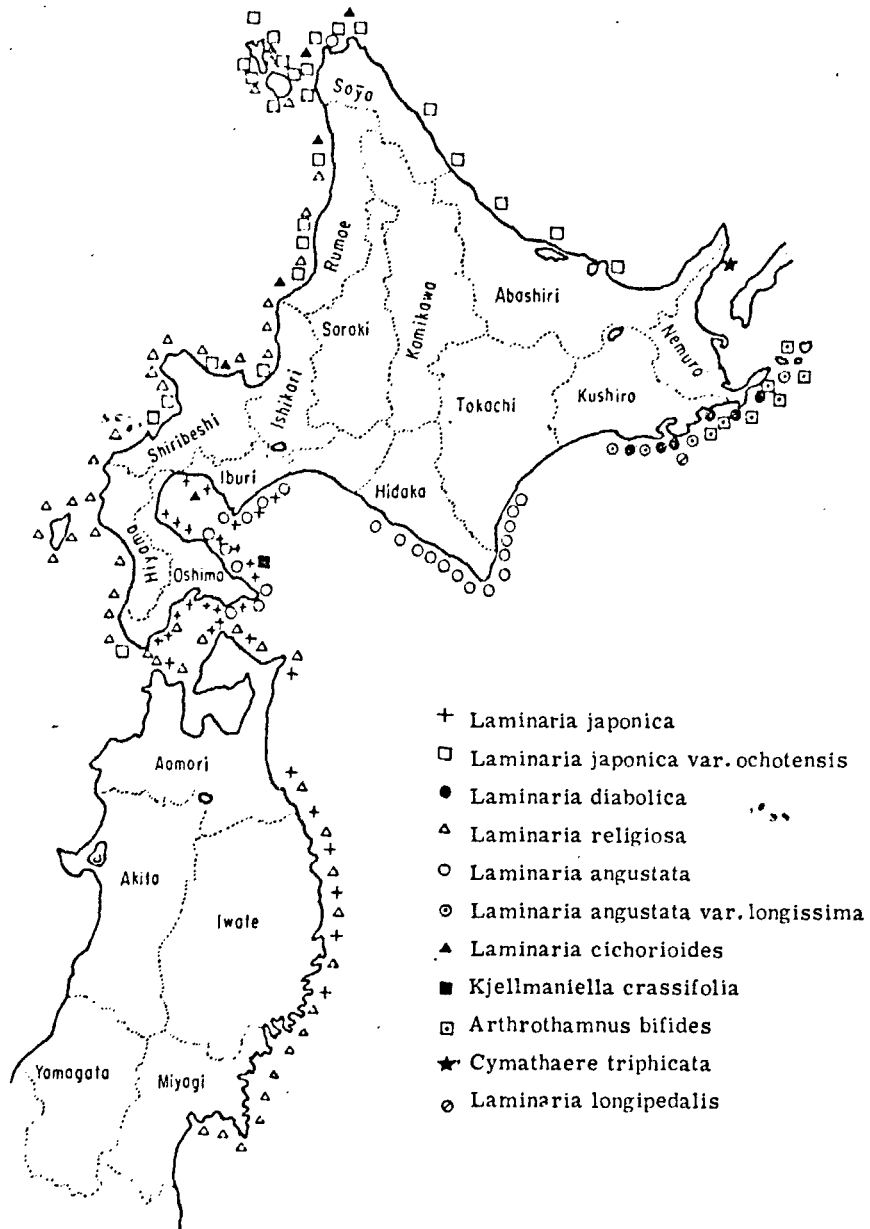
Japon

Distribution des agarophytes



Source : Okazaki - 1971

Régions de récolte pour les Laminaires
(uniquement destinés à la consommation humaine)



Source : Okazaki - 1971

Les réserves de Sargasses et d'*Hizikia fussiforme* sont estimées à 10 000 tonnes.

Il existe également des réserves artificielles de Laminaires dans le Nord du pays.

b) Algues rouges

Le *Porphyra* est produit exclusivement par aquaculture, selon les techniques japonaises. Actuellement, la récolte atteint 35 800 tonnes et ne devrait pas se développer dans l'avenir.

Le *Gelidium* apparaît en champs de petite taille, et la récolte annuelle ne dépasse pas 2 000 tonnes. Les réserves ne sont pas encore répertoriées dans leur ensemble, mais la récolte potentielle est estimée annuellement à près de 10 000 tonnes.

On enregistre aussi la présence de *Chondrus ocellatus*, de *Gigartina tenella* et de *Gracilaria verrucosa*.

c) Algues vertes

Les algues vertes sont représentées par l'*Ulva pertusa*, le *Monostroma* et l'*Enteromorpha* qui, dans certains cas, parasitent les cultures de *Porphyra*.

3°) Conclusion

Le Japon et la République de Corée représentent un réservoir important en algues de tous types. Les réserves naturelles sont importantes, surtout en algues brunes, mais l'aquaculture offre de nombreux avantages techniques (facilités de récolte, prévision des rendements et des quantités récoltées, mécanisation très poussée), et les recherches sont plutôt orientées vers un accroissement des rendements en culture plutôt que vers une récolte naturelle plus abondante. Les cultures d'algues brunes, rouges et vertes sont techniquement au point et les surfaces cultivées couvrent des dizaines de milliers d'hectares.

Pour l'ensemble de cette zone, les réserves en algues brunes s'élèvent à 1 660 000 - 1 860 000 tonnes et celles d'algues rouges à plus de 35 000 - 40 000 tonnes, puisque les réserves artificielles de *Porphyra* ne sont pas comprises dans ce chiffre, et que le chiffre de la République de Corée correspond à une potentialité de récolte et non à des réserves.

ZONE DE PECHE 67 : Pacifique Nord-Est (1)

1°) Algues brunes

Le *Nereocystis luetkeana* domine en quantité et représente 78 à 94 % des algues brunes en Colombie britannique, Oregon, Washington et sud de l'Alaska. Cette algue atteint des longueurs de 30 m et pousse jusqu'à des profondeurs de - 18 m, pouvant atteindre un poids de 11 kg ou plus.

Le *Macrocystis integrifolia* est l'algue la plus intéressante économiquement dans ces régions : les plantes peuvent atteindre 40 m et peser 45 kg, mais elles ne poussent que de 7 à 8 cm par jour (ce qui est peu comparé aux espèces chiliennes ou californiennes : 10 à 14 cm par jour).

Les réserves en algues brunes de grande taille, facilement exploitables, sont énormes (réserves totales estimées à 4 millions de tonnes). Environ 1,5 million de tonnes d'algues de ce type pourraient être récoltées chaque année.

2°) Algues rouges

Les réserves d'algues rouges sont appréciables dans la Colombie britannique et s'élèvent à environ 10 000 tonnes, principalement de *Gracilaria*, mais d'autres espèces sont également intéressantes.

(1) Alaska, Colombie britannique, Washington, Oregon

ZONE DE PECHE 71 : Pacifique Centre-Ouest

1°) Indonésie

Des réserves de *Gelidium rigidum*, d'*Hypnea musciformis* et d'*Eucheuma* sont importantes dans la région des îles Lesser Sunde, mais la récolte est difficile ; les champs ne sont que peu exploités et la récolte décline.

2°) Philippines

Les *Eucheuma cottonii*, *E. spinosum* et *E. striatum* ont été surexploités, et les réserves naturelles sont faibles. Ces algues sont actuellement cultivées sur une grande échelle et la récolte ne provient plus guère des champs naturels.

Les *Gracilaria verrucosa* sont abondants de janvier à juin dans la région de Manille, mais nous ne possédons pas de données précises sur les réserves.

3°) Conclusion

a) Algues brunes

Les algues brunes ne sont représentées dans cette région que par des Sargasses dérivantes qui échouent sur les côtes en grande quantité. On estime que 50 000 tonnes de Sargasses peuvent être ainsi récoltées chaque année.

b) Algues rouges

Malgré une surexploitation de certaines espèces (*Eucheuma*), la récolte pourrait encore augmenter pour atteindre 50 000 tonnes par an : l'aquaculture connaît dans ces régions un vaste développement fournissant des algues abondantes et de meilleure qualité que les algues récoltées dans les champs naturels.

ZONE DE PECHE 77 : Pacifique Centre-Est

1°) Etats-Unis

a) Algues brunes

Le *Macrocystis pyrifera* apparaît de Monterey (au centre de la Californie) jusqu'au centre de la Basse Californie (au Mexique). Au nord de Monterey, le *Macrocystis intergrifolia* remplace le *Macrocystis pyrifera*.

La densité moyenne des champs est de 4,6 kg/m².

La récolte pourrait être de 1 million de tonnes par an, sans risque d'appauvrissement (1), bien que les champs de *Macrocystis* déclinent actuellement pour plusieurs raisons :

- les populations de homards sont en baisse dans cette région, ce qui a pour effet d'augmenter le nombre d'oursins et d'abalones qui sont de gros consommateurs de jeunes pousses de *Macrocystis* ;
- les eaux du Pacifique de Los Angeles à San Diego ont tendance à se réchauffer, ce qui gêne considérablement l'extension des champs ;
- de plus, la présence de villes immenses provoque des pollutions massives de tous types entraînant le recul des champs vers la haute mer.

Plus profondément, on rencontre des *Pterygophora* et des *Laminaires farlowii* qui poussent entre 20 et 30 m de fond, à des densités de 3,75 kg/m².

b) Algues rouges

Du fait du prix élevé de la main-d'oeuvre, les algues rouges ne sont pas récoltées aux Etats-Unis, d'autant que les essais de récolte mécanisée de *Gelidium* ont échoué ; pourtant, plus de 1 500 tonnes par an de *Gelidium* pourraient être prélevées sans dommage pour les réserves.

2°) Mexique (cf. carte suivante)

a) Algues brunes

Les réserves sont estimées à plus de 500 000 tonnes de *Macrocystis*. La période de coupe la plus favorable se situe au printemps et en été, où les densités sont de 14-35 kg/m², alors qu'en hiver elles ne sont que de 5-10 kg/m².

L'*Eisenia arborea* pousse également, mais en plus faible quantité.

b) Algues rouges

Le *Gelidium cartilagineum* est l'algue rouge la plus abondante et l'ensemble des réserves atteint 20 000 à 25 000 tonnes exploitables à un rythme de 10 000 à 12 000 tonnes par an ; le *Gelidium robustum* est également important, mais nous n'avons aucune donnée sur les réserves.

Le *Gigartina canaliculata* fait l'objet de récolte depuis 3 ans et les champs n'ont pas encore été recensés de manière précise, mais les réserves atteignent au moins 10 000 tonnes.

L'*Euclima uncinatum* pousse dans le Golfe de Californie et pourrait faire l'objet de culture.

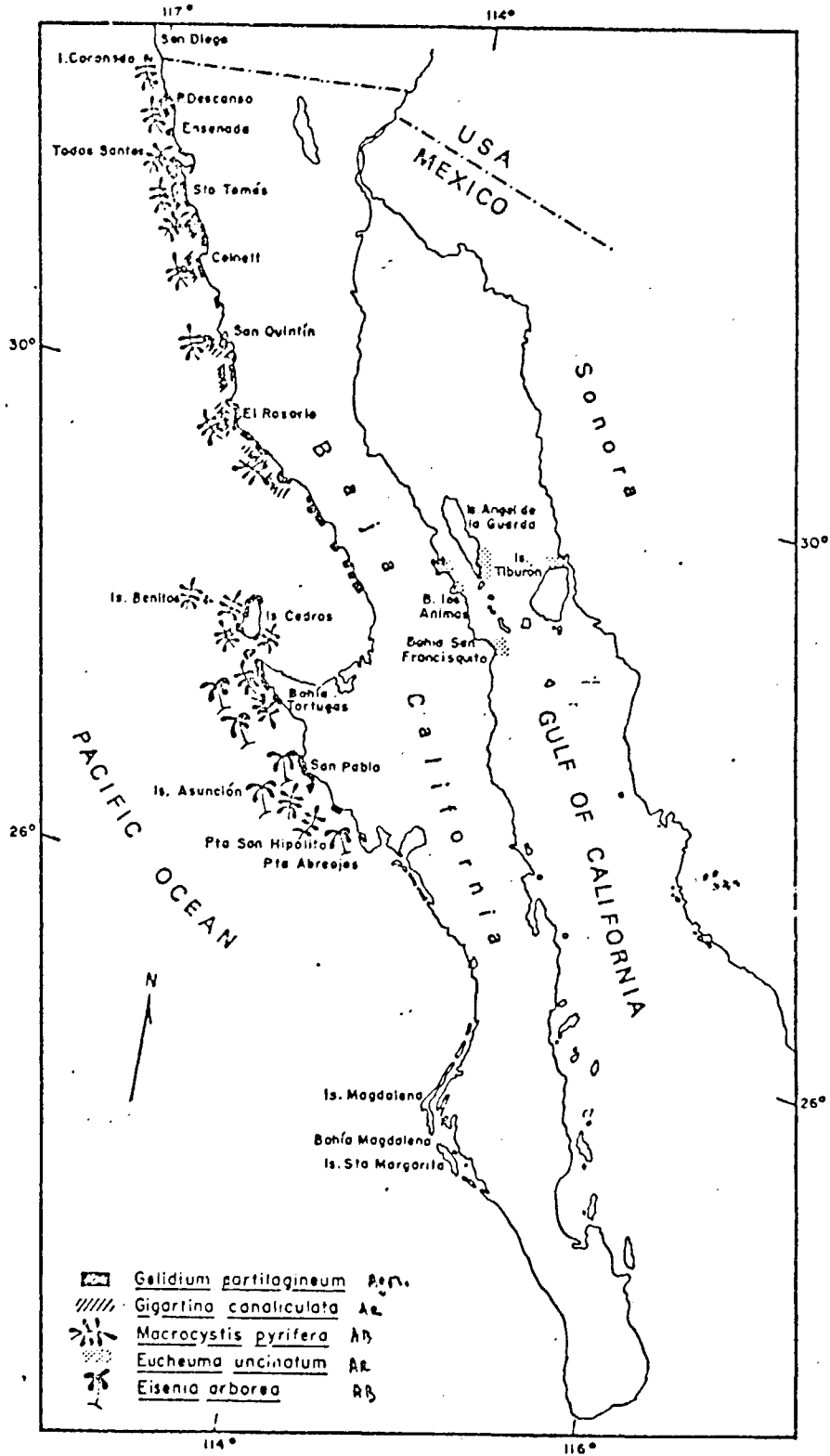
3°) Conclusion

a) Algues brunes

Malgré les problèmes posés par la régression de certains champs de *Macrocystis*, on estime que plus de 1 100 000 tonnes de tissus frais pourraient être prélevées aux Etats-Unis et au Mexique sans danger pour la reproduction de l'espèce. De plus, les *Eisenia arborea* représentent une réserve appréciable et ne sont pas encore récoltés.

Mexique

Algues marines présentant un intérêt économique



Source : Guzman del Préo - 1969

b) Algues rouges

Elles sont abondantes et ne font l'objet de récolte qu'au Mexique. On estime que les rhodophycées pourraient être récoltées au rythme de 50 000 tonnes par an, sans danger (y compris Amérique centrale et Colombie).

ZONE DE PECHE 81 : Pacifique Sud-Ouest

1°) Australie

Sur le continent australien, le *Gracilaria verrucosa* est la ressource dominante de la côte Est. Sur la côte de la Nouvelle Galles du Sud, on estime les réserves à 2 000 tonnes de *Gracilaria*.

2°) Nouvelle-Zélande

a) Algues brunes

Les *Macrocystis pyrifera* sont abondants dans le sud de l'île, et 80 % de ces réserves estimées à 50 000 tonnes peuvent être récoltés au rythme d'une récolte et demie par an.

Les *Durvillea*, fucoïdes massifs pouvant atteindre des longueurs de 4 à 5 m et peser 50 kg, sont abondantes dans le sud de la Nouvelle-Zélande et sont actuellement récoltées sèches, réduites en poudre et exportées. Pas de chiffres sur leurs réserves.

b) Algues rouges

Le *Pterocladia*, représenté par deux espèces, fournit le matériel brut pour une petite usine d'agar. Le *Pterocladia lucida* pousse principalement dans les îles du Nord et est récolté soit à la main, soit sous forme d'épaves après les tempêtes.

Les *Gelidium* et *Gracilaria* ne poussent qu'en faible quantité, insuffisante pour alimenter une industrie d'extraction.

La récolte annuelle potentielle pourrait atteindre 18 000 tonnes d'algues rouges.

3°) Conclusion

a) Algues brunes

Toutes les ressources ne sont pas encore répertoriées, mais plus de 100 000 tonnes de tissus frais pourraient être récoltées chaque année.

b) Algues rouges

Malgré une récolte actuelle modeste, plus de 20 000 tonnes pourraient être récoltées chaque année.

ZONE DE PECHE 87 : Pacifique Sud-Est (Chili)

Les espèces suivantes rencontrées sur les côtes chiliennes présentent un intérêt économique, car en abondance suffisante pour permettre l'exploitation. Nous les classerons en fonction du phycocolloïde que l'on peut en extraire.

1°) Algues brunes

Les algues suivantes contiennent de l'acide alginique :

- *Macrocystis* : au Chili, cette algue est très répandue et vit à grande profondeur (jusqu'à 20 m environ) sur les côtes rocheuses. Sa croissance est très rapide et peut atteindre plusieurs mètres.

On trouve dans les baies de la côte deux algues différentes :

- . *Macrocystis pyrifera*, dans la région sud du Chili, où elle aurait un poids moyen de 7 kg (adulte)
- . *Macrocystis intergrifolia*

Chili

Récolte potentielle annuelle

en milliers de tonnes

	Sèches	Fraîches
<u>Algues brunes</u>	100,0	1 000,0
dont :		
- Macrocystis	74,0	740,0
- Lessonia	20,0	200,0
- Durvillea	6,0	60,0
<u>Algues rouges</u>	58,1 - 60,25	98,35 - 111,85
dont :		
- Agarophytes	9,4 - 11,55	59,45 - 72,95
dont :		
. Gracilaria	8,0 - 10,00	48,0 - 60,0
. Gelidium	0,55- 0,7	5,5 - 7,0
. Ahnfeltia	0,5	3,5
. Gymnogongrus	0,3	2,1
. Agardhiella	0,05	0,35
dont :		
- Pour l'industrie des carraghenates	~ 5,5	37,9
dont :		
. Iridaea	5,0	35,0
. Chondrus	0,3	1,5
. Gigartina	0,2	1,4
dont :		
- Porphyra	0,2	1,0
<u>Algues vertes</u>	nd	nd

Leur densité est de 60 kg/m² à Ventana et Quintero.

De grandes quantités de ces algues sont amenées à la plage et ramassées dans les régions de Los Vilos, Quintero, Tongoy, etc., mais la récolte pourrait être augmentée considérablement au moyen de barques assez petites (côte rocheuse et abrupte), surtout dans la région de Los Vilos et Talcahuano ; au Sud, et notamment autour de la Terre de Feu, les réserves sont considérables, mais les conditions climatiques et de transport rendent l'exploitation plus difficile.

Leur rendement en alginates serait de l'ordre de 26 %.

- *Lessonia negrescens* : très abondante le long de la côte chilienne, formant des forêts sous-marines dans les endroits rocheux et la zone inférieure des marées, mais à la différence du *Macrocystis* pas dans les baies.

Le poids moyen d'une algue adulte fraîche est de 5 kg ; à Montemar (près de Valparaiso), sa densité est de 8 kg/m² environ ; à Arica, elle est de 50 kg/m² ou 50 tonnes par km de côte. Elle est difficile à sécher car possédant une grosse racine.

Son rendement moyen en alginates est supérieur à celui des *Macrocystis* et peut atteindre 45 %.

- *Durvillea antarctica* : croît dans la zone sublittorale, en eaux peu profondes, sur les côtes rocheuses et exposées où la mer est violente, car nécessitant beaucoup d'oxygène ; elle est mélangée à *Lessonia* et *Gelidium*.

On la trouve depuis Valparaiso jusqu'au Sud où son poids moyen est de 4,5 kg et où elle peut atteindre 10 m. Elle est plus connue au Chili sous le nom de "Cochayuyo". C'est une des algues comestibles les plus connues et les plus consommées au Chili : on mange la fronde sèche et le stipe frais ("ulte", "huilte" ou "coyofe").

Son rendement moyen en alginates est de 27 % à 30 %, mais peut atteindre 50 % ; elle donne un gel très épais et donc difficile à filtrer.

On récolte *Lessonia* et *Durvillea* à marée basse depuis les rochers à l'aide d'un couteau. Leur densité à Quebrada Verde (Galeta Grande) serait de 45 kg/m².

La récolte possible d'algues brunes pourrait atteindre 120 000 tonnes à 150 000 tonnes d'algues fraîches (donnant 1 500 tonnes à 2 000 tonnes d'alginate) (1) ou, selon d'autres sources, 30 000 tonnes à 43 000 tonnes d'algues sèches, si on exploite le Sud du pays (2). La FAO indique même 1,5 million de tonnes, mais ne semble pas tenir compte des difficultés d'exploitation liées aux conditions climatiques et à la difficulté de mécanisation à outrance. Nous retiendrons un chiffre de 1 million de tonnes fraîches.

2°) Algues rouges

a) Algues rouges contenant de l'agar agar

- *Gracilaria* : on trouve au Chili deux espèces importantes du point de vue de l'agar que l'on peut en extraire :

- . *Gracilaria lemaneiformis* qui abonde dans la région centrale du Chili (depuis Coquilbo jusqu'à Chiloé, et surtout autour de l'Isla Santa Maria) ; elle croît dans la zone des plus basses mers, sur les endroits rocheux ;
- . *Gracilaria confervoïdes* qui est très commune dans la zone sublittorale, dans les estuaires à fonds fangeux et sableux.

Cette algue croît rapidement : en culture artificielle, elle atteint 40 cm au bout de 15 jours et complète sa croissance en deux mois.

Elle ne peut donner de l'agar de très bonne qualité destiné aux usages bactériologiques. Son rendement moyen au Chili est de 15 % d'agar.

(1) Source : M. Etcheverry Daza

(2) Source : M. Roberto Cabezas, M. Navarrete

La meilleure qualité de *Gracilaria* se trouve dans la région de Coquimbo (elle contient environ 17 % d'agar), mais ne représente guère plus de 12 % des *Gracilaria* récoltables (1 000 tonnes d'algues sèches si on s'accorde sur un potentiel total de 8 000 tonnes sèches) ; la deuxième qualité est plus abondante (50 % environ) et se situe autour de l'Isla Santa Maria ; la troisième qualité se trouve dans la baie de Concepcion (environ 12 %) ; la quatrième qualité qui ne donne plus un rendement en agar que de 8 à 9 % est autour de l'île de Chiloé et pourrait fournir environ 25 % du potentiel récoltable.

11 bancs d'une superficie totale de plus de 7,7 km² auraient contenu 130 000 tonnes d'algues fraîches et 22 000 tonnes d'algues sèches (1), mais une exploitation intense et clandestine à l'aide de moyens mécaniques a fait baisser cette réserve (cf. tableau suivant).

- *Gelidium lingulatum* : elle se rencontre dans le centre du Chili, autour de Valparaiso, où elle croît en formant des massifs d'algues sur les rochers et peut atteindre 15 - 20 cm ; elle est arrachée à la main à marée basse ou à l'aide de plongeurs allant à 6 m de profondeur maximum.

Elle donne un agar de très bonne qualité utilisé en bactériologie, avec un rendement de 23 % environ (qui peut atteindre 32 %), mais difficile à récolter et d'un prix peu élevé.

On rencontre au Chili également un autre type de *Gelidium* moins intéressant du point de vue gel extrait.

- *Ahnfeltia* : se rencontre sur les rochers en formant des bancs ; son rendement en agar peut dépasser 30 %.

- *Gymnogongrus* : se rencontre de Concepcion à Chiloé, mélangé à *Ahnfeltia* avec laquelle il peut être confondu.

- *Agardhiella* : faibles quantités autour de Coquimbo, mélangé à *Gracilaria* et qu'il est très difficile de différencier.

(1) Source : FAO

Chili

Prospections d'algues Gracilaria entre 1965 et 1974

en tonnes d'algues fraîches

	1965 sept.	1965 oct.	1965 déc.	1966 jan.	1966 mai.	1966 juin	1967 jan.	1967 oct.	1968 oct.	1969 nov.	1970 nov.	1974 jan - fev	1974 nov.
Coquimbo :.													
Bahia Coquimbo	570	3 590	-	-	-	395	-	470	760	750	1 265	-	-
Herradura de Guayacan	-	-	180	-	239	-	413	-	-	-	-	-	-
Concepcion et Golfo Arauco :													
Isla Santa Maria	-	-	-	19 000	-	19 344	-	3 021	1 500	8 300	8 590	-	3 129(1)
Isla Quiriquina	-	-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Lenga	-	-	-	100	-	-	-	12	80	75	*	-	-
Rio Tubul et Raqui ...	-	-	-	1 200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dichato	-	-	-	1 400	-	-	-	413	220	153	81	-	30
Concepcion :													
Bahia San Vincente...	-	-	-	-	-	-	-	59	160	326	880	-	188
Rio Tubul	-	-	-	-	-	-	-	9 210	5 500	3 445	3 230	-	3 252
Rio Raqui	-	-	-	-	-	-	-	186	-	-	-	-	-
Bahia Concepcion	-	-	-	-	-	-	-	-	280	**	-	-	312
Chiloé :													
Rio Pudeto	-	-	-	-	-	2 000	-	398	1 860	2 650	4 660	5 824	2 176(2)
Golfo Quetalmahue ...	-	-	-	-	-	3 262	-	1 891	1 300	2 140	-	4 565	3 968
Estero del Dique	-	-	-	-	-	1 038	-	137	960	1 613	-	1 553	-
Quiloe :													
Rio Quenuir	-	-	-	-	-	3 207	-	9 040	7 700	9 000	7 700	4 737	4 062(3)
Rio Maullin	-	-	-	-	-	-	-	3 201	1 500	3 792	8 580	15 037	2 897(4)

* Ne contient plus de Gracilaria susceptibles d'être exploités en raison des déchets que produit l'usine pétrochimique

** Cette zone n'a pu être prospectée en raison de l'exploitation intense qui en était faite à l'aide de moyens mécaniques

(1) Un des endroits qui a été le plus exploité clandestinement

(2) A été exploité clandestinement, la surface du banc a diminué considérablement

(3) Densité moyenne : 5,6 kg/m²

(4) Exploité constamment clandestinement, car d'accès facile et quantités énormes, densité moyenne : 3,1 kg/m²

Source : "Los algas en Chile" - Maria Olga Jaramillo - Servicio agricola y ganadero - Division de pesca y caza - Santiago de Chile - Juin 1975.

b) Algues rouges donnant des carraghénates

On rencontre au Chili :

- *Iridaea* : on trouve deux algues de cette espèce :

- . *Iridaea laminarioides* qui croît dans la zone des marées sur les rochers et les bords de fosses et peut atteindre 50 cm
- . *Iridaea ciliata* appelée communément au Chili "Luga-luga"

L'une, à feuilles étroites, se récolte à la main à marée basse, l'autre à larges feuilles est plus profonde, coupée et amenée à la côte pendant les mers fortes.

Elles sont très abondantes dans la zone centrale et au sud du Chili (surtout Bahia de Concepcion - 40 % à 50 % du potentiel récoltable si on l'estime à 5 000 tonnes -, Arauco - 20 %), mais se rencontrent sur toute la côte chilienne. Leur rendement se situe entre 20 % et 30 %.

- *Chondrus canaliculatus* : se rencontre sous la ligne des marées tout le long de la côte, mais en abondance supérieure sur le littoral Nord (Arica, Antogagasta) ; elle se récolte à marée basse. Son rendement est d'environ 20 % à 30 % en carraghénates.

- *Gigartina* : on en rencontre trois types au Chili :

- . *Gigartina chamissoi*, commune sur le littoral Nord jusqu'à Valparaiso, mais plus abondante de Arica à Antogagasta. Elle croît dans la zone des marées sur les rochers les plus exposés. Seules de faibles quantités sont récupérables : les bancs étant petits et irréguliers ;
- . *Gigartina chauvinii* : se rencontre depuis la région centrale du Pérou jusqu'à la Terre de Feu, et surtout autour de Valparaiso, Concepcion, Chiloé. Elle forme également des bancs petits et irréguliers, et est mieux connue sous le nom "Uyos" donné par les Péruviens qui la mangent en salade et en soude ;
- . *Gigartina lessonii* : leur rendement est de l'ordre de 15 % à 20 %.

c) Algues rouges comestibles

La *Porphyra columbina* se rencontre surtout au sud du Chili ; elle est immergée seulement pendant les hautes mers, mais de récolte difficile et de reproduction lente.

Il semble qu'elle soit peu exploitée.

3°) Algues vertes

Ulva lactuca ou "leche de mar" est utilisée dans l'alimentation humaine de certaines parties du Chili.

4°) Conclusion

a) Algues brunes

Les *Macrocystis* et les *Lessonia* sont abondants et ces algues pourraient être récoltées au rythme de 500 000 tonnes par an (370 000 tonnes pour les *Macrocystis* et 100 000 tonnes pour les *Lessonia*). Actuellement, la récolte ne fait que commencer au Chili pour ce type d'algue.

b) Algues rouges

Ce type d'algue est abondant au Chili et la récolte s'est développée tout le long des côtes chiliennes. Le *Gracilaria* est l'algue la plus abondante, et près de 50 000 tonnes en moyenne peuvent être récoltées chaque années sans risque d'appauvrissement des réserves. L'*Iridaea* peut être récolté au rythme de 35 000 tonnes par an dans les mêmes conditions de sécurité pour les réserves.

Au total, on estime à 145 000 tonnes la récolte potentielle d'algues rouges dans ce pays.

DESCRIPTION DES DIFFERENTS TYPES D'AQUACULTURE
ET PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Nous allons étudier les différents types d'aquaculture existant dans le monde.

A - ALGUES ROUGES

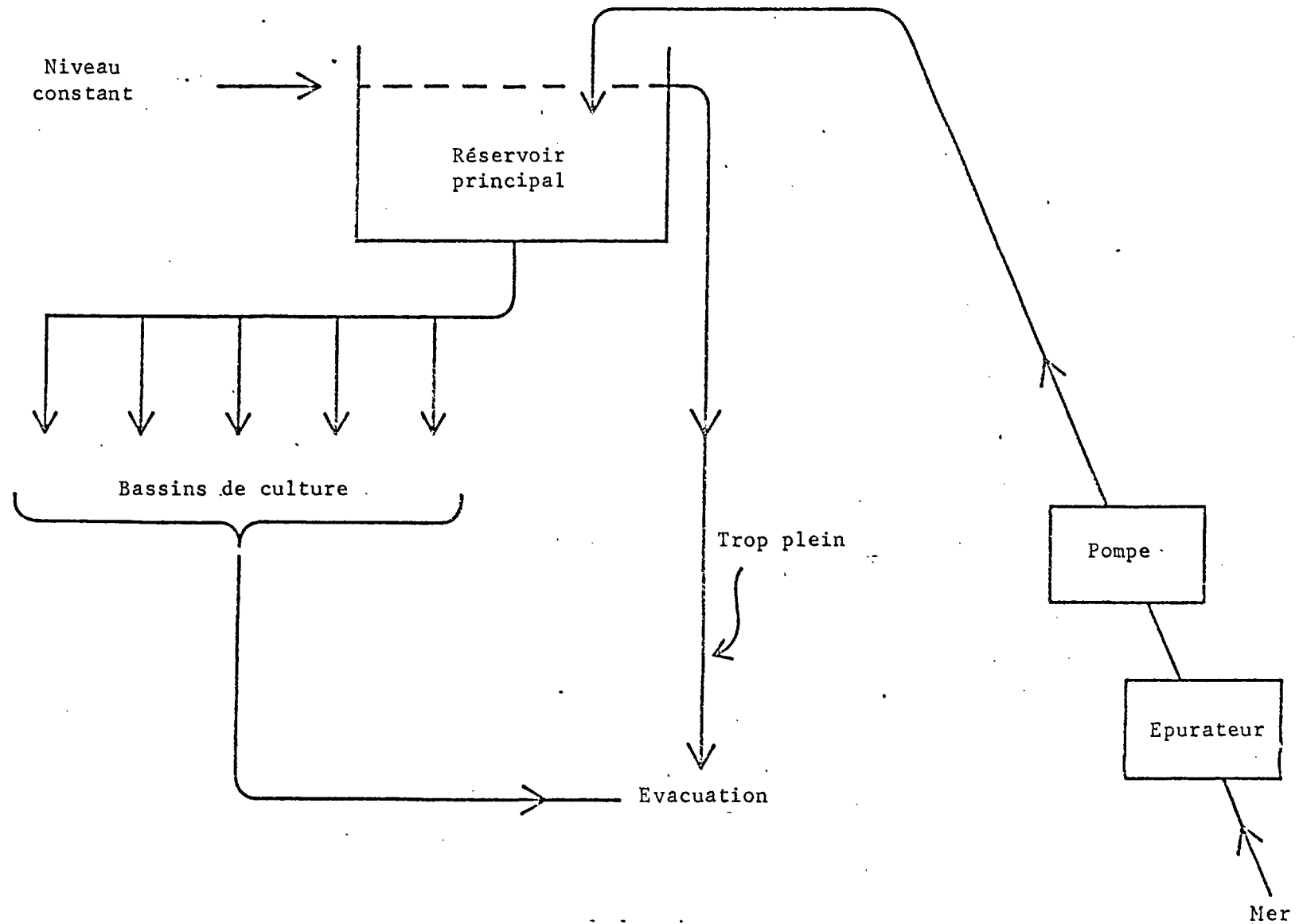
1°) Culture du Chondrus crispus au Canada

Cette culture a été développée au stade laboratoire par le Laboratoire Régional de l'Atlantique situé à Halifax.

Actuellement, deux firmes (Marine Colloïds et Genu) possèdent des stations de taille importante produisant du Chondrus crispus tout au long de l'année. Les tonnages produits sont confidentiels, mais on estime que pour les deux firmes près de 8 000 tonnes de Chondrus frais ont été récoltées grâce à cette culture en 1975, et que cette production doit encore s'accroître.

Ces stations se composent de plusieurs bassins (environ 12 par stations) de grand diamètre (7 à 8 m) où le Chondrus se développe librement sans être attaché à un aucun substrat. La turbidité de l'eau est constante et obtenue par brassage. Cette eau est renouvelée 3 à 4 fois par jour, et la différence de température entre ces bassins et l'océan ne dépasse pas 1 à 2°C (cf. schéma suivant).

Schéma de renouvellement de l'eau de mer dans les bassins de culture du Chondrus au Canada



Un apport d'éléments fertilisants (N, P2O5, K2O) de fer ainsi que l'exposition prolongée des plantes à une lumière artificielle (cf. tableaux suivants) entraînent une croissance plus rapide, mais l'effet de la lumière n'est pas employé pour des questions de coût.

La teneur en carraghénates varie de manière importante selon la saison et l'origine des plants. Le tableau ci-dessous indique la teneur en carraghénate des plants provenant soit de culture, soit de pêche.

Plantes	% de matériel sec	
	Kappa-carraghene	Lambda-carraghene
<u>Culture</u>		
T4 (septembre)	42,8	6,0
T4 (mars)	33,3	14,4
D17 (septembre)	35,5	16,1
D17 (décembre)	31,6	8,7
O6 (septembre)	38,3	10,8
O6 (mars)	30,6	16,8
Plantes sauvages (mars) ...	37,3	18,3
<u>Pêche</u>		
Plantes sauvages (mars) ...	36,9	12,1
I19 (septembre)	43,8	15,7
F16 (septembre)	52,1	16,0
Source : "Greenhouse Experiments on the Vegetative Propagation of Chondrus crispus (Irish moss)" - A.C. Neish and C.H. Fox - Atlantic Regional Laboratory		
NB : Les dénominations TA, D17 correspondent à différents traitements subis par les plantes.		

Influence des différents facteurs sur la pousse des Chondrus cultivés au Canada

Effets de l'addition d'engrais sur la croissance

Période de pousse	Réservoirs témoins				Avec nitrate d'ammonium				Avec urée + nitrate d'ammonium			
	Sans phosphate Réservoir B		Avec phosphate Réservoir I		Sans phosphate Réservoir C		Avec phosphate Réservoir K		Sans phosphate Réservoir D		Avec phosphate Réservoir L	
	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus
Février - mars	1,22	54	1,32	94	1,25	66	1,23	35	-	-	1,21	81
Avril - mai	1,26	155	1,30	191	1,63	344	1,67	62	1,91	333	1,73	768
Juin - juillet	1,40	63	1,52	40	2,03	251	2,23	751	2,25	555	2,32	347
Juillet - août	1,38	39	1,66	75	2,31	469	2,62	1 150	2,30	974	2,83	1 080
Août - septembre ..	1,35	31	1,70	75	2,33	53	2,08	1 640	1,87	50	2,36	2 400
Septembre - octobre	1,15	37	1,35	87	2,74	1 260	2,32	2 930	2,07	1 790	2,31	1 160
Octobre - novembre	-	-	1,30	355	1,85	472	1,83	747	1,44	253	1,86	175
Novembre - décembre	-	-	1,16	125	1,39	162	1,41	234	1,29	63	1,52	290

Source : "Greenhouse Experiments on the Vegetative Propagation of Chondrus crispus (Irish moss)" - A.C. Neish and C.H. Fox - Atlantic Regional Laboratory

Influence des différents facteurs sur la pousse des Chondrus cultivés au Canada

Effets de l'addition d'engrais, de fer et de la photosynthèse prolongée sur la croissance

Période de pousse	Phosphate de diamonium + fer				Nitrate de calcium + superphosphate + fer				Urée + nitrate d'ammonium + fer + superphosphate			
	Lumière naturelle Réservoir H		Lumière continue Réservoir M		Lumière naturelle Réservoir K		Lumière continue Réservoir N		Lumière naturelle Réservoir L		Lumière continue Réservoir O	
	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus	Pds moy. d'une plante (en g)	Nombre d'indi- vidus
Février - mars	1,22	45	1,52	536	1,23	35	1,45	143	1,21	81	1,40	80
Avril - mai	-	-	1,87	617	1,67	62	1,96	215	1,73	768	1,77	1 450
Juin - juillet	1,81	474	2,11	1 140	2,23	751	2,44	277	2,32	347	2,67	951
Juillet - août	2,08	707	2,75	1 490	2,62	1 150	3,32	2 770	2,83	1 080	3,47	1 990
Août - septembre ..	2,33	314	2,41	1 520	2,08	1 640	3,77	4 070	2,36	2 400	3,27	10 600
Septembre - octobre	1,63	1 680	2,21	7 340	2,32	2 930	2,74	2 250	2,31	1 160	3,48	2 110
Octobre - novembre	1,67	928	2,15	795	1,83	747	2,52	1 460	1,86	175	2,15	327
Novembre - décembre	1,34	593	1,60	292	1,41	234	1,66	154	1,52	290	1,63	113

Source : "Greenhouse Experiments on the Vegetative Propagation of Chondrus crispus (Irish moss)" - A.C. Neish and C.H. Fox - Atlantic Regional Laboratory

Actuellement au stade industriel, la culture est axée sur les *Chondrus crispus* T4 qui offrent les meilleurs résultats aussi bien au niveau de la croissance que du point de vue de la teneur en carraghénate (40 % de kappa et 6 % de lambda en moyenne). Le graphique suivant indique la croissance comparée du *Chondrus* (T4) et du *Chondrus* naturel.

2°) Culture de l'*Eucheuma* aux Philippines

Devant la baisse régulière des tonnages naturels disponibles aux Philippines (baisse provoquée par une surexploitation), la firme Marine Colloïds et la Copenhagen Pectin Fabrik, avec l'aide du Professeur M. Doty de l'Université d'Hawaï, ont développé la culture de l'*Eucheuma*.

L'*Eucheuma* est une algue poussant généralement dans des eaux haudes, ayant de gros besoins de lumière et dont le taux de croissance optimum en milieu naturel atteint 3,5 % par jour quand toutes les conditions de croissance sont en présence. Cette espèce d'algue offre soit le kappa, soit le iota :

- source de kappa carraghénate :

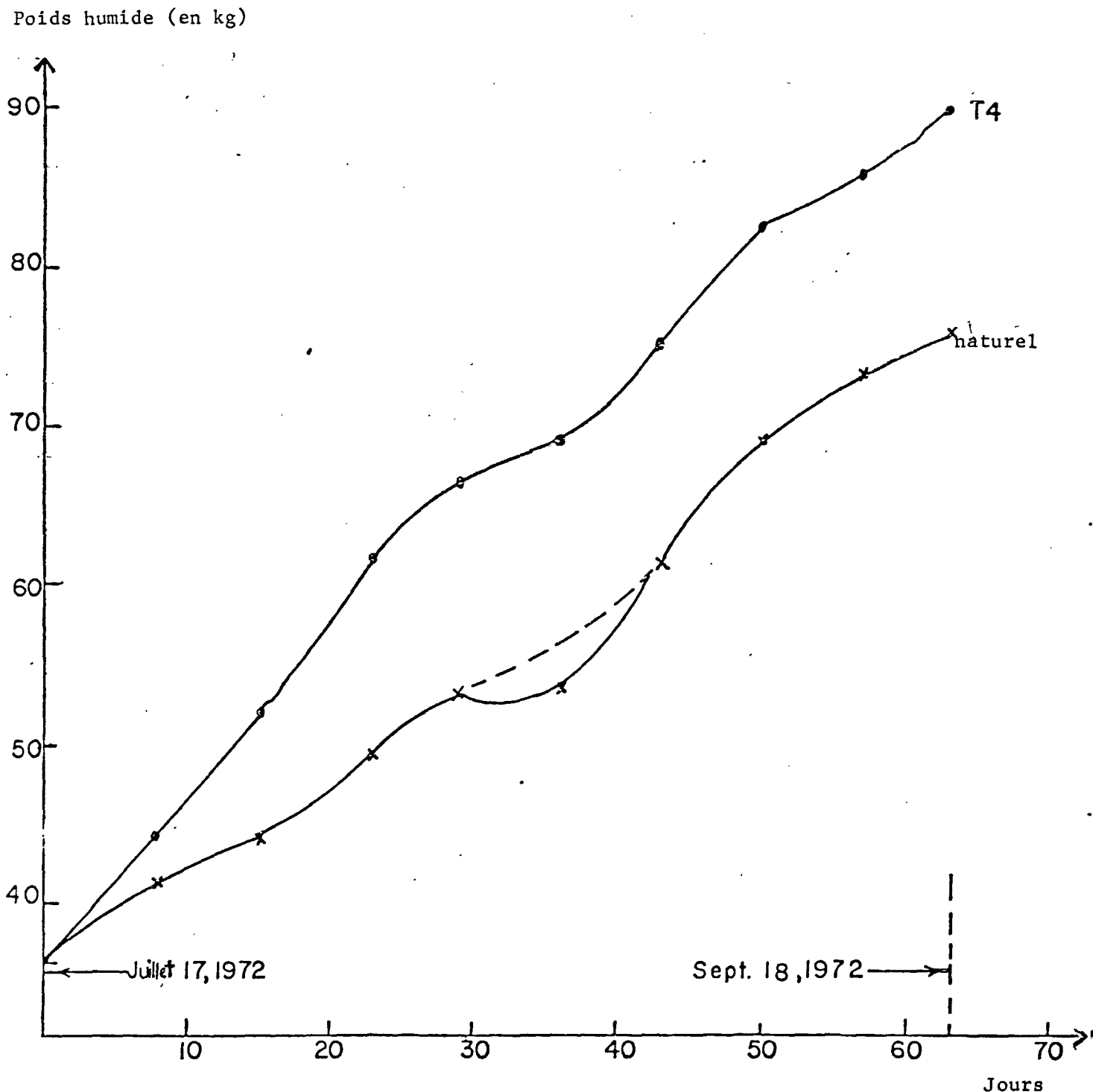
- . *E. cottonii*
- . *E. striatum*
- . *E. proscrustreanum*
- . *E. speciosum*

- source de iota carraghénate :

- . *E. spinosum*
- . *E. isiforme*
- . *E. uncinatum*

Actuellement, la culture se limite à deux espèces : *E. striatum* et *E. spinosum*, en raison de leur croissance rapide et de leur résistance aux variations écologiques.

Pousses comparées du *Chondrus crispus* T4 et des plantes naturelles dans des réservoirs
(à l'extérieur et enrichis) au Canada



Source : Further Experiments (1972) on the Vegetative Propagation of *Chondrus crispus* T4 - Atlantic Regional Laboratory

a) Description de la culture

La technique actuelle est simple et économique : des jeunes pousses d'*Eucheuma* de 50 à 200 g sont fixées à l'aide de cordon en plastique doux ("tils-tils") aux intersections des mailles d'un filet ou sur des fils de nylon :

- filet : l'unité de base se compose d'un filet de nylon mesurant 2,5 m sur 5 m dont les mailles ont une grosseur d'un pied et où près de 127 plantes peuvent être fixées. Les filets sont fixés horizontalement à l'aide de piquets (bipodes ou tripodes) servant de support. 200 filets de ce type constituent un module d'un quart d'hectare et où près de 25 500 plantes peuvent y grandir. 4 modules constituent une ferme d'un hectare avec 102 000 plantes et 800 filets ;

- fils : du fait de l'augmentation du prix du fil de nylon ainsi que du coût de fabrication du filet, on peut utiliser aussi des fils simples. Dans ce cas, les plantes d'*Eucheuma* sont attachées sur le fil lui-même, à intervalles réguliers d'un pied environ. La distance séparant les fils est de 1 m environ et la longueur des rangées est de 10 m. Pour une ferme d'un hectare, il y a près de 1 000 unités de 10 m de long contenant près de 32 000 plantes.

Ces deux techniques offrent des avantages et des inconvénients. La première technique demandant un investissement important et un travail supérieur permet des rendements importants. Les petites fermes ne peuvent pas utiliser cette méthode (famille pas assez nombreuse pour l'entretien et la récolte et coût trop élevé). Dans le second cas, le prix du matériel est plus léger et le travail est plus simple, mais la récolte est moins abondante ; une famille de 4 personnes est capable de construire et de planter une ferme d'un hectare en un à deux mois.

Durant la période de croissance, l'entretien des modules est indispensable. Les plants détachés ou morts doivent être remplacés et les plantes dont la croissance n'est pas rapide doivent être récoltées et remplacées par d'autres. Toutes les autres espèces d'algues poussant sur les filets doivent être éliminées.

b) Productivité

La productivité dépend du site géographique et du travail effectué sur les filets. En général, ces plantes ont un taux de croissance de 2 % par jour en moyenne en culture, ce qui signifie théoriquement qu'une plante de 200 g atteindrait 1 kg en 2 mois et demi à 3 mois. Pour la culture sur filet (102 000 plantes par hectare), le rendement théorique atteindrait 100 tonnes de poids frais à l'hectare tous les 3 mois, si les plantes avait 200 g au départ.

Une ferme pilote d'un module (un quart d'hectare) dans la région de Tapaon a produit 5 891 kg à la première récolte (dont 50 g par hectare destinés à la repiquère), 7 921 kg pour la seconde récolte et 10 800 kg pour la troisième récolte, soit près de 24 612 kg de poids frais en 6 mois environ.

Actuellement, le rendement moyen à l'hectare est de 20 tonnes sèches par an - soit 100 - 120 tonnes humides - (contre 30 tonnes sèches théoriques) pour des fermes utilisant des filets, et de 10 à 12 tonnes sèches par an - soit 50 à 72 tonnes humides par an - pour des fermes utilisant des fils simples.

c) Coût et investissements

Les chiffres suivants datent de 1973 et sont des estimations du prix d'installation d'une ferme d'un hectare aux Philippines.

Investissement nécessaire à la réalisation d'une ferme d'un hectare située à Ilin, Mindosa occidentale, Philippines (technique du filet)				
en francs (1)				
	Investissem	Amortissem.	Intérêts	Coût total
Supports de modules	700	700	16,6	716,6
Bâtiments fermiers	740	148	22,2	170,2
Bâtiments direction	518	103	15,6	118,6
Séchoirs	330	66	9,9	75,9
Bateaux	1 480	296,3	44,4	340,7
Filets	2 714	678,5	81,4	759,9
Divers	201,4	145,1	6,0	151,1
Total	6 683,4	2 136,9	196,1	2 333,0

(1) 1 F = 1,35 pesos philippins
Source : Eucheuma Farming for Carageenans - Maxwell S. Doty

Cette même année, l'ensemble des opérations de culture et de récolte atteignait environ 11 500 F pour une année de travail (cf. tableau ci-dessous), mais le coût de la main-d'oeuvre est très faible et très variable : aux Philippines, la rémunération minimum correspond à 6 pesos par jour pour l'industrie (44 centimes !) et 2 pesos par jour pour l'agriculture (15 centimes !).

Coût des opérations de culture et de récolte pour un hectare en 1973		
	Coût (en F)	Heures de travail
Sélection des semences	1 166,5 (1)	très variable
Plantation	752,6	2 032
Entretien des filets	4 622,2	16 640
Récolte	1 407,4	760
Séchage, lavage, reséchage	237,0	128
Emballage	394,7	240
Transport	2 170,4	(2)
Cordons (tils-tils)	782,7	
Total	11 533,5	19 800

(1) Le prix des semences est variable selon la situation de la ferme (nul dans la région des îles Sibaton et Tapean, car provenant des pêches.

(2) Très variable ; il est fixe ici pour la région de Ilin et Sula (nord).

Source : Eucheuma Farming for Carageenans - Maxwell S. Doty

On observe que cette récolte est rentable même si les productions sont de l'ordre de 10 tonnes par an (cf. tableau ci-dessous).

Coût et bénéfices (1)			
en francs			
	Coûts		Bénéfices
	Ilin	Papaan	
Ferme (installation)	2 630	5 230	
Ferme (opérations)	13 000	6 240	
Frais généraux	17 420	9 370	
Valeur de la récolte			45 000
Total	33 050	20 840	45 000

(1) Calculés pour une récolte de 30 tonnes par an
Source : Eucheuma Farming for Carageenans - Maxwell S. Doty

3°) Culture des algues rouges au Japon

a) Porphyra

Cette culture a commencé dans la baie de Tokyo en 1736, mais ce ne fut qu'en 1949 que le mystère de l'origine des spores fut résolu. En hiver, les carpospores se libèrent des Porphyra, tombent vers le fond et se fixent sur des coquilles de mollusques. Cette phase de sporophyte donne une espèce distincte des Porphyra adultes appelée "Conchocelis". En septembre, quand l'intensité de la lumière du jour diminue et quand la température de l'eau est basse, les Conchocelis libèrent des monospores appelés des Conchospores qui bourgeonnent ensuite et donnent des Porphyra.

A la suite de cette découverte, des méthodes ont été développées, d'une part pour fixer artificiellement ces Conchospores sur des fils et, d'autre part, pour accélérer la libération des carpospores.

Actuellement, ces Conchospores sont cultivés principalement sur des coquilles d'huitres. Ces coquilles sont mises dans des sacs en vinyl et pendant juste sous les filets, de manière que les spores en se libérant du sac se fixent dessus. Les filets sont tendus en pleine mer.

Les spores se libèrent des sacs à des températures maximales de 17 - 20°C et quand les coquilles sont exposées à une luminosité comprise entre 2 050 et 3 000 Lux pendant une durée maximale de 8 à 10 heures ; ils donnent des Conchospores qui bourgeonnent sur les filets.

Les bourgeons de 2 à 3 cm aussi bien que les Porphyra adultes peuvent être conservés à - 20°C avant d'être fixés sur les filets durant la saison de pousse. Environ la moitié des cultures sur filets sont ainsi congelées avant d'être fixées de nouveau.

Les filets sont exposés à l'air durant 2 à 3 heures par jour de manière à tuer les espèces parasites, principalement des Chlorophycées de petite taille.

Les températures optimum sont de 15 - 18°C durant la culture et de 12 - 13°C durant la période de récolte. Si c'est nécessaire, on peut appliquer des engrais (600 g/m² pendant 2 à 3 jours) pour allonger la durée de vie des plantes ainsi que pour éviter la décoloration de celles-ci.

Les cultures s'étalent sur 105 jours par an correspondant à 1 750 heures de travail par an.

Evolution de la culture des noris				
	Surface cultivée en 1 000 m ²	Nombre d'éleveurs	Production de plaques de noris au m ²	Production (1 000 plaques)
1966	361 142	62 523	10,2	3 695 000
1967	419 671	63 663	8,6	3 618 800
1968	530 690	66 218	5,5	2 928 000
1969	590 265	65 636	10,2	6 061 000
1970	668 472	63 162	9,0	6 045 000
1971	686 467	55 942	8,3	5 648 000
1972	650 736	50 302	10,4	6 748 000
1973	737 568	47 906	14,1	9 642 000
1974	666 732	42 431	10,4	6 943 000
1975				6 273 000

Source : National Federation of Laver

On estime qu'en moyenne un filet (18 m de long) produit entre 35 à 105 kg de Porphyra annuellement. Le rendement à l'hectare peut parfois atteindre 750 kg pendant les 6 à 8 mois de la saison de pousse.

b) Gelidium

Cette algue est assez longue à atteindre sa maturité et, de ce fait, la culture est chère et ne se pratique pas sur une grande échelle.

On utilise les mêmes techniques que pour la culture des Undaria : une corde, fixée à ses extrémités par des blocs de béton, est maintenue à la surface à l'aide de flotteurs ; les plantes de Gelidium sont fixées sur cette corde.

B - ALGUES BRUNES1°) Renouvellement du Macrocystis aux Etats-Unis (1)

Depuis 1940, on notait une baisse notable des réserves de *Macrocystis pyrifera* le long des côtes californiennes. Bien que plusieurs phénomènes de ce type aient été enregistrés depuis 1910, une étude exhaustive du problème fut entreprise par le Docteur North qui conclut que la présence d'oursins détruisait de nombreux champs, ces oursins se développant du fait de l'absence de prédateurs (loutre de mer).

Le seul obstacle au développement de champs immenses est la présence de prédateurs importants (oursins). North estime que des champs de 2 000 plantes adultes peuvent résister aux prédateurs (si en plus l'augmentation globale du poids du champ d'algues est de 600 kg par jour), aux actions néfastes des élévations de température et aux tempêtes. Des champs de taille inférieure sont rapidement détruits, d'où l'importance du maintien de la quantité des algues dans un champ.

Le cycle de reproduction du *Macrocystis* est typiquement celui d'une laminariale. La reproduction sexuée est assurée par certaines folioles situées près du crampon. Ces folioles appelées sporophylles se caractérisent par l'absence de pneumatocyste à leur base, leur forme plus étroite (Chili) ou leur taille plus réduite (Californie), leur contour épineux et la présence d'un anneau bleuâtre sur leur pédicelle.

A certains moments, elles se couvrent de taches brunes : les spores. Ces zones sont constituées par des milliers de très petits sacs contenant de nombreux grains microscopiques qui sont les spores. Chaque sac s'ouvre à maturité et libère les spores biflagellées (32 au plus) qui nagent pendant 12 à 24 heures, puis se fixent et germent chacune en un filament plus ou moins ramifié : le prothale mâle ou femelle dont il est issu. Après 1 ou 2 semaines de développement végétatif, le prothale produit, selon son sexe, soit des gamètes mâles petits et mobiles car biflagellés, soit des gamètes femelles ronds et immobiles. Le zygote qui résulte de la copulation de ces deux types de gamètes donnera la plantule.

(1) On ne peut parler, ici, vraiment d'aquaculture

Il est facile d'obtenir toutes les phases de ce cycle en culture axénique en laboratoire et, une fois les plantules apparues et fixées sur un support (1), de les transplanter dans le milieu naturel. Cette technique est employée par le Docteur North pour la reconstitution des champs de San Diego. Trois mois sont nécessaires avant que le développement de ces plantules ne soit définitif (2).

Une autre technique peut être employée, mais elle est moins économique. La culture se fait alors sur des cordes dans des boîtes de Pétri, et une fois ces plantules développées ces cordes sont immergées. Actuellement, seule une plantule sur 100 000 a des chances de se développer ; il est vrai que l'immersion des plantules se fait par milliards.

2°) Culture de l'Undaria au Japon

Cette culture a commencé en 1963 et produit actuellement 60 000 tonnes par an.

Pour fixer les spores que l'Undaria développe à la fin de la saison, les pêcheurs utilisent des "cordes" synthétiques de 2 à 3 mm de diamètre et de 100 m de long maintenues sur des cadres en fibres synthétiques. Ces cordes sont plongées dans un réservoir rempli d'eau de mer contenant un grand nombre de spores qui, après quelques heures, se fixent sur celles-ci. Elles sont ensuite fixées dans la mer à une profondeur de 1 m environ. La température optimum de pousse de l'Undaria étant de 10°C, les spores poussent plus vite en hiver ; la température de l'eau ne doit pas dépasser 25°C et la luminosité doit être de 500 Lux (ou 1 000 Lux à 20°C).

La récolte s'effectue en coupant l'algue quand elle a atteint 1 m de long, celle-ci est ensuite séchée au soleil ou en séchoir mécanique.

On estime que 1 m de corde fournit 10 kg de tissus dans le nord du Japon (eau froide) et 5 kg dans les régions plus chaudes du Sud.

(1) Support en film plastique que l'on découpe

(2) Source : M. Perez : Sciences et Pêches, n° 233

OFFRES DE COLLABORATION AVEC LA FRANCE

Plusieurs offres de service nous ont été faites de la part d'industriels argentins proposant des algues brunes :

- Patagonia Commercial qui exploite déjà des *Macrocystis* et offre 1 000 tonnes par an sèches (moulues ou non) pour commencer, dans l'éventualité d'un marché sûr et régulier sur la base d'un prix de 185 dollars par tonne (juin 1973). Plus tard, la récolte pourrait augmenter et atteindre 5 000 tonnes sèches par an.

- M. Marquès (1) offre une concession de 150 km de côte Atlantique (de Cabo Blanco à Puerto Pozos, autour de Puerto Deseado), produisant 500 tonnes sèches de *Macrocystis* et *Lessonia* (2). Cette offre s'adresserait plutôt à la formation d'une entreprise conjointe (Marquès et groupe français, par exemple) d'exploitation et, éventuellement, de production d'acide alginique et d'alginate, une usine pilote de Puerto Deseado ayant déjà produit ce gel.

M. Marquès a estimé, en 1974, le coût de revient des *Macrocystis* à 1 050 pesos par tonne d'algues sèches rendue à Buenos Aires dans les conditions actuelles de récolte, et à moins de 1 000 pesos par tonne avec un bateau récolteur de 20 tonnes de capacité (capacité supérieure impossible en Argentine du fait de la topographie (3)), le prix moyen de l'acide alginique pouvant alors être de 4,50 dollars par kg.

-
- (1) Profesor honorífico, Doctor - Asesor científico - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
 - (2) Ainsi d'ailleurs qu'une partie de côte située entre Puerto Maqueda et Puerto Murphy (dans le golfe San Jorge), produisant environ 50 tonnes par an de *Gigartina* sèches.
 - (3) Source : Industrialización de las algas marinas. Anibal Roberto Marquez - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

- Alpasa offre une concession pour 25 ans, renouvelable 4 fois après industrialisation, de 100 km, voisine de Puerto Deseado et capable de produire 60 000 tonnes de *Macrocystis* humides en une récolte (1) (mais deux récoltes semblent possible ?), soit environ 6 000 tonnes d'algues sèches ; la récolte pourrait être faite en bateau de moins de 5 000 tonneaux, et le nombre de jours de récolte pourrait avoisiner 200 jours par an. La technologie de fabrication de l'alginate est en possession de Alpasa, de même que les ingénieurs nécessaires. Des études des réserves, de la variation de la teneur en alginates, etc. ont déjà été entreprises. Puerto Deseado où existe de l'eau douce pourrait être le lieu d'implantation d'une unité (2).

-
- (1) Un champ de *Macrocystis* de la région a 10 km de long et 500 m de large.
- (2) Alpasa peut fournir un avant-projet donnant la rentabilité, la teneur en alginates, etc., et est prêt à envoyer des algues à des industriels français.

POSSIBILITES DE DEVELOPPEMENT DE LA RECOLTE ET DE
L'INDUSTRIALISATION DES MACROCYSTIS AU CHILI OU EN ARGENTINE

Devant l'importance des réserves en algues brunes encore inexploitées, il semblerait très possible d'implanter dans l'un de ces pays une usine d'alginate ou de pré-alginate, ce produit étant alors exporté en Europe ; en effet :

- les algues brunes sont très abondantes comparées à celles de l'Ecosse, du Canada et des Etats-Unis ; leur densité est élevée et au moins comparable à celle de Californie ; leur distribution est continue au large de toute la côte ;
- le rendement en acide alginique atteint environ 30 % et est supérieur à celui des Laminaires utilisés en Europe ;
- le marché est limité actuellement, mais se développera dans l'avenir, de même que dans les autres pays d'Amérique du Sud ; enfin, il n'existe pas actuellement de concurrent dans ce continent (à l'exception d'une petite usine de pré-alginate au Chili) ;

Cependant, quelques facteurs sont à considérer ; par exemple :

- la nature rocheuse du littoral et sa pente rapide empêchent l'emploi de techniques très mécanisées comme il en existe en Californie et en Ecosse ; seules des barques peuvent être employées au Chili, mais en Argentine des bateaux d'assez gros tonnage sont possibles. Ce facteur augmentera le prix de revient des algues et risque de compenser le gain réalisé sur la main-d'oeuvre, relativement aux pays développés, comme la Californie ou l'Ecosse. A noter cependant qu'une partie des algues épaves pourra être récoltée facilement ;

- les jours de récolte possibles sont limités dans le Sud (en Terre de Feu en particulier) à 7 mois maximum en raison des intempéries et d'un séchage impossible en hiver en l'absence de machines artificielles ;
- la richesse en alginates est maximum au printemps et la teneur varie avec les plantes employées, l'état de la plante (fertile ou stérile) et la profondeur ; de plus, les *Durvillea* donnent un gel épais ;
- le marché local est limité actuellement et il faut compter essentiellement sur la demande étrangère ;
- il existe actuellement un problème d'eau douce dans le Sud mais, par contre, l'existence de "ports libres" pourrait diminuer les investissements ;
- problème d'approvisionnement en soude déjà produite mais en quantité insuffisantes pour approvisionner une demande supplémentaire ; d'autres unités devraient être mises en service.

L'avenir dépendra énormément du prix des algues ; les politiques gouvernementales sont de développer la récolte et l'industrialisation des produits dérivés.

On notera que des expériences de culture d'algues (*Gracilaria* et *Macrocystis* surtout), afin d'augmenter la production facilement récoltable - en effet, de nombreux endroits sont inaccessibles par manque de routes -, sont en cours mais limitées actuellement au laboratoire.

Il est également probable que la législation sur la récolte des algues va s'étendre notamment aux algues brunes, après des recherches sérieuses étudiant les conditions de récolte, rotation des endroits récoltés ou autres.

BIBLIOGRAPHIE

-
- M. G. Michaneck "Seaweed resources of the Ocean" - FAO Fisheries Technical paper n° 138 - 1975
 - B. Fouquet et G. Clément - Cahier des Ingénieurs Agronomes n° 292 - janvier 1975
 - W. Silversthorpe et P. Sorensen - Marine algae as economic resource - NOAA - Sea Front Program - 1971
 - Shunzo Suto - Mariculture of seaweeds and its problem in Japan NOAA Technical Report
 - A. Mathieson - Seaweed aquaculture - Marine Fisheries Review - Vol 37 - n° 1 - janvier 1975
 - C. Hunter - Edible Seaweeds - NOAA
 - J.F. Walter - La culture industrielle des algues comme source nouvelle de protéines à bon marché - CNEEMA - juin 1975
 - L. Druchl - Past, present and future of the seaweed industrie Underwater journal - octobre 1972
 - G. Trona Jr - Euchema farming in the Philippines - U.P. Natural Science Research Center - décembre 1974
 - M. Doty - Euchema farming for carreegenans - The Guest Advisory Report - april 1973
 - M. Doty et V. Alvarez - Seaweeds Farms : a new approach for U.S. industrie
 - M. Naylor - Production, trade and utilisation of seaweeds and seaweeds products - Premilary Draft - FAO
 - Federal Provincial Atlantic Fisheries Comitee - "Proceedings, Meetings on the Canadian Atlantic seaweeds industry" - Charlottetown - PEI - 1971

- Western Consultants - Review of the market potential for seaweed polysaccharide compounds of the agar family - 1973
- Californie Institute of Technology - Kelp habitat improvement project Annual Report - juin 1973 - juin 1974
- Science et Pêche - n° 216, 226, 233, 242, 246
- Instituto National de Pesca - La cosecha de algas comerciales in Baja California - Mexico 1974
- S. Lund et J. Christensen - On the collection of furcellaria in Denmark during the years 1961 - 1967
- R. Richard - L'acide alginique et les alginates
- The Philippine Journal of Science - décembre 1972
- I.S.T.P.M. - Revue des travaux - Tome XXX V III - 2 juin 1974
Tome XXX V II - 3 septembre 1973
- S. Guzman del Proc, Sara de la Campa de Guzman, Jose-Luis Granados Gallegos - "El Sargazo Crigante y su explotacion en Boja California - Décembre 1971
- FX Niell - Primary production in Rocky intertide of the N.W. Spain C.M. - 1975
- Environement Canada - Service de Pêches
 - . Marine plants experimental station minigash - P.E.I. - 1974-1975 Annual report
 - . The chondrus crispus - Furcellairia Fastigate - mars 1975
 - . Stdy of the gracilaria community in Hill River - mars 1975
 - . Phototransect studies of the chondrus crispus communities in the maritime provinces - mars 1975
- A.C. Neish et P.F. Shacklock - Greenhouse experiment on the chondrus T 4 - National Research Council - Atlantic regional laboratory - 1971
- J.H. Allen - A.L. Neish, D.R. Robson and P.F. Shecklock
 - . Experiments on cultivation of irish moss in the sea - 1971
 - . Further experiments on the vegetative Propoyation of chondrus T4 - 1971
- Frensh
 - . An appraisal of the sulse industry - 1974
 - . The irish moss industry - novembre 1970
- National Federation of Fisheries to operative - Monthly review - n° 2 1976
- Guide of myeong shin carrageenan and agar agar
- The Central Federation of Fisheries co-operatives Seoul Korea - Annual report 1974 et 1976

- IIe Colloque International sur l'Exploitation des Océans (Bordeaux - France) - Vol. 2 - 1-4 octobre 1974
- Produccion Pesquera de la Republica Argentina - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente Humano - Servicio Nacional de Pesca - 1973
- Delia R. de Halperin & Alicia L. Boraso - Bibliografia preliminar sobre aprovechamiento e industrializacion de las algas marinas bentonicas - Instituto Nacional de Tecnologia Industrial - Ministerio de Industria, Comercio y Minería - Buenos Aires - 1971
- Centro de Investigacion de Biología Marina - Estacion Puerto Deseado - Estacion Austral - Contribucion Tecnica n° 5, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17 - Buenos Aires
- Centro de Investigacion de Biología Marina - Auspiciado por el Instituto Nacional de Tecnologia Industrial - Resena 1960-1969 - Buenos Aires - 1969
- Centro de Investigacion de Biología Marina - Estacion Puerto Deseado - Estacion Austral - Contribucion Cientifica n° 67-68 - Buenos Aires
- Anibal Roberto Marquez - Industrializacion de las algas marinas - Buenos Aires - 1974
- Maria Olga Jaramillo - Las Algas en Chile - Servicio agricola y Ganadero - Division de Pesca y Caza - Santiago de Chile - 1975
- Division de Pesca y Caza - Departamento de Control, Difusion y Extension - Principales disposiciones legales sobre pesca - Ministerio de Agricultura - Servicio Agricola y Ganadero - Santiago de Chile - 1972
- Dong Ho Kim - A guide to the Literature and Distribution of the Benthic Algae in Chile - Part I - Gayana - Miscelanea n° 1 - Concepcion Chile - 1971
- Departamento Tecnico da Companhia Algimar - Farinha das algas marinhas na alimentacao dos animais
- Marc Kempf - Perspectives d'exploitation des fonds de maërl du plateau continental du N-E du Brésil - Institut de Recherche de la Marine, Brésil, et Coopération Technique, France

- E.C. de Oliveira Filho, I.P. Sazima - Departamento de Botanica, Inst. Biociencias da USP, Departamento de Zoologia, Univ. Estadual de Campinas - Estudos sobre a biologia de algas agarofitas - I - Recolonização brotamento e fenologia em populações naturais de *Pterocladia capillacea*
- Marc Kempf - Nota preliminar sobre os fundos costeiros da região de itamaraca (norte do estado de pernambuco, Brasil)
- Marc Kempf - Notes on the benthic bionomy of the N-NE Brazilian shelf - International Journal on Life in Oceans and Coastal Waters - Vol. 5, n° 3 - March 1970
- Paulo Moreira da Silva - Curso de Oceanografia de Pesca - Fundação de Estudos do Mar - Vol. I : Introdução, Vol. II : As Ondas - 1973
- Paulo de Castro Moreira da Silva - Projeto "Cabo Frio" - Instituto de Pesquisas da Marinha - Ministerio da Marinha - Rio de Janeiro - Brésil - 1969
- Louis D. Druehl and Yocie Y Braga - Growth and Succession of Tropical Phytoplankton Cultured in Deep Water - Estação de Biologia Marinha - Arraial do Cabo, Brésil - Publicação n° 93 do Instituto de Pesquisas da Marinha - Ministerio da Marinha - Rio de Janeiro - Brésil - 1976
- Yocie Yoneshigue Braga - Estudo Experimental de Cultura em Laboratorio de *Chlamydomonas* sp. - Publicação n° 056 do Instituto de Pesquisas da Marinha - Ministerio da Marinha - Rio de Janeiro - Brésil - 1971
- Yocie Yoneshigue Braga - Flora Marinha Bentonica da Baía de Guanabara e Cercanias - Vol. III : Rhodophyta - Publicação n° 055 do Instituto de Pesquisas da Marinha - Minsterio da Marinha - Rio de Janeiro - Brésil - 1971