

LES CORALLINACÉES (RHODOPHYTA, CRYPTONEMIALES) DES CÔTES DU QUÉBEC.

I. *CLATHROMORPHUM* FOSLIE (1).

Par

André Cardinal, Jacqueline Cabioch *

et

Louise Gendron

Département de Biologie, Université Laval, Québec G1K 7P4

* Station biologique, 29211 Roscoff, France.

Résumé

C. circumscriptum et *C. compaction* sont deux espèces, l'une essentiellement littorale, l'autre infralittorale, souvent difficiles à distinguer. L'étude de leurs variations anatomiques a permis une meilleure définition des caractères spécifiques et fait apparaître certaines particularités morphogénétiques tout à fait remarquables, liées aux potentialités de régénération des cellules périthalliennes. Ces particularités les distinguent nettement des autres Lithothamniées.

Introduction

Bien que dans l'Est du Canada les Corallinacées constituent souvent une fraction importante de la couverture végétale côtière, leur étude a jusqu'à présent fort peu attiré l'attention des chercheurs. En ce qui concerne les côtes du Québec, les espèces anciennement mentionnées, parfois avec quelques erreurs, dans la littérature, ont été regroupées dans le travail de Cardinal (1968). En outre, on trouve dans les publications de Cardinal (1967 a et b) et de Cardinal et Villalard (1971) des listes d'espèces accompagnées des caractères de leur distribution, leur identification étant due pour la majeure partie à W.H. Adey. Dix-neuf espèces ont ainsi été mentionnées sur les côtes de l'Est du Canada (South, 1976) dont une importante proportion se rencontre sur les côtes québécoises.

L'importance écologique de ces Algues ainsi que les difficultés fréquemment rencontrées pour leur identification rendaient une étude locale nécessaire. Dans un premier temps, notre intérêt s'est porté sur les représentants du genre *Clathromorphum*, abondam-

(1) Contribution au Programme du Groupe interuniversitaire de Recherches océanographiques du Québec (GIROQ).

ment distribué aussi bien dans la zone de balancement des marées que dans l'étage infralittoral. Nous étendrons ultérieurement nos recherches aux autres Corallinacées du Québec. Sur ces bases, nous espérons ensuite être en mesure d'étudier ce même groupe pour l'ensemble des côtes de l'Est du Canada.

Le genre *Clathromorphum* fut créé par Foslíe (1898 a) pour regrouper un certain nombre d'espèces alors classées parmi les *Lithothamnium*. Dans une seconde note, l'auteur distingue deux sections dans ce genre (Foslíe, 1898 b), selon que les conceptacles disparaissent après maturation (section des *Epibotroideae* avec comme type le *C. circumscription*), ou bien persistent dans les tissus âgés du thalle (section des *Endobotroideae* avec le *C. compaction* pour type). La définition de ce genre, basée essentiellement sur la forme des conceptacles et leur devenir après l'émission des spores, est longtemps demeurée insuffisante et de nombreux auteurs ne l'ont pas adoptée. Cette insuffisance se reflète d'ailleurs dans les multiples modifications intervenues par la suite. Foslíe (1905) transforme le genre *Clathromorphum* en sous-genre de *Phymatolithon* également créé par lui en 1898 (Foslíe, 1898 a). Cette nomenclature est reprise ensuite par quelques auteurs (Foslíe, 1929 ; Taylor, 1957) tandis que le genre *Clathromorphum* est utilisé à nouveau par Mason (1953) ainsi que par Masaki et Tokida (1961). Par contre, de nombreux auteurs estiment encore injustifiée la subdivision du genre *Lithothamnium* (Lemoine, 1911 ; Cabioch, 1972).

La tentative d'une nouvelle définition revient à Adey (1965, 1966) qui la fait désormais reposer sur des bases morphogénétiques tirées du fonctionnement du méristème périthallien et de la forme de l'épithalle. L'auteur précise en outre (Adey et Lebednik, 1970) que le genre *Clathromorphum* s'applique bien aux trois espèces « arctiques » : *compactum*, *circumscription* et *loculosum* ; il propose avec une certaine hésitation d'y inclure certaines espèces classées parmi les *Polyporolithon*. Adey et Johansen (1972) y transfèrent en effet le *P. parcum*. Un travail récent (Lebednik, 1976) étudie six espèces de la côte ouest-américaine et les regroupe dans le genre *Clathromorphum*. Ce sont : *C. circumscription* (Strömfeít) Foslíe, *C. compactum* (Kjellman) Foslíe, *C. loculosum* (Kjellman) Foslíe, *C. neoreostratum* Lebednik, *C. parcum* (Foslíe) Adey et *C. reclinatum* (Foslíe) Adey.

Le genre *Clathromorphum* est représenté sur les côtes du Québec par deux ensembles d'individus auxquels les auteurs ont attribué successivement la valeur d'espèces (Foslíe, 1898 a ; Jonsson, 1901 ; Borgesen, 1902 ; Mason, 1953 ; etc.) ou non (Foslíe, 1905 ; Jonsson, 1912 ; Lemoine, 1911 ; Lund, 1959 ; Lee, 1969 ; etc.). Ces nombreuses péripéties de nomenclature, résumées dans le travail de Adey (1965), illustrent bien le caractère particulier de ces Algues, à savoir la difficulté de reconnaître aisément les coupures spécifiques et l'insuffisance de la définition du genre.

Notre étude n'ayant porté que sur les deux ensembles *C. circumscription* et *C. compactum* ne pourra nous amener à conclure sur la validité du genre que nous adopterons cependant pour une plus grande clarté de l'exposé, sans toutefois préjuger de sa valeur réelle.

Matériel et techniques

Les échantillons ont été récoltés sur les côtes du Québec par les auteurs depuis 1964. Ils ont généralement été fixés par le formol neutre (4 p. cent) et ceux qui ont été conservés à sec ont subi une réhydratation de plusieurs jours dans le formol. L'étude anatomique a été réalisée selon les techniques histologiques classiques après décalcification par le liquide de Perenyi, déshydratation, inclusion dans la paraffine et coupe. Les coupes (6 μ m), orientées dans le sens longitudinal radial, c'est-à-dire dans le sens de la croissance maximale ont été colorées par l'hématoxyline d'Ehrlich et la fuchsine acide.

Particularités morphogénétiques

C. compaction et *C. circumscription* (Planche III, 1, 2, 3) sont deux Algues toujours encroûtantes, le plus généralement épilithes, mais que l'on peut également rencontrer sur des coquilles de Mollusques. La surface de ces croûtes ne produit pas de protubérances mais leur épaisseur, dans les cas extrêmes, peut atteindre jusqu'à 3 cm selon nos propres observations.

La structure du thalle est une structure de type « lithothamnioïde » (Cabiocch, 1972) dont les caractéristiques d'ensemble sont communes à un certain nombre de genres sans parenté phylogénétique. Le thalle encroûtant apparaît composé essentiellement de deux parties : l'hypothalle et le périthalle (Planche I, 1).

L'hypothalle (Planche I, 4) est une nappe basale pluristromatique de filaments prostrés ; sa croissance, en principe indéfinie, est assurée par le cloisonnement des cellules initiales de ces filaments dont l'ensemble constitue un méristème pluristratifié, terminal et marginal.

Le périthalle, ensemble de filaments dressés verticaux à croissance définie, naît du cloisonnement pseudodichotomique des initiales des filaments hypothalliens. Les initiales de ces files dressées devenues intercalaires produisent, vers l'intérieur, des cellules périthalliennes et, vers l'extérieur, de courtes files de cellules à rôle protecteur constituant l'épithalle (Planche I, 3).

La présence, entre cellules de files voisines, d'anastomoses réalisées exclusivement sous la forme de fusions, complète le caractère « lithothamnioïde » de cette structure (Planche I, 2). En outre, l'existence de conceptacles asexués multipores insère ces espèces dans le vaste ensemble des *Lithothamnium* sensu lato. Les deux taxons présentent un certain nombre de caractères communs tels que le faible développement de l'hypothalle et, corrélativement, l'importance du périthalle. L'étude de nombreux échantillons a fait apparaître certaines particularités morphogénétiques remarquables qui diffèrent notablement de celles que l'on observe habituellement

chez les autres *Lithothamnium* sensu lato, certaines d'entre elles étant même communes aux *Lithophyllum*. Ces particularités se résument ainsi :

a) Le méristème intercalaire périthallien.

Les initiales périthalliennes, bien qu'ayant un fonctionnement en principe défini, conservent durant toute la vie de l'Algue, une forme et des dimensions caractéristiques et demeurent parfaitement reconnaissables. Elles se remarquent par leur grande taille (2 à 3 fois la longueur des cellules périthalliennes) et leur contenu dense bien que différencié. Elles se distinguent ainsi très nettement des cellules périthalliennes sous-jacentes qui sont généralement courtes et ovoïdes, ainsi que des cellules épithalliennes qui les surmontent. Ces dernières ont une forme et des dimensions caractéristiques ; elles ont une paroi épaisse et apparaissent disposées en courtes files généralement dissociées sur les coupes (Planche I, 3 et 5). Très souvent, on observe au niveau des initiales, à peu près en leur milieu, une discontinuité dans la paroi cellulaire (Planche I, 5) qui se remarque par une colorabilité plus grande par la fuchsine, vraisemblablement liée à la présence de sécrétions polysaccharidiques plus intenses. Par ailleurs, Adey (1965) a observé à ce même niveau, sur les lames calcifiées, une discontinuité de la calcification. De telles zones ont déjà été décrites à différents niveaux du périthalle de certains *Lithothamnium* par Lemoine (1911).

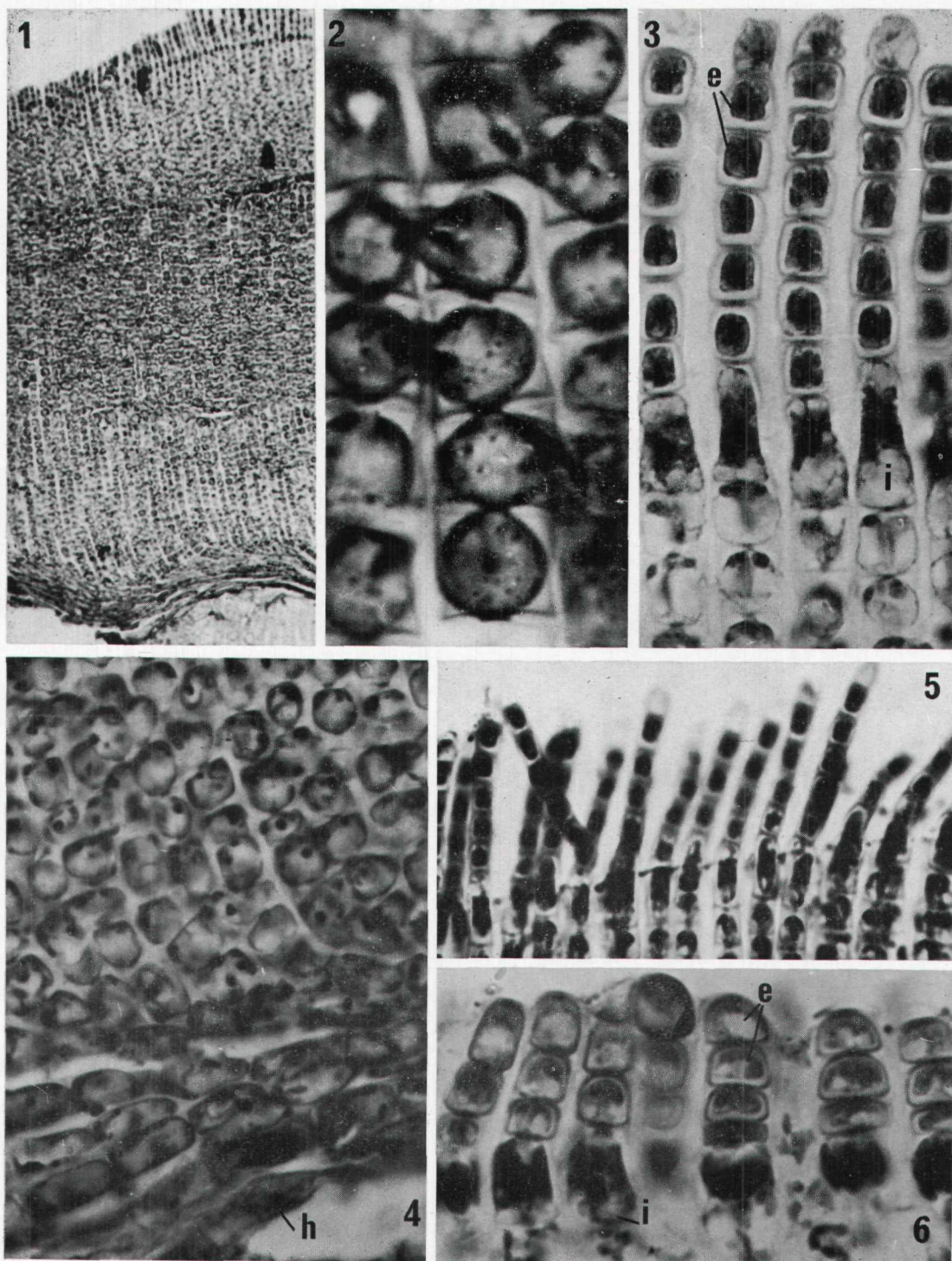
De la base vers le sommet des files, les cellules périthalliennes montrent une évolution progressive de leur contenu et la dégénérescence des plus externes d'entre elles. Une étude récente, réalisée à l'aide de la microscopie électronique, a révélé le caractère sécréteur des cellules épithalliennes des Corallinacées (Giraud et Cabioch, 1976), cellules que l'on avait longtemps considérées comme mortes ; elle a également montré sur l'exemple du *Lithophyllum incrustans* Philippi que, dans le cas des épithalles pluristratifiées, la modification progressive des cellules épithalliennes vers l'extérieur s'accompagne d'une accentuation de leur état sécréteur. Il en est vraisemblablement de même pour les *Clathromorphum* dont l'épithalle rappelle fortement celui de certains *Lithophyllum* (Planche I, 6).

b) La disposition des cellules périthalliennes en files dissociables.

Elle rappelle également l'aspect anatomique de certains *Lithophyllum* où, cependant, on peut observer des synapses secondaires entre les cellules de files voisines. Les cellules d'un même filament apparaissent contenues dans une trame polysaccharidique commune mais la cohésion des trames des différentes files parallèles est faible.

c) La présence de ramifications périthalliennes en « chevron ».

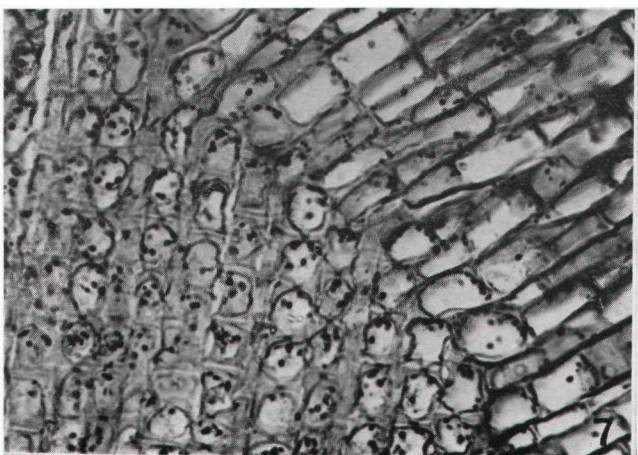
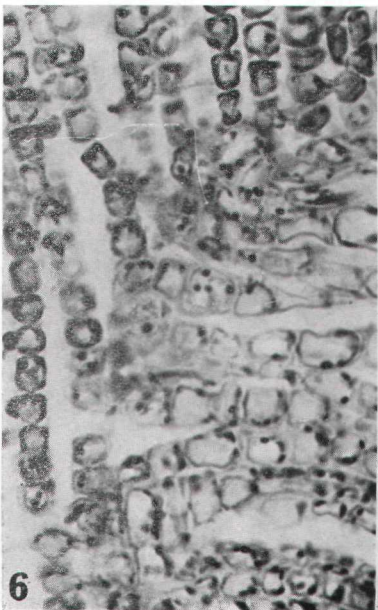
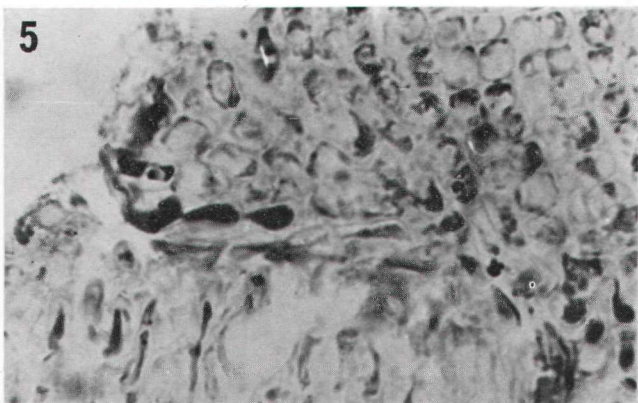
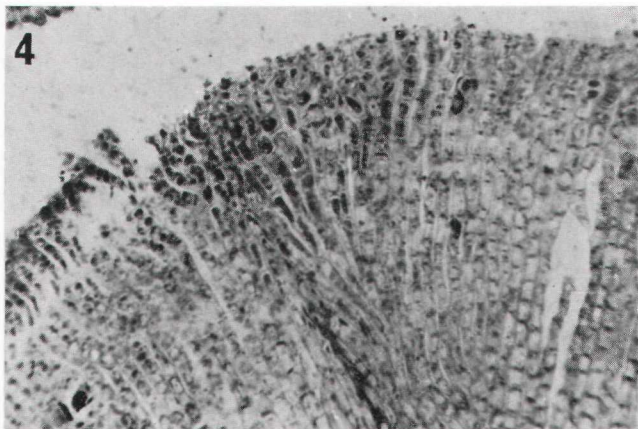
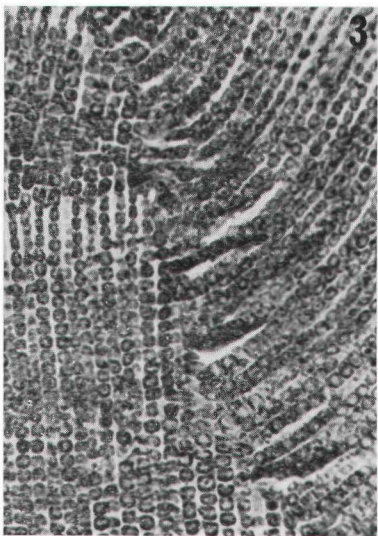
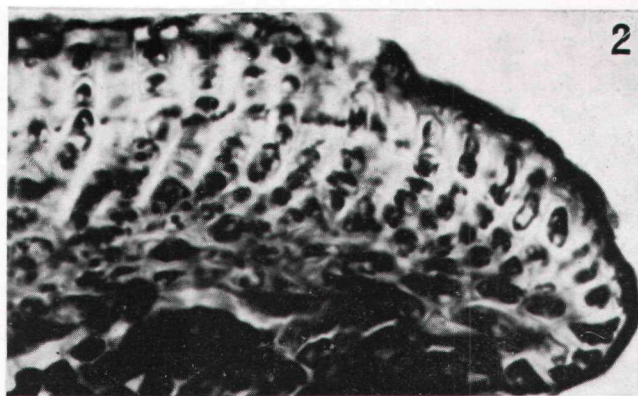
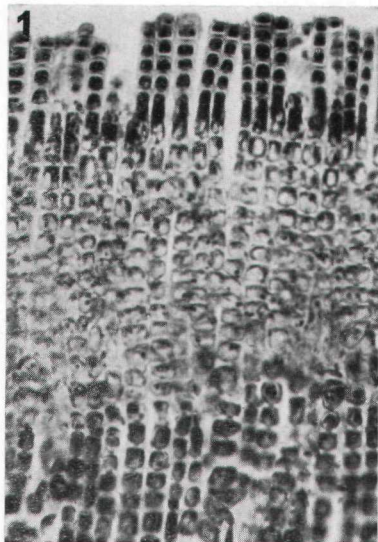
Déjà observées par Adey (1965), ce sont, localisées en certaines régions du thalle, des pseudodichotomies répétées d'un petit nombre



A. CARDINAL, J. CABIOCH et L. GENDRON

PLANCHE I

1 : *C. circumscriptum*, aspect d'ensemble ; 2 : id., détail des fusions cellulaires dans le périthalle ; 3 : *C. circumscriptum*, épithalle ; 4 : *C. compactum*, région basale d'une croûte passant par l'hypothalle ; 5 : *C. circumscriptum*, région épithallienne et discontinuité des parois au niveau des initiales intercalaires ; 6 : *L. incrustans*, détail d'une région épithallienne.
e : cellule épithallienne ; h : hypothalle ; i : initiale.



A. CARDINAL, J. CABIOCH et L. GENDRON

de files périthalliennes (Planche II, 3). Elles sont responsables notamment de l'aspect anguleux de la surface de certains échantillons. Des formations analogues ont été mentionnées chez les *Lithophyllum* (Cabioch, 1972).

d) Les modalités de la régénération.

Nos observations n'ont porté que sur la cicatrisation du périthalle qui est de beaucoup la région la plus développée du thalle. Cette régénération peut se présenter sous deux formes. Elle peut être « directe » lorsque les tissus lésés sont régénérés directement à partir de leurs cellules sous-jacentes demeurées intactes ; les traces de la réparation deviennent dans ce cas pratiquement invisibles. Elle est au contraire « indirecte » lorsque, cas le plus fréquent, elle fait intervenir l'apparition de structures intermédiaires différentes avant que ne se rétablisse l'anatomie normale du thalle.

La régénération « directe » a été observée lorsque, pour une raison quelconque, la région superficielle du périthalle se trouve éliminée. Les cellules périthalliennes sous-jacentes, amenées de ce fait en position externe, acquièrent des potentialités méristématiques et assurent rapidement la formation d'un nouveau méristème intercalaire à fonctionnement normal (Planche II, 1). Cela s'observe simplement lorsque la région épithallienne superficielle se trouve arrachée ou bien lorsque, par broutage, une région plus profonde est atteinte, ou bien encore, chez le *C. circumscriptum*, lors de la cicatrisation des conceptacles après disparition totale de leur contenu.

La régénération « indirecte » représente le cas le plus fréquent et offre plusieurs types de complexité. Lorsque, dans un premier cas, une région périthallienne meurt sans se trouver pour autant éliminée, les cellules périthalliennes voisines, demeurées intactes, acquièrent des caractères méristématiques et deviennent directement les initiales terminales hypothalliennes d'une croûte de régénération à structure juvénile mais complète (Planche II, 5) qui va progressivement recouvrir la région lésée.

Lorsque, d'autre part, une cassure périthallienne très profonde se produit, le phénomène est tout à fait différent. L'ensemble des cellules périthalliennes, amenées en position externe par suite de la cassure, deviennent méristématiques, mais se cloisonnent perpendiculairement à leur axe initial de croissance pour engendrer un faisceau de filaments typiquement périthalliens où s'organise rapidement un méristème intercalaire normal (Planche II, 4, 6 ; III, 4).

PLANCHE II

Différents aspects morphogénétiques des *Clathromorphum*.

1 : *C. circumscriptum*, traces d'une régénération directe dans le périthalle ; 2 : *C. circumscriptum*, détail d'une marge ; 3 : id., régénération indirecte d'une fracture périthallienne profonde ; 4 : id., ramification localisée des files périthalliennes (chevron) ; 5 : id., régénération indirecte d'une fracture périthallienne superficielle et formation d'une croûte juvénile de cicatrisation ; 6 : *C. compactum*, régénération indirecte d'une fracture périthallienne profonde ; 7 : même phénomène observé chez le *Pseudolithophyllum expansum* (Philippi) Lemoine pour comparaison.

Ultérieurement, un méristème hypothallien se différencie dans la région située en position basale et l'ensemble retrouve la structure habituelle. Cette différenciation tardive a pour conséquence le fait que, bien souvent, la croûte de cicatrisation a une orientation inverse de celle de la croûte originelle, avec un hypothalle situé vers le haut et un périthalle dirigé vers le bas. Les cellules de ces deux espèces semblent donc ne pas avoir une polarisation aussi marquée ni aussi définitive que celles des autres Lithothamniées. En outre, les modalités de la régénération indirecte rappellent en de nombreux points celle déjà décrite chez les Lithophyllées (Cabioch, 1972) (Planche II, 7).

Toutes ces particularités anatomiques et morphogénétiques confèrent à l'ensemble *C. compactum* — *C. circumscriptum* une grande originalité parmi les Lithothamniées. Malgré l'absence de toute comparaison avec les autres espèces actuellement classées parmi les *Clathromorphum*, il est permis de supposer à ces caractéristiques une valeur générique. Ces particularités morphogénétiques ne sont pas d'ailleurs sans rappeler celles du genre *Antarctocophyllum*, récemment remis à jour par Mendoza (1976) sur l'exemple de certaines espèces de Lithothamniées de Terre de Feu.

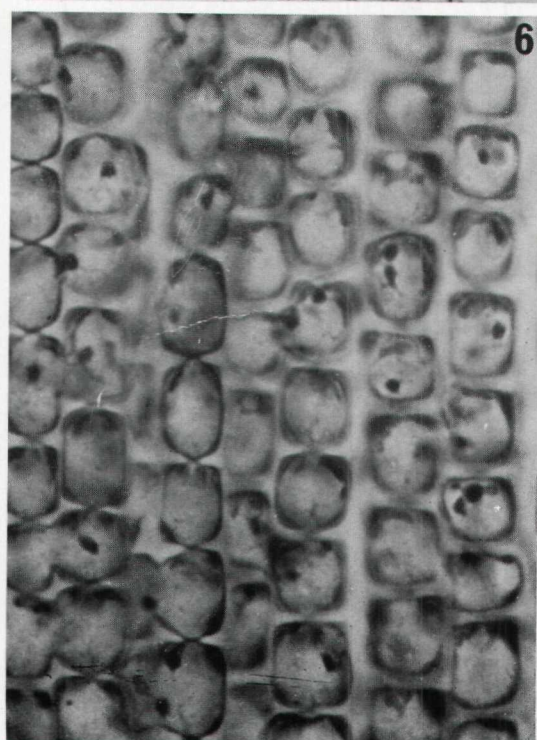
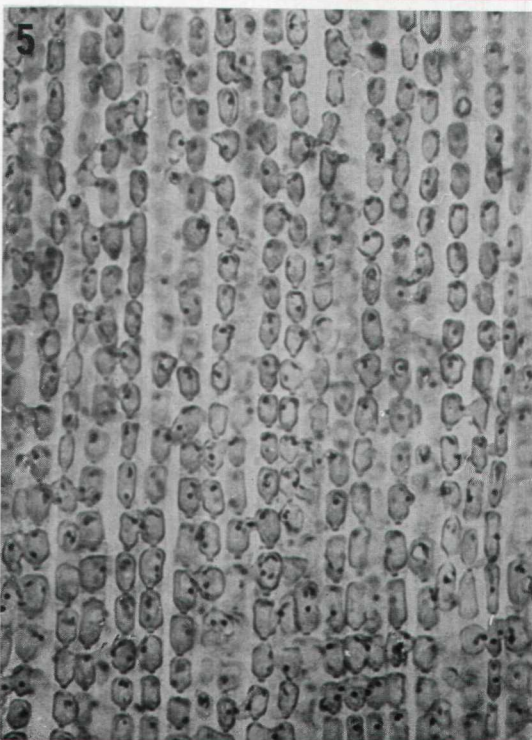
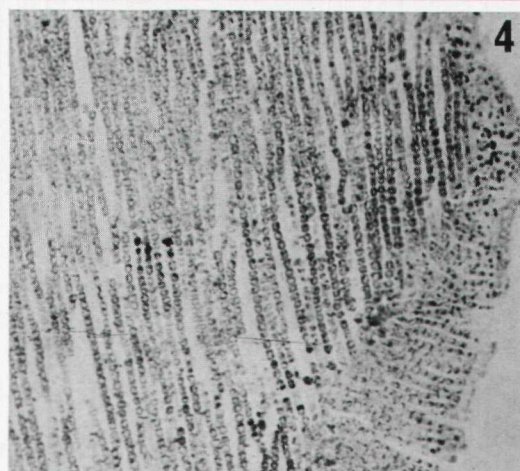
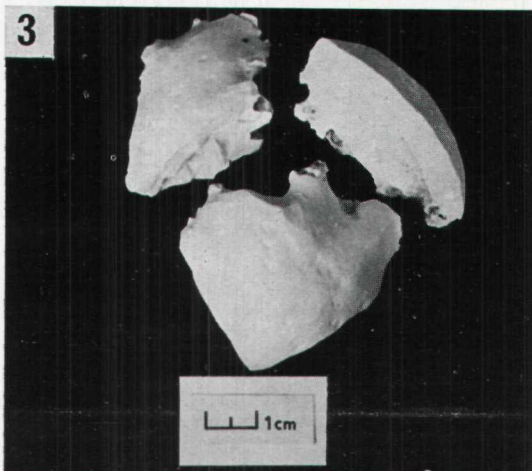
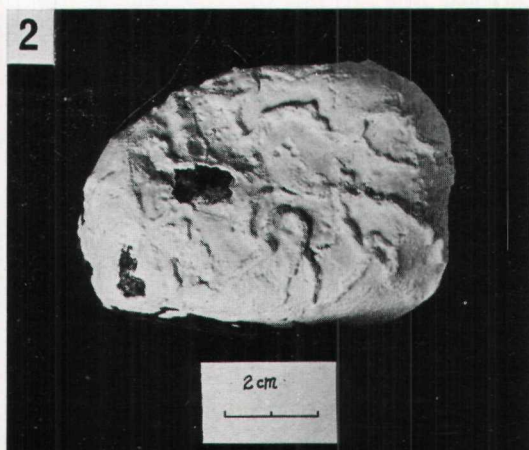
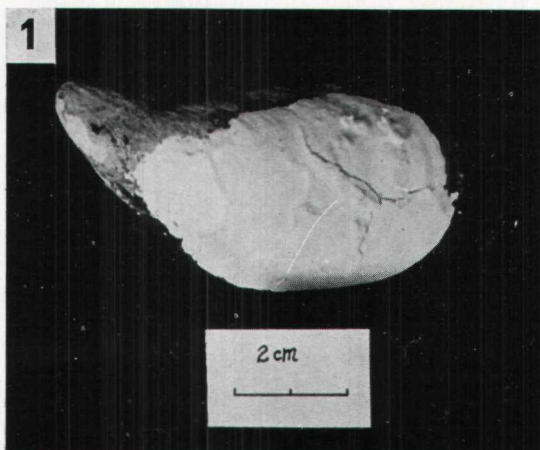
CARACTÈRES PROPRES A CHACUN DES DEUX TAXONS

La distinction des deux espèces est a priori fort difficile si l'on en juge par les nombreux remaniements taxonomiques auxquels elle a donné lieu dans la littérature. Malgré la mise au point de Adey (1965), il n'en reste pas moins que l'étude de très nombreux échantillons (190) nous a été nécessaire. L'analyse de nos résultats montre qu'en un lieu donné, les deux espèces apparaissent morphologiquement très dissemblables à leurs niveaux bathymétriques optimaux. Par contre, il semblerait que cette dissemblance s'estompe fortement aux niveaux où leurs limites de distribution réciproques se chevauchent. Les caractères anatomiques sont à première vue très semblables mais les nombreuses mensurations permettent cependant de distinguer deux groupes d'individus en relation avec les groupes morphologiques. Là encore, il semble qu'aux limites de leurs distributions, les différences anatomiques s'atténuent quelque peu. Cependant, un trop faible échantillonnage à ces niveaux critiques nous empêche d'approfondir cette hypothèse qui pourrait conduire à la réunification des deux espèces. Compte tenu de ces fluctuations, fonction semble-t-il de leur distribution bathymétrique,

PLANCHE III

Comparaison de *C. circumscriptum* et *C. compactum*.

1 et 2 : *C. circumscriptum*, aspect externe ; 3 : *C. compactum* id., ; 4 et 5 : *C. compactum*, deux aspects du périthalle ; 6 : *C. circumscriptum*, détail du périthalle.



il est alors possible de préciser les caractères morphologiques et anatomiques de ces deux taxons que nous préférons pour l'instant distinguer au niveau spécifique en conformité avec Adey.

a) Morphologie externe

Le *C. circumscriptum* est nettement la Corallinacée la plus abondante dans l'horizon inférieur de l'étage médiolittoral ainsi que dans la partie supérieure de l'infralittoral sur les côtes québécoises. Elle se raréfie ensuite rapidement pour ne plus apparaître que très sporadiquement jusqu'à une profondeur de 15 m. Elle forme, dans les cuvettes ou sur des cailloux ou de gros blocs à l'abri des grandes Algues, des croûtes relativement minces, d'épaisseur presque toujours inférieure à 5 mm. La marge peut être régulière et appliquée sur le substrat s'il est lisse. Généralement, la rencontre de deux thalles voisins provoque des irrégularités sous la forme de rebroussements ou de chevauchements. La surface généralement lisse devient rugueuse et irrégulière dans la région centrale où se localisent les conceptacles sujets à cicatrisation.

Le *C. compaction*, au contraire, se rencontre surtout dans l'horizon inférieur de l'étage infralittoral où il colonise les substrats durs en compétition surtout avec des représentants du genre *Lithothamnium* jusqu'à une profondeur de 30 m. Le thalle adulte peut atteindre jusqu'à 3 cm d'épaisseur selon nos observations. Sa surface est lisse et souvent pourvue de côtes ou d'arêtes régulières correspondant à des ramifications localisées du périthalle (« chevrons »). L'espèce, plus sciaphile que la précédente, serait, d'après Adey (1965), de couleur plus foncée que celle-ci, mais notre matériel ayant souvent été fixé depuis trop longtemps ne permet pas de confirmer cette distinction.

b) Caractères anatomiques

En coupe, les deux espèces présentent à première vue des structures très semblables. Nous avons cependant pu faire apparaître, à la suite de multiples mesures, des différences au niveau de chacune des régions du thalle. Ces différences se sont avérées statistiquement significatives par l'utilisation du test de « t » (Tableau 1). Ce test ne s'appliquant toutefois qu'à des données distribuées selon une loi normale, nous avons dû tester la normalité de celles-ci à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov qui a révélé une distribution normale pour chaque groupe de données.

L'hypothalle diffère d'une forme à l'autre tant par le nombre de couches de cellules le constituant que par les dimensions de ces cellules. L'hypothalle du *C. circumscriptum* comporte en moyenne 8 couches de cellules (8,12) alors que celui du *C. compactum* n'en possède que 6 (6,34). D'autre part, les longueurs et largeurs maximales des cellules hypothalliennes sont en moyenne supérieures chez le *C. circumscriptum* (34,5 µm contre 30,2 µm pour la longueur, et

8,7 μm contre 7,8 μm pour la largeur). Il en résulte que l'hypothalle du *C. circumscriptum* est en moyenne plus épais que celui du *C. compactum*.

L'épithalle est constitué en moyenne dans les deux cas de files de six cellules même si l'on rencontre plus fréquemment 9 ou 10 cellules chez le *C. circumscriptum*. Les deux espèces ne peuvent donc se distinguer sur cette base. La longueur des cellules épithalliennes montre des différences entre les deux espèces mais les différences sont très ténues et les possibilités d'erreur de mesure dues à l'angle de coupe sont grandes, de sorte que nous ne devons retenir le caractère qu'avec beaucoup de discernement. La largeur de ces cellules constitue par contre un caractère distinctif fiable. Les cellules du *C. circumscriptum* sont significativement plus larges que celles du *C. compactum* (6,6 μm contre 4,9 μm). Il en résulte que le premier présente un épithalle plus compact et plus serré que le second.

TABLEAU 1

Application du test « t » aux mesures des différents éléments anatomiques retenus chez les deux espèces *C. compactum* (*C. co.*) et *C. circumscriptum* (*C. ci.*) (** : significatif ($P < 0,01$)).

	Espèces	X	S	N	Signf.
Largeur des cellules épithalliennes (μm)	<i>C. co.</i>	4,94	0,92	66	**
	<i>C. ci.</i>	6,57	1,08	103	
Longueur des cellules épithalliennes (cm)	<i>C. co.</i>	5,63	0,92	66	* *
	<i>C. ci.</i>	6,11	1,10	104	
Largeur des cellules périthalliennes (cm)	<i>C. co.</i>	5,37	0,73	66	* *
	<i>C. ci.</i>	6,85	1,35	99	
Epaisseur de l'hypothalle : nombre de cellules	<i>C. co.</i>	6,34	1,68	62	* *
	<i>C. ci.</i>	8,12	2,08	95	
Longueur maximale des cellules hypothalliennes (μm)	<i>C. co.</i>	30,21	6,48	47	
	<i>C. ci.</i>	34,54	6,57	89	
Largeur maximale des cellules hypothalliennes (μm)	<i>C. co.</i>	7,66	1,15	45	* *
	<i>C. ci.</i>	8,71	1,50	84	

Les cellules initiales intercalaires ne semblent pas présenter de différences notables d'une espèce à l'autre. Dans les deux cas, leur longueur moyenne est de 15 μm et peut atteindre 30 μm , vraisemblablement selon le rythme des divisions.

L'aspect du périthalle, constitué de files peu coalescentes, varie également considérablement d'une espèce à l'autre. D'une part, les cellules sont en moyenne beaucoup plus étroites et effilées chez le *C. compactum* (largeur de 5,4 μm contre 6,8 μm) où elles apparaissent disposées en files lâches très caractéristiques (Planche III, 5), tandis que chez le *C. circumscriptum* les files sont plus coalescentes et constituées de cellules plus régulièrement carrées ou rectangulaires (Planche NI, 6). D'autre part, le périthalle du *C. compactum* semble présenter une stratification de croissance qui, si on lui suppose un rythme annuel, permettrait d'évaluer à une trentaine d'années l'âge de certains échantillons, chacune de ces strates atteignant en moyenne 300 μm et, au maximum, 450 μm . Par contre, une telle stratification n'a pas été retrouvée chez le *C. circumscriptum* qui,

par le niveau qu'il occupe, semble sujet à des phénomènes de brouillage ou d'érosion par les glaces beaucoup plus intensifs.

Afin de traiter simultanément toutes les variables dans le but de comparer les deux groupes pour l'ensemble de celles-ci et de déterminer la ou les variables responsables de leur séparation, nous avons effectué une analyse discriminante (Programme DISCRIMINANT de Nie et al., 1975).

La première fonction discriminante calculée (F_1) résulte de la combinaison linéaire des six variables mentionnées précédemment, mesurées sur 186 individus : longueur et largeur des cellules de l'épithalle, largeur des cellules du périthalle, nombre de cellules formant l'épaisseur de l'hypothalle, ainsi que la longueur et la largeur de ces cellules, soit X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 et X_6 respectivement.

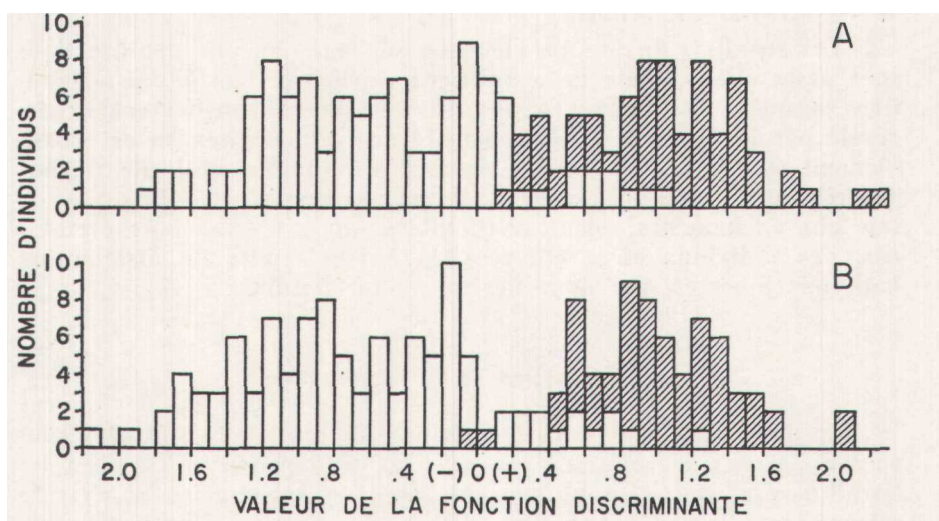


FIG. 1

Distribution de la fréquence des résultats de la première (A) et de la deuxième fonction discriminante (B) pour le groupe 1, *Clathromorphum circumscriptum* (région claire) et pour le groupe 2, *Clathromorphum compactum* (région hachurée).

Si l'on examine les valeurs des coefficients de discrimination de chacune des variables, on constate que la largeur des cellules épithalliennes est de loin la variable la plus discriminante. On remarque d'autre part que les variables mesurées sur l'hypothalle ont une importance négligeable dans la discrimination des deux groupes : $F_1 = (-0,12131X_1) + (-0,52549 X_2) + (-0,15164 X_3) + (-0,06048 X_4) + (-0,02069 X_5) + (-0,00887 X_6) + 6,02424$.

Les valeurs de la fonction calculées pour chacun des individus ont été utilisées pour tenter de classer ceux-ci selon le groupe qui leur a été assigné au départ. La valeur critique de la fonction était de 0,325, ce qui signifie qu'à tous les individus donnant un résultat inférieur à cette valeur était assigné le groupe « 1 », *Clathromorphum circumscriptum*, alors qu'aux autres était assigné le groupe « 2 », *C. compactum*. La fonction a ainsi permis de classer 91,4 p. 100 des individus selon leur groupe de départ. Des 8,6 p. 100 (16

individus) mal classés, 7 individus étaient des cas spéciaux en ce sens qu'ils avaient une ou plusieurs variables manquantes dont, bien souvent, la plus discriminante.

Afin de vérifier si un nombre réduit de variables nous conduirait à une discrimination plus évidente des deux groupes, nous avons calculé une deuxième fonction (F_2) à partir des trois variables les plus discriminantes tel que révélé en F_1 , soit la longueur et la largeur des cellules épithalliennes ainsi que la largeur des cellules périthalliennes. Il est à noter que, pour le calcul de cette fonction, nous avons retiré les individus dont la valeur de la variable la plus discriminante manquait. La valeur critique de cette nouvelle fonction était de 0,237. Ainsi, 169 des 181 individus, soit 93,3 p. 100, ont été classés selon leur groupe de départ. L'importance relative des trois variables demeure la même : $F_2 = (-0,16408X_1) + (-0,59419X_2) + (-0,18725) + 5,75414$.

Les résultats du test de classification par chacune des fonctions sont assez élevés, mais ne conduisent cependant pas à une séparation complète des deux groupes. Un certain chevauchement existe, révélé par la figure 1. L'hétérogénéité des échantillons en est possiblement en partie responsable, ceux-ci provenant parfois de régions géographiques assez éloignées ; il est également possible que de tels chevauchements soient attribuables au fait que, dans certains cas, des individus aient été récoltés à leur limite de distribution bathymétrique, ce que nous désirons approfondir.

c) Caractères de la reproduction

La description des espèces chez les Rhodophycées fait très souvent appel aux caractéristiques des organes reproducteurs. Chez les Corallinacées, ceux-ci sont souvent rares ou saisonniers et c'est la raison pour laquelle Lemoine (1911) a préconisé l'utilisation de caractères systématiques plus constants tirés de l'anatomie. Nous retrouvons également cette préoccupation chez Adey (1970) qui propose des clefs d'identification reposant également sur des caractéristiques végétatives et anatomiques. Les échantillons que nous avons étudiés étaient pour la plupart stériles. Seuls quelques exemplaires de *C. compaction* portaient des conceptacles asexués de même qu'un échantillon de *C. circumscriptum* récolté en novembre. Nos récoltes ayant été faites en grande majorité pendant la période estivale il semble que la reproduction intervienne durant la saison froide. Adey (1965) a décrit le mode de formation et de distribution des conceptacles asexués — formations reproductrices les plus fréquemment observées chez ces espèces. Il a montré, en complément à la définition du genre *Clathromorphum*, que les conceptacles se forment à partir des initiales périthalliennes, et cru reconnaître une différence spécifique basée sur les distances entre conceptacles voisins. Nos observations, portant sur des formations âgées, ne nous permettent cependant pas de confirmer la validité de ce caractère, au contraire. Par contre, la localisation des conceptacles au centre du thalle chez le *C. circumscriptum* semble présenter une réelle constance.

CONCLUSION ET DISCUSSION

Nos observations montrent que les deux espèces de *Clathromorphum* du Québec présentent, par rapport à l'ensemble des autres Lithothamnées, des particularités morphogénétiques tout à fait remarquables. Il serait intéressant de pouvoir donner à ces caractères une valeur véritablement générique mais l'étude morphogénétique comparée des autres espèces actuellement classées dans ce genre demeure nécessaire. Le travail récent de Lebednik (Lebednik, 1976) porte essentiellement sur les caractères anatomiques et reproducteurs ; il appelle cependant par rapport à nos observations un certain nombre de remarques :

— le *C. neoreostratum* présente une régénération indirecte analogue à celle des *C. compaction* et *C. circumscription* ;

— l'hypothalle du *C. parcum*, épiphyte strict, ne s'accroît pas par un méristème terminal mais par un méristème intercalaire et rappelle en cela le « faux hypothalle » déjà décrit chez certaines Lithophylloïdées (*Lithophyllum*, *Goniolithon* in Cabioch, 1972). Il résulterait d'une sorte de métamorphose précoce survenant au cours du développement des individus. Ce caractère constitue une particularité morphogénétique importante, accentuant encore le parallélisme que nous avons remarqué avec la morphogenèse des *Lithophyllum* ;

— l'incorporation du *C. reclinatum* parmi les *Clathromorphum* demeure encore quelque peu difficile de ce point de vue. Autrefois classée par Mason (1953) dans les *Polyporolithon* puis par Adey et Johansen (1972) dans le genre *Neopolyporolithon* spécialement défini pour elle, cette espèce se distingue des autres *Clathromorphum* par son épithalle toujours unistratifié. Il pourrait s'agir là de la simple persistance de caractères juvéniles.

Par ailleurs, il n'est pas impossible que d'autres espèces présentant des caractères morphogénétiques analogues se trouvent ultérieurement regroupées dans ce genre (ex : les espèces du genre *Antarcticophyllum*).

Ces résultats font ressortir également les aspects primordiaux des études sur les Corallinacées tels que la nécessité de disposer d'un échantillonnage aussi vaste que possible, ainsi que celle de l'étude anatomique de très nombreux spécimens. Nous constatons une fois de plus, chez les Corallinacées, que deux espèces distinctes peuvent présenter, à l'intérieur de leurs limites de variation propres, un certain nombre de convergences tant morphologiques qu'anatomiques. Dans le cas particulier de ces deux taxons, il semble en outre que la spéciation se soit effectuée en fonction de la distribution bathymétrique. Cette hypothèse, proposée avec quelque prudence, nécessite une étude approfondie du phénomène au niveau où les deux formes se trouvent simultanément représentées.

Nous tenons à remercier le Ministère de l'Éducation du Québec et le Conseil national des Recherches du Canada qui ont grandement contribué à la réalisation de ce travail grâce aux subventions accordées au GIROQ, ainsi que l'Organisme

de Coopération franco-qubécoise qui a permis à J. Cabioch de se rendre au Québec en 1973. Les subventions de fonctionnement de même que la bourse de voyage accordée à A. Cardinal pour l'année 1976-77 ont également été utilisés aux présentes fins. Nous voulons enfin exprimer notre gratitude au professeur J. Bergerard, directeur de la Station biologique de Roscoff, qui nous a offert l'hospitalité, de même qu'à Mme J. Bourdon pour sa précieuse collaboration lors de la préparation des coupes histologiques.

Summary

C. circumscription is a littoral and *C. compactum* a sublittoral species. Both are usually quite uneasy to recognize. The study of their anatomical variations leads to a better description of their specific characters and shows some morphogenetic features quite remarkable among the Lithothamnidae. These are essentially due to the regenerating ability of the perithallial cells.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ADEY, W.H., 1965. — The genus *Clathromorphum* (Corallinaceae) in the Gulf of Maine. *Hydrobiologia*, 26, pp. 539-573.
- ADEY, W.H., 1966. — The genera *Lithothamnium*, *Leptophytum* (nov. gen.) and *Phymatolithon* in the Gulf of Maine. *Hydrobiologia*, 28, pp. 321-370.
- ADEY, W.H., 1970. — The crustose corallines of the Northwestern North Atlantic including *Lithothamnium lemoineae* n. sp. *J. Phycol.*, 6, pp. 225-229.
- ADEY, W.H. et JOHANSEN, H.W., 1972. — Morphology and taxonomy of Corallinaceae with special reference to *Clathromorphum*, *Mesophyllum* and *Neopolyporolithon* gen. nov. (Rhodophyceae, Cryptonemiales). *Phycologia*, 11, pp. 159-180.
- ADEY, W.H. et LEBEDNIK, P.A., 1970. — A revision of the Foslie crustose coralline herbarium. *Det Kongelige Norske vidensk., selskab Skrift.*, 1, 46 pp.
- BORGESSEN, F., 1902. — The marine algae of the Faerøes, *Bot. Faeroes*, 2, pp. 339-352.
- CABIOCH, J., 1972. — Etude sur les Corallinacées. II. La morphogenèse ; conséquences systématiques et phylogénétiques. *Cah. Biol. Mar.*, 13, pp. 137-287.
- CARDINAL, A., 1967 a. — Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). III. Rhodophycées. *Naturaliste can.*, 94, pp. 735-760.
- CARDINAL, A., 1967 b. — Liste préliminaire des algues marines des Iles-de-la-Madeleine. *Rapp. ann. 1966, Sta. Biol. mar. Grande-Rivière*, pp. 29-33.
- CARDINAL, A., 1967. — Répertoire des algues marines benthiques de l'est du Canada. *Cah. inf. Sta. Biol. Mar. Grande-Rivière, Québec*, 213 pp.
- CARDINAL, A. et VILLALARD, M., 1971. — Inventaire des algues marines benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent (Québec). *Naturaliste can.*, 98, pp. 887-904.
- FOSLIE, M.H., 1898 a. — Systematical survey of the *Lithothamnium*. *K. Norske Vidensk Selsk. Skr.*, 1898 (2), pp. 1-7.
- FOSLIE, M.H., 1898 b. — List of species of the *Lithothamnium*. *Ibid.*, 1898 (3), pp. 1-138.
- FOSLIE, M.H., 1929. — Contributions to a monograph of the *Lithothamnium*. H. Printz, ed., Trondheim, 60 pp.
- GIRAUD, G., et CABIOCH, J., 1976. — Etude ultrastructurale de l'activité des cellules superficielles du thalle des Corallinacées (Rhodophycées). *Phycologia*, 15, pp. 405-414.
- JONSSON, H., 1901. — The marine algae of Iceland. I. Rhodophyceae. *Bot. Tidsskr.*, 24, pp. 127-155.
- JONSSON, H., 1912. — The marine algal vegetation. In: Rosenvinge, L.K. et E. Warming, The botany of Iceland. I (VIII), 186 pp. Copenhagen.
- LEBEDNIK, P.A., 1976. — The Corallinaceae of northwestern North America. I. *Clathromorphum* Foslie emend. Adey. *Syesis*, 9, pp. 59-112.

- LEE, B.K.S., 1969. — A collection of marine algae from Newfoundland. II. Chlorophyta and Rhodophyta. *Naturaliste can.*, 96, pp. 123-145.
- LEMOINE, M., 1911. — Structure anatomique des Mélobésiées. Application à la classification. *Ann. Inst. Océanogr.*, 2, pp. 1-213.
- LUND, s., 1959. — The marine algae of east Greenland. I. Taxonomic part. *Medd. Gronl.*, 156, 247 pp.
- MASAKI, T., et TOKIDA, J., 1961. — Studies of the Melobesioideae of Japan. V. *Dull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 12, pp. 161-165.
- MASON, L.R., 1953. — The crustaceous coralline algae of the Pacific coast of the United States, Canada and Alaska, *Univ. Calif. Publ. Bot.*, 26, pp. 313-390.
- MENDOZA, M.L., 1976. — *Antarcticophyllum*, nuevo genero para las Corallinaceae. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 17 (314), pp. 252-261.
- NIE, N.H., HULL, C.H., JENKINS, J.G., STEINBRENNER, K. et BENT, D.H., 1975. — Statistical package for the Social Sciences (SPSS). 2nd edition, Mc Graw-Hill Book Company, pp. 434-467.
- SOUTH, G.R., 1976. — A check-list of marine algae of Eastern Canada. First revision. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 56, pp. 817-843.
- TAYLOR, W.R., 1957. — Marine algae of the northeastern coast of North America. *Univ. Mich. Stud., Sci. Ser.* 13, 427 pp.