

## Croissance et développement de *Cystoseira* (Phaeophyceae-Fucales) méditerranéens

Essais de cultures en mer

M. KNOEPFFLER-PEGUY

*Laboratoire Arago; Banyuls-sur-Mer,*

*et*

*Laboratoire de Biologie Végétale Marine, Université de Paris;*

*Paris VI, France*

**KURZFASSUNG:** Wachstum und Entwicklung mediterraner Cystoseiren (Phaeophyceae-Fucales). Kulturversuche im Meer. Etwa ein Jahr lang wurde die Entwicklung mediterraner *Cystoseira*-Arten (hauptsächlich von *C. mediterranea*) verglichen, die im freien Meer und im Aquarium bzw. im Laboratorium aufwuchsen. Es zeigte sich, daß Pflanzen vom natürlichen Standort auf dem Versuchsstand im freien Meer normal weitergediehen. Im Aquarium treiben – vermutlich wegen des schwächeren Lichtgenusses – die Frühjahrssprosse zeitiger aus, und die Herbstzweige erscheinen früher. Aus Eiern kultivierte Keimlinge entwickeln sich in künstlichen Nährmedien zunächst schneller, doch gleicht sich der Größenunterschied nach dem Umsetzen in das Meer oder Aquarium nach 6 Monaten aus. Die charakteristischen „Blätter“ erschienen aber bei den im Laboratorium kultivierten Pflanzen früher als bei den Vergleichspflanzen im Meer. In einer Aufzucht aus Herbsteiern erscheinen die „Blätter“ bereits im Februar, also zur gleichen Zeit wie bei den um ein halbes Jahr älteren Kulturen.

### INTRODUCTION

Les *Cystoseira* sont des Phaeophyceae, arborescentes touffues, très ramifiées et souvent de grande taille qui constituent généralement des peuplements denses et étendus. Ces Fucales sont particulièrement répandues en Méditerranée où elles jouent un rôle comparable à celui des grandes Fucacées et des Laminaires des côtes de la Manche et de l'Atlantique. Par leur taille et leur développement elles forment une fraction importante de la biomasse des Algues littorales; par leur morphologie, elles constituent des biotopes particuliers qui abritent une faune et une flore variée.

Il y a quelques années, des cultures de *Cystoseira mediterranea* avaient été tentées en laboratoire (PEGUY 1965) dans le but d'obtenir le cycle complet d'une Ectocarpaceae épiphyte, *Feldmannia caespitula* (J. AG.) KNOEPFFLER 1970. Les oeufs de *Cystoseira* émis à Banyuls et fixés sur un support de verre avaient été transportés, à l'état d'embryons de 2 à 3 mm de hauteur, au laboratoire de biologie végétale de la faculté des sciences d'Orsay où ils avaient poursuivi leur développement dans un incubateur,

en même temps que se développait, sur eux, un feutrage ectocarpoïde, objet direct de l'étude. Il s'agissait en effet d'obtenir, sur l'hôte que représentait le *Cystoseira*, la forme naturelle du *Feldmannia* épiphyte, car, en culture, les diverses générations successives de cette Ectocarpacée présentaient une morphologie différente de celle des plantes de la nature. Il était par conséquent logique de penser que la présence de l'hôte spécifique de cette Algue pouvait influencer sur son phénotype. C'est pourquoi les cultures de *Cystoseira* avaient été entreprises. Malheureusement, un nouveau transfert des jeunes (d'Orsay à Banyuls) fut fatal aux plantules alors âgées de 10 mois.

Le but recherché à cette époque ne put donc être atteint, mais ces cultures avaient permis de faire quelques observations sur les jeunes stades de développement des *Cystoseira* et de noter, en particulier, la présence de rameaux juvéniles différents des adultes.

Ces premiers résultats, d'une part, et de l'autre, la possibilité d'effectuer des cultures en pleine mer, dans la baie de Banyuls, nous ont incitée à reconsidérer le problème du développement et de la croissance des *Cystoseira*.

Il semblait intéressant, d'une part de rechercher si des individus jeunes, détachés de leur substrat et «transplantés» étaient susceptibles de croître normalement et d'évoluer, au cours de l'année, de la même façon que leurs congénères, et, d'autre part de comparer l'évolution d'embryons cultivés parallèlement au laboratoire et en pleine mer. Un rapide aperçu de l'aspect et de l'écologie des *Cystoseira* de la baie de Banyuls sera donné, avant l'exposé des résultats obtenus et des méthodes par lesquelles fut réalisée cette expérience *in situ*.

#### ASPECT ET ECOLOGIE DES CYSTOSEIRA DE L'ILE GROSSE DANS LA BAIE DE BANYULS

L'île Grosse, qui limite au sud la baie de Banyuls, a été choisie en raison de sa proximité du laboratoire, mais surtout en raison du fait qu'il s'agit de la localité type d'où SAUVAGEAU (1912) a décrit plusieurs espèces de *Cystoseira*. Sa constitution lui permet de présenter à peu près tous les biotopes et leurs intermédiaires. Il s'agit en effet d'un groupe d'îlots rocheux\* très rapprochés, reliés à la côte par une digue et constitués de schistes sériciteux plus ou moins métamorphisés et plissés qui offrent un substrat de choix à de nombreuses algues du médio et infralittoral.

Les marées lunisolaires de faible amplitude (25 à 30 cm) y sont masquées, comme sur toute la côte dans cette région, par d'importantes variations du niveau de l'eau (60 à 80 cm) dues aux variations de la pression atmosphérique.

Les premières expériences avaient d'ailleurs été installées au large de cette île; mais la proximité du port (de construction récente) et du lieu de déversement des égouts augmentait le taux de pollution et l'installation fût déplacée sur la rive opposée de la baie. La végétation se raréfie d'ailleurs et les espèces telles que *Cystoseira mediterranea* qui proliféraient il y a encore trois ou quatre ans sont en très nette régression.

Les quatre espèces\*\* de *Cystoseira* qui se rencontrent ici en surface devraient

---

\* Anciennement appelés «rochers du Fontaulé».

\*\* Dont une surtout sera plus particulièrement étudiée en culture.

théoriquement être toujours submergées; elles indiquent la limite supérieure de l'étage infralittoral (FELDMANN 1937), mais seule *C. mediterranea* constitue une ceinture véritable et homogène, au dessous des *Rissoella verruculosa* (Gigartinales) et du *Lithophyllum tortuosum* (Cryptonemiales). Il s'agit de: *C. mediterranea* SAUVAGEAU 1912, *C. elegans* SAUVAGEAU 1912, *C. caespitosa* SAUVAGEAU 1912 et *C. fimbriata* (DESF.) BORY 1838 (= *C. abrotanifolia* AGARDH).

### *Cystoseira mediterranea*

Cette espèce, chef de file d'un groupe défini embryologiquement par GUERN (1962), fréquente les rochers battus et exige des eaux très claires, une forte insolation, et surtout une température relativement constante. Elle ne supporte ni une immersion un peu prolongée ni une brusque élévation de la température. Il semblerait également qu'elle ait de gros besoins en oxygène, car elle affleure généralement le niveau saturé en oxygène et il est pratiquement impossible de conserver longtemps des individus adultes en eau de mer courante dans un aquarium sans accroître l'oxygénation du milieu par un apport artificiel de ce gaz et par agitation de l'eau.

Elle ne se fixe que sur les rochers horizontaux ou légèrement inclinés et disparaît dès que la roche présente un pan vertical.

*C. mediterranea* peut également se rencontrer dans des stations calmes mais « toujours au contact d'une grande quantité d'eau » (FELDMANN 1937), par exemple sur des rochers isolés au milieu d'une anse ou d'une baie, là où la température de l'eau côtière varie peu. C'est d'ailleurs, dans ces zones que les individus de *C. mediterranea* sont recouverts par des épiphytes particuliers à cette espèce et aux formes vicariantes: *Feldmannia caespitula*. Les longs pseudopouls de cette petite Ectocarpacee qui, en été, envahit les cryptes pilifères des rameaux supérieurs jouent vraisemblablement un rôle de protection contre la dessiccation (lors d'une émergence légère, temporaire et partielle des plantes) et les méfaits d'un ensoleillement trop intense.

*C. stricta*, l'espèce caespiteuse qui remplace *C. mediterranea* dans diverses régions de la Méditerranée occidentale et en particulier sur la Côte d'Azur, présente les mêmes besoins écologiques (OLLIVIER 1929).

Les peuplements à *C. mediterranea* aussi bien qu'à *C. stricta* ne constituent pas, à proprement parler, une association, malgré la constance remarquable d'un certain nombre d'espèces, comme en témoignent les relevés effectués par BOUDOURESQUE (1969). Les variations saisonnières de ces groupements correspondent surtout à des modifications des indices Abondance-Dominance, consécutifs aux divers états morphologiques successifs des *Cystoseira*.

En effet, les larges disques de fixation des *Cystoseira* s'opposent à l'établissement de grosses espèces, tandis que les frondes touffues ne permettent le développement, en sous-strate, que d'une petite végétation sciaphile, généralement épiphyte. La chute automnale des rameaux de *Cystoseira* permet à cette sous-strate de recevoir en hiver un maximum d'éclairement (faible en cette saison), ce qui entraîne un meilleur développement, en cette période, des espèces qui la constituent. Il est d'ailleurs à remarquer que le phénomène est inverse chez *C. stricta*, plante caespiteuse qui abrite

une flore dont l'expansion se situe, au contraire, au printemps et en été, différence qui se conçoit aisément puisque les quantités et les fluctuations annuelles de la lumière reçue par les deux sous-strates sont différentes. Dans les deux cas, cependant, la «quasi destruction annuelle, à une saison ou à une autre, de la fraction algale de la sous-strate sciaphile met en évidence la précarité des conditions d'existence dans de tels biotopes et son déséquilibre permanent» (BOUDOURESQUE 1970). D'autre part, le développement embryonnaire des espèces et l'inhibition partielle de leur reproduction indiquent que cet ensemble n'est qu'un «simple rappel marginal de la biocoenose de la roche sciaphile en mode battu» (ibidem) et ne forme pas une association au sens phytosociologique du terme; conclusion à laquelle était déjà parvenue BELLAN-SANTINI (1962, 1963) qui en étudiait la faune.

Cette constatation n'empêche aucunement les *Cystoseira* de constituer un biotope particulièrement apprécié de nombreuses espèces animales et végétales qui y trouvent un refuge contre l'insolation et le choc des vagues.

Comme la plupart des *Cystoseira*, les *C. mediterranea* sont des hémiphanérophycées qui passent par une période de repos végétatif. Ces Fucales perdent, à l'automne, tous leurs rameaux (ainsi que les épiphytes qu'ils hébergent, *Feldmannia caespitula*, *Streblonema valianthei* et *Sphacelaria hystrix* qui fréquentent également les espèces vicariantes); elles sont alors réduites aux moignons tronconiformes que constituent leurs courtes tiges primaires. C'est au cours de l'hiver que se développent les nouveaux rameaux qui présentent une vive mais temporaire iridescence. Tombant à la fin de l'été, ils sont remplacés par d'autres, plus courts, plus nombreux et très ramifiés portant des «feuilles» également plus courtes et plus rapprochées, ce qui donne à la plante un port nouveau assez voisin de celui des *C. caespitosa*.

Les réceptacles de printemps sont larges et compacts, formés par des «feuilles» bifides, à base renflée, soudées entre elles et au ramule. Les réceptacles d'automne, minuscules, sont formés par quelques «feuilles» soudées entre elles par leur base et les oeufs de cette espèce monoïque sortent, déjà fécondés, du conceptacle (GUERN 1962).

### *Cystoseira elegans*

Cette espèce «dominait à l'île Grosse» (SAUVAGEAU 1912) et remplaçait *Cystoseira mediterranea* dans les stations calmes et fortement éclairées, là où le substrat s'enfonce en pente douce et où les eaux s'échauffent trop pour permettre à ces derniers de subsister. Malheureusement, cette espèce a presque complètement disparu dans la région et ce n'est que pour mémoire qu'elle est signalée dans ce travail.

Son thalle reconnaissable, dans l'eau, à l'élégance de son port, présente des rameaux assez semblables à ceux de *C. mediterranea*, mais plus grêles; il en diffère par les tophules épineux que porte la tige.

Du fait de sa raréfaction, et même de sa disparition, cette espèce n'a pu être cultivée. Il est cependant intéressant de la citer ici car elle portait, en épiphyte, la forme *lebelii* (également plus frêle) FELDMANN 1937, de *Feldmannia caespitula*, forme qui pourrait fort bien constituer le gamétophyte mâle de cette espèce d'Ectocarpacée.

*Cystoseira caespitosa*

Appartenant, comme la précédente au même groupe embryologique que *C. mediterranea* (GUERN 1962), c'est actuellement l'espèce de *Cystoseira* la mieux représentée à l'île Grosse. De teinte toujours claire, verte puis jaune-brun, c'est une plante dont la taille ne dépasse guère 10 à 15 cm de haut. Son aspect extérieur est celui des *C. mediterranea*, en fin de saison, après la chute des rameaux estivaux. Elle en diffère par le fait qu'elle est caespiteuse (les deux espèces précédentes ne présentent qu'une seule tige primaire), mais surtout par ses réceptacles à conceptacles creusés dans des «feuilles» fertiles dont la base est bosselée et rougeâtre. Les premières de ces «feuilles» fertiles sont espacées et semblables aux «feuilles» végétatives; les suivantes se rapprochent progressivement les unes des autres et finissent par se souder entre elles et à l'axe. Tous les rameaux tombent à l'automne. Les nouveaux se reforment dès le début de l'hiver.

*Cystoseira fimbriata*

Egalement caespiteuse, mais vésiculifère et dépourvue d'épines, cette plante, commune sur les côtes méditerranéennes, ne présente pas de période de repos complet. Elle se distingue aisément des autres espèces par la largeur et l'aplatissement de ses rameaux primaires disposés en rosette. Au contraire des *Cystoseira* précédents ce n'est pas une indicatrice de mode. Elle se rencontre aussi bien dans les zones battues où elle conserve son aspect juvénile, à rameaux primaires et secondaires larges et aplatis, que dans les stations abritées où elle s'épanouit en magnifiques plantes de 60 cm. En mode calme, les rameaux primaires s'allongent et, devenant cylindriques, changent totalement l'habitus de cette algue.

## ETUDE EXPERIMENTALE

## Expériences en mer

L'appareillage (c'est-à-dire le cadre support en laiton) utilisé est celui qu'un chercheur belge, M. DUE, avait fait construire, au Laboratoire Arago, pour cultiver, en pleine mer, des *Codium*.

*Pieds âgés approximativement de 2 à 3 ans*

L'âge des plantes récoltées dans la nature est assez difficile à déterminer, même en se basant sur le résultat des cultures réalisées à partir d'embryons. Les *Cystoseira mediterranea* choisis avaient une dizaine de centimètres de hauteur. Les pieds de *Cystoseira fimbriata* étaient plus jeunes et leur taille ne dépassait pas deux à trois centimètres (Fig. 1).

Après avoir été nettoyés, mesurés (longueur de certains rameaux-repères) et éventuellement photographiés, les échantillons ont été enfermés dans des sacs de nylon à bluter (vide de maille = 50  $\mu$ ). Ces sacs, numérotés, ont été attachés à des cadres-supports munis de deux bouées, ancrés dans la baie, à une centaine de mètres du rivage, sous le cap Castell. Les algues se trouvaient ainsi immergées en surface (50 cm environ). Durant l'hiver, afin d'éviter les conséquences des violentes tempêtes d'est, et particulièrement la perte du matériel, l'ensemble de l'appareillage a été déplacé dans le vivier du laboratoire et remis en place à la belle saison.

### *Embryons et jeunes plantules*

Ceux-ci, fixés dans la mesure du possible sur un fragment de leur substrat, ont été placés dans des piluliers de plastique perforés, puis plus tard dans des boîtes VIBERT (conçues pour l'élevage des alevins de truites), elles-mêmes enfermées, à leur tour, dans les sacs décrits plus haut, et immergées.

Toutes les semaines ou tous les dix jours environ, l'état des algues était vérifié, celles-ci éventuellement mesurées et les sacs étaient remplacés. La petite taille du «vide de maille» du tissu qui constitue ces sacs empêche la fixation, sur les plantes étudiées, d'organismes autres que ceux qui s'y trouvaient à l'origine et tout particulièrement de diatomées. De ce fait, suivant l'emplacement de l'appareil dans la baie et suivant la saison, ces sacs se colmatent extérieurement plus ou moins vite. Il faut donc les relever régulièrement et les changer aussi souvent que possible.

Ces expériences in situ ont malheureusement subi quelques vicissitudes. La première tempête d'est, en novembre 1968, fit disparaître un certain nombre d'échantillons et, l'été suivant, la stupide curiosité des amateurs de plongée sous-marine détruisit ce qui avait été épargné en automne.

Les observations ne portent donc que sur un an.

## Expérience au laboratoire

### *Eau de mer courante*

Les plantes ont été conservées dans des bacs de plexiglass; un apport supplémentaire d'oxygène leur était fourni par l'intermédiaire d'un Belbul, et, pour éviter une trop grande prolifération des diatomées, l'eau de mer était filtrée, à l'arrivée, à travers un des sacs de nylon à bluter.

### *Milieu de culture artificiel*

Milieu de culture: il s'agissait d'eau de mer prélevée au large des côtes de Banyuls, vieillie à l'obscurité et enrichie en sels minéraux selon la formule mise au point par BOALCH (1961) pour des cultures d'Ectocarpacées (pH  $\approx$  7,2). Des essais ont également été faits avec le milieu de VON STOSCH (1963).

Tableau 1  
Allongement de certains rameaux-repères de l'année chez *Cystoseira mediterranea* (C.m.) et *C. foebriata* (C.f.)

Conditions		Plaine mer (→ 19/1/68) puis vivier										Eau de mer courante aquarium stalle (éclairage moyen)						Aquarium étude laboratoire (éclairage faible)
Plantes		Cm 1	Cm 2	Cm 3	Cf 6			Cf 5			Cm 4			Cm 11				
Dates	Longueur de certains rameaux- repères (mm)	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l				
fin printemps	{ 13-6-68 26-6-68	80	20	75	115	35	25	20	13	15	18	10	95	70	25	80		
		80	20	90	120	45	35	25	15	15	18	10	95	75	30	80		
été	{ 30-8-68 17-9-68	80	20	90	130	60	40	30	25	croissance nulle			croissance nulle			perte précoce des rameaux de printemps mort		
		45	35	80	145	60	50	35	25	25	38	20	15	15	20			
automne	{ 18-11-68	hauteurs des plantes réduites à leur base													disparition dans la tempête			
		35	43	34				dépérissement			dépérissement							
hiver	28-2-69	55	35	75	40				mort									
printemps	14-5-69	90	65	140	140	135												

**Conditions de culture :** jusqu'à la mi-novembre, les cultures ont été conservées dans une stalle de laboratoire exposée au N-W et éclairées naturellement (0# 15-16°). Par la suite, elles ont été placées dans une enceinte climatique dont la température était modifiée, chaque mois, en fonction de la saison et de la température de l'eau de mer en surface.

**Mise en culture :** les oeufs, fécondés à l'intérieur même du conceptacle, étaient émis au dessus de boîtes de Pétri en plastique remplies d'eau de mer naturelle, sur le fond desquelles les embryons se fixaient au bout de quelques heures. Repiqués au bout de 48 h, dans le milieu de culture choisi, la majeure partie de ces embryons était capable de se refixer au fond du nouveau récipient de culture. Le milieu était changé tous les 15 jours environ.

### Croissance et évolution des plantes âgées

Le 13 juin 1968, ont été récoltés une vingtaine de jeunes pieds de *Cystoseira mediterranea* et de *C. fimbriata* numérotés de 1 à 20. Sept. *C. mediterranea* et un *C. abrotanifolia* ont été immergés en surface dans la baie de Banyuls. Quatre autres échantillons furent au contraire conservés au laboratoire, en eau de mer courante soit dans une stalle, soit dans l'aquarium d'étude où l'éclairement est relativement faible, tandis que les derniers furent mis à pondre afin de suivre le développement des oeufs et des embryons.

*Cystoseira fimbriata*: Cette espèce connut un sort malheureux puisque l'un de ses représentants a péri en aquarium tandis que les autres étaient emportés au cours d'une violente tempête d'est au mois de novembre.

Cependant, si l'on se réfère au tableau, on peut constater, au bout de trois mois d'observations, un doublement de la taille des rameaux-repères dans les deux cas. La période de croissance la plus active se situe fin juin chez la plante «marine», tandis que pour la plante d'aquarium le démarrage ne s'est fait que dans les derniers jours d'octobre. Il y a eu un très net ralentissement en juillet-août. Au début de l'automne également certains rameaux de la plante «marine» se sont abondamment ramifiés en même temps que reprenait la croissance.

*Cystoseira mediterranea*: Les observations sont un peu différentes du fait de la biologie de cette espèce. Les Algues ont été récoltées à la fin de la période de végétation de printemps (Fig. 1). Aussi l'allongement des rameaux est-il faible ou nul au cours de l'été sauf pour l'échantillon apparemment le plus âgé. Dès le mois de septembre se produit la chute de certains rameaux tandis que les «feuilles» des rameaux qui les remplacent s'épaississent. Cette chute de rameaux est encore plus précoce chez les individus conservés au laboratoire; chez ceux-ci, les rameaux d'automne ne se sont pas développés.

En novembre les plantes sont réduites mais denses et «épineuses». Des *Ceramium* se sont développés en épiphytes, ainsi que des *Polysiphonia* et des *Sphacelaria*.

C'est à cette époque, après les pertes subies du fait de la tempête, que l'ensemble de l'appareillage a été transporté dans le vivier du laboratoire, où évidemment les plantes en observation étaient mieux protégées, mais où l'agitation de l'eau était

moindre. Dans le vivier comme au laboratoire, les divers individus ont passé les mois de décembre et de janvier à l'état de moignons troncifformes, mais ceux qui étaient conservés au laboratoire dépérissaient. L'un d'eux, cependant, présentait des extrémités légèrement iridescentes. Dès le mois de février les nouveaux rameaux de printemps ont commencé à s'allonger.

En mai, soit un an après le début de l'expérience, ces rameaux s'étaient allongés et les plantes présentaient l'habitus de leurs congénères in situ (Fig. 2). Replacées dans



Fig. 1: Echantillons âgés de *Cystoseira mediterranea* (Cm 1, Cm 2) récoltés le 13. 6. 1968 et placés en pleine mer

la baie à l'abri du cap Castell, elles continuèrent à se développer jusqu'au moment où elles disparurent, victimes de la curiosité des amateurs de plongée sous-marine. En un an, les *Cystoseira* ont grandi de un à trois cm environ.

### Developpement comparé des embryons cultivés au laboratoire et en pleine mer

Les *Cystoseira* récoltés le 16 juin 1968 ont émis leurs oeufs le même jour. Repiqués le 17. 6. 1968 dans le milieu de culture choisi, ils ont été maintenus à la température de la pièce (18° environ). Il est à remarquer que certains d'entre eux sont restés accolés et ont donné des pieds plus ou moins soudés qui se sont détachés par la suite.

Jusqu'en décembre les individus des trois lots se sont comportés de façon semblable. Au départ les algues placées en milieu de culture (eau de mer enrichie) semblent avoir

présenté une croissance meilleure que celles qui étaient simplement maintenues en eau de mer courante. Mais la différence s'est atténuée dès le début du mois d'octobre, lorsque certains échantillons ont été placés en pleine mer. Au bout de six mois, la forme et la taille des plantes étaient à peu près identiques. L'individu D a disparu au cours de la tempête. Les rameaux présentaient l'aspect lisse de la forme juvénile.

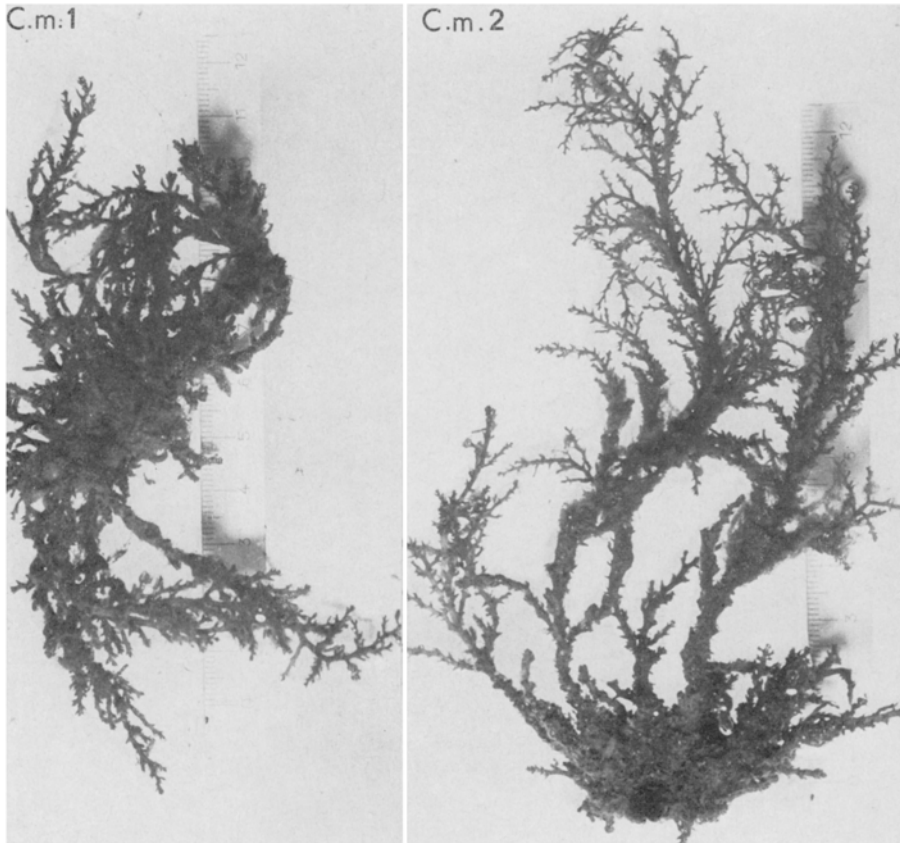


Fig. 2: Aspect de *Cystoseira mediterranea* (Cm 1, Cm 2) au bout d'un an: habitus normal des plantes de la nature

Les épines courtes et épaisses qui constituent les «feuilles» des algues de cette espèce ne sont apparues, chez les plantes en culture, qu'au mois de février, soit neuf mois environ après l'émission des oeufs (Fig. 3). L'individu C conservé en aquarium a dépéri, tandis que le rescapé de la tempête (E), dans le vivier, ne présentait pas encore de «feuilles» à cette époque et était un peu moins développé et un peu plus petit que les échantillons A et B cultivés en milieu artificiel.

Trois mois plus tard, en mai, la plante E était au contraire plus grande, mais toujours dépourvue de feuilles, tandis que l'aspect typique des rameaux feuillés de *C. mediterranea* était déjà très reconnaissable chez les individus A et B (Fig. 3).

Cependant ces derniers, maintenus en culture dans le milieu de base de BOALCH (1961) depuis leur naissance, restaient mous. Leur transfert, en octobre 1969, dans le milieu de VON STOSCH (1964), qui contient des vitamines, leur a donné du tonus et une consistance plus ferme. Quinze jours plus tard, certains rameaux semblaient «brûlés» comme dans la nature, tandis que quelques-uns étaient devenus blanchâtres et mous.

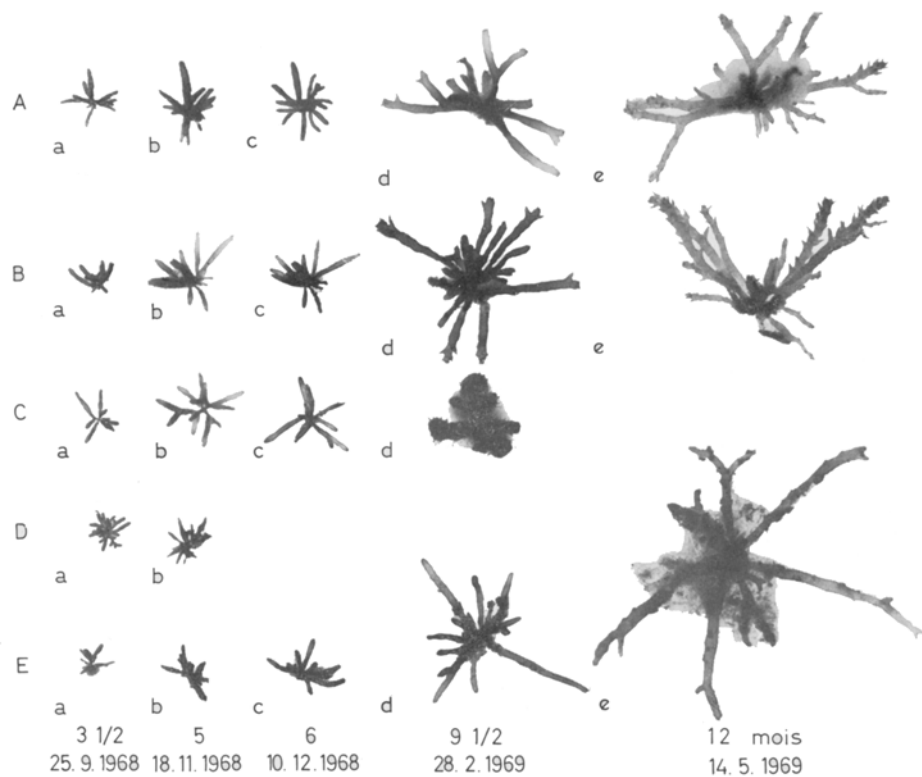


Fig. 3: Développement comparé des embryons de *Cystoseira mediterranea* cultivés au laboratoire et en pleine mer. Emission des oeufs: 13. 6. 1968. A et B: milieu de culture, a 18° C, b 18° C, c 13° C, d 9° C, e 12°-13° C; C: a-d eau de mer courante en laboratoire; D: a eau courante en laboratoire, b pleine mer et vivier, E: a eau courante en laboratoire, b-e pleine mer et vivier (× 1,5)

Cependant la plupart s'étaient allongés de 3 à 4 mm, et, sur cette longueur avaient repris la teinte et l'aspect normal des rameaux de *C. mediterranea* de la nature.

L'expérience, qui ne portait plus que sur deux échantillons, a été arrêtée au mois de décembre 1969.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

## Echantillons âgés

Bien que les algues aient été «transplantées» et détachées de leur substrat, l'évolution se poursuit naturellement en pleine mer.

Chez les deux espèces, le Tableau 1 indique que la croissance se ralentit en juillet-août, pour reprendre en septembre, reprise qui coïncide avec la poussée des rameaux d'automne. Celle-ci n'a d'ailleurs pas lieu chez les individus conservés en eau de mer courante, chez lesquels la chute des rameaux de printemps est beaucoup plus précoce. En mer, les rameaux caduques semblent se décomposer très rapidement après leur chute car il n'en reste guère de trace dans les sacs.

Le développement des rameaux de printemps débute à la fin de janvier; même en aquarium, ils présentent une faible mais nette iridescence.

La croissance est d'autant plus rapide en mer que les plantes sont plus jeunes. Les échantillons de *C. fimbriata*, C.f. 5 et C.f. 6 ont doublé en trois mois. Chez les *C. mediterranea*, seul *C. m.* 2 a vu sa taille doubler en un an, tandis que les autres échantillons ne s'allongeaient que de un à deux centimètres. Il est probable, que, dans la nature, à partir d'un certain âge, l'accroissement des plantes n'est pas beaucoup plus rapide; cet âge serait à déterminer.

De la comparaison du comportement de ces individus en mer, d'une part, et en aquarium d'autre part, se dégage une constatation: la précocité de la chute des rameaux semble en relation avec la diminution de la lumière. Celle-ci doit également être nécessaire à la formation des rameaux d'automne. Par contre, l'agitation de l'eau n'est pas indispensable dans la mesure où l'oxygénation est suffisante.

Ainsi, en mer, malgré la différence de biotope, l'évolution biologique se poursuit naturellement et les *Cystoseira* passent par les différentes phases de végétation normales entrecoupées par les périodes de repos.

## Embryons et jeunes plantules

Au cours des premiers mois, le développement des plantules semble être meilleur en milieu artificiel qu'en mer, mais à l'âge de six mois tous les individus sont identiques. Par la suite une certaine différence se constate: les algues cultivées artificiellement sont feuillées à l'âge de 9 mois, tandis qu'en mer les autres ne le sont pas encore au bout d'un an. Par contre la taille de ces dernières est légèrement supérieure et la consistance plus ferme. Il semblerait que le manque de fermeté des *Cystoseira* cultivés au laboratoire soit dû à une carence en vitamines puisque le fait de changer de milieu et d'utiliser du VON STOSCH remédie immédiatement à cet état de fait.

Un autre fait est à noter: à différentes reprises, plusieurs oeufs sont restés accolés après leur émission et se sont développés ainsi; cela expliquerait que, dans la nature, certains pieds de *Cystoseira* appartenant sans conteste à l'espèce *C. mediterranea* soient caespiteux.

Il est d'autre part intéressant de comparer l'évolution de ces embryons nés en juin avec ceux qui avaient été cultivés quelques années plus tôt à partir d'oeufs émis à la fin du mois d'août (PEGUY 1965).

A l'âge de 3 mois ces derniers étaient beaucoup plus grands: certains rameaux atteignaient 12 mm, alors que ceux des individus nés au printemps ne dépassaient guère 3 à 4 mm.

De même, l'apparition des «feuilles» était beaucoup plus précoce: dans le premier cas elles faisaient leur apparition dès l'âge de 5 mois, dans le second, à l'âge de 9 mois. Cependant la formation de ces «feuilles» a eu lieu, dans les deux cas, au mois de février, ce qui semblerait indiquer une relation avec les conditions externes, indépendamment de la notion d'âge.

Ainsi, il semblerait que le développement des embryons nés en fin de saison soit accéléré par rapport à celui des *C. mediterranea* de printemps, de manière à ce qu'à la fin de la première année le retard soit comblé.

Ceci n'est évidemment qu'une hypothèse et il faudrait reprendre ces expériences en détail.

De même il faudrait pouvoir comparer avec précision la croissance des plantes réellement in situ, fixées à leur substrat, avec les plantes transférées en pleine eau.

Enfin, il serait certainement intéressant d'étendre cette étude aux espèces de profondeur, telles que *C. opuntioides* et *C. spinosa* et en particulier de rechercher dans quelles conditions se forment les tophules.

Pour J. FELDMANN (comm. or.) les tophules sont des caractères héréditaires et non adaptatifs.

Cependant, à l'île Grosse, se rencontrent dans des zones relativement calmes des pieds de *Cystoseira* attribués à l'espèce *C. mediterranea*, que l'on aurait tendance à appeler *C. elegans*, si les tophules étaient présents.

Malheureusement cette espèce a complètement disparu de cette région et il est assez difficile de tirer une conclusion quant à ces «écomorphoses».

## RESUME

1. Comparaison du comportement et de l'évolution au cours d'une année de quelques pieds âgés et de quelques embryons de *Cystoseira* méditerranéens (principalement *C. mediterranea* SAUVAGEAU 1912) cultivés parallèlement d'une part en pleine mer, d'autre part au laboratoire en milieu artificiel ou en aquarium.
2. En pleine mer, l'évolution des échantillons âgés se déroule normalement. En aquarium, la chute des rameaux de printemps et la formation des rameaux d'automne sont d'autant plus précoces que l'éclairement est plus faible.
3. Le développement et la croissance des embryons sont à peu près semblables en mer et au laboratoire, mais les «feuilles» caractéristiques apparaissent beaucoup plus tôt sur les individus cultivés en milieu artificiel. Les jeunes plantules nées en automne évoluent beaucoup plus rapidement que les plantules de printemps.

## LITTÉRATURE CITÉE

- BELLAN-SANTINI, D., 1962. Etude faunistique et floristique de quelques peuplements infra-littoraux de substrat rocheux. Recl. Trav. Statn mar. Endoume **26** (41), 237–298.
- 1963. Etude quantitative du peuplement à *Cystoseira stricta* (MONTAGNE) SAUVAGEAU. Rapp. P.-v. Réunion. Commn int. Explor. scient. Mer Mediterr. **17**, 133–138.
- BOALCH, G. T., 1961. Studies on *Ectocarpus* in culture: I. Introduction and methods of obtaining uni-algal and bacteria free cultures. J. mar. biol. Ass. U.K., **41**, 279–286.
- BORY DE SAINT VINCENT, J. B., 1838. Nouvelle flore du Péloponèse et des Cyclades. Paris.
- BOUDOURESQUE, C. F., 1970. Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Thèse. Marseille-Luminy, 623 pp.
- FELDMANN, J., 1937. Les algues marines de la côte des Albères. III: Phaeophyceae. Revue algol. **9**, 243–345.
- 1938. Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères. Revue algol. **10**, 1–339.
- GUERN, M., 1962. Embryologie de quelques espèces du genre *Cystoseira* AGARDH, 1821. Vie Milieu **13**, 649–679.
- HAMEL, G., 1931–1939. Phéophycées de France. Paris, 431 pp.
- OLLIVIER, G., 1929. Etude de la flore marine de la Côte d'Azur. Annls Inst. océanogr. Monaco (N.S.) **7**, 53–173.
- PEGUY, M., 1965. Sur la croissance en culture de quelques individus de *Cystoseira mediterranea* (J. AG.) SAUVAGEAU en vue de l'étude du cycle de reproduction d'une Ectocarpacée épiphyte. Vie Milieu (A) **16**, 811–819.
- SAUVAGEAU, C., 1912. A propos des *Cystoseira* de Banyuls et de Guéthary. Bull. Stn biol. Arcachon **14**, 133–556.
- 1920. A propos des *Cystoseira* de Banyuls et de Guéthary. Bull. Stn biol. Arcachon. (Suppl.) **1**, 3–52.
- STOSCH, H. A. VON, 1964. Wirkungen von Jod und Arsenic auf Meeresalgen in Kultur. C.R. IV. Congrès international des algues marines, Biarritz 1961 (Seaweed Symposium). Pergamon Press, Oxford, 142–150.

Adresse de l'auteur: M. KNOEPFFLER-PEGUY  
Laboratoire Arago  
Banyuls-sur-Mer  
France