

ALGOLOGIE. — *Sur le cycle de l'Halimeda tuna (Ellis et Solander) Lamouroux (Udotéacée, Caulerpale). Note (*) de M. Alexandre Meinesz, présentée par M. Roger Heim.*

Le cycle de l'*Halimeda tuna* peut se décomposer en trois stades. Le zygote se développe et forme une sphère uninucléée et dépourvue d'amyloplastes. Ce stade que nous appelons protosphère va évoluer et donner le stade juvénile qui est filamenteux, cœnocytique et hétéroplastidié. Le dernier stade correspond à l'état typique de l'algue.

L'ordre des Caulerpales, comprenant les familles des Udotéacées et des Caulerpacées, est caractérisé essentiellement par l'hétéroplastie et l'holocarpie. La reproduction de plusieurs espèces a été observée mais aucun cycle n'a été décrit.

Le genre *Halimeda* Lamouroux (Udotéacée) est représenté par une vingtaine d'espèces communes dans les mers subtropicales et tropicales. La reproduction d'une dizaine d'entre-elles a été signalée.

En ce qui concerne l'*Halimeda tuna*, A. Derbès et A. Solier⁽¹⁾ ont décrit il y a plus d'un siècle la formation de vésicules contenant des zoïdes. J. Feldmann⁽²⁾ apporta plus de précision en mettant en évidence l'holocarpie de cette algue et en montrant la nature sexuée des zoïdes qui sont en réalité des gamètes. La gamétogénèse de cette espèce est dès lors bien définie : presque tout le contenu du thalle se concentre dans des vésicules gamétogènes qui forment des grappes en bordure du thalle. Les gamètes qui se différencient dans ces vésicules sont biflagellés et renferment deux à quatre chloroplastes; ils sont anisogames : le gamète femelle est légèrement plus grand et pourvu d'un stigma.

La copulation des gamètes n'a jamais été observée chez *Halimeda tuna*, cependant M. Chihara⁽³⁾ a obtenu des zygotes de l'*Halimeda cuneata* et S. Kamura⁽⁴⁾ a décrit la fusion des gamètes de l'*Halimeda incrassata* et les zygotes de l'*Halimeda opuntia*. Ces deux auteurs n'ont pas observé le développement ultérieur des zygotes.

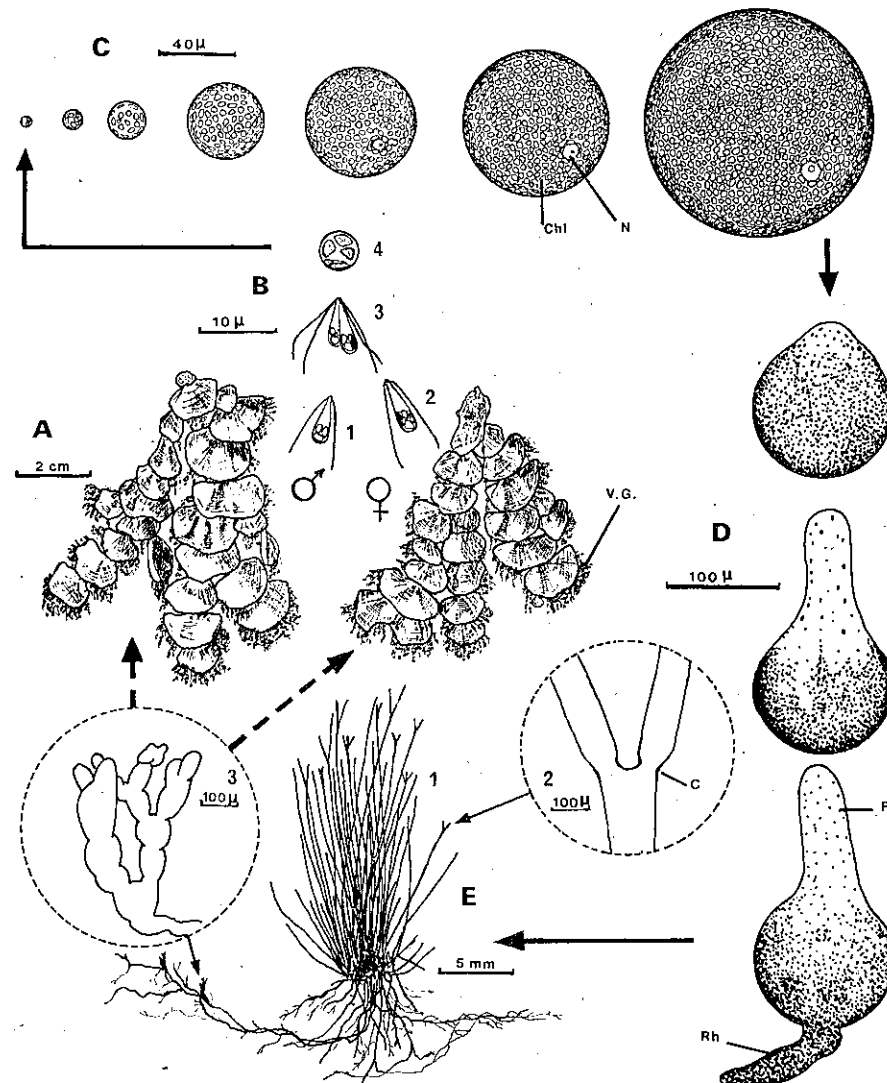
Le 17 juillet 1970 nous avons récolté à Collioure (Pyrénées-Orientales) plusieurs thalles fertiles des deux sexes d'*Halimeda tuna* (fig. A). Nous les avons placés dans un cristalliseur rempli d'eau de mer dont le fond était recouvert de lames de verre. L'émission des gamètes s'effectue tôt le matin ; après copulation les gamètes fusionnent et se fixent sur les lames (fig. B, 1-2-3). Après une semaine, les zygotes mesurent 5 μ de diamètre et renferment un noyau et 4 ou 5 chloroplastes (fig. B, 4).

Le zygote de l'*Halimeda tuna* se développe et, après sept mois de culture, il a pris la forme d'une sphère de 100 à 150 μ de diamètre (fig. C). Le noyau et les chloroplastes sont disposés contre la membrane de la sphère, le noyau unique a augmenté de volume car il mesure 7 à 10 μ de diamètre. Les chloroplastes, de forme lenticulaire, sont très nombreux (plus de 500) ; ils contiennent des réserves importantes sous forme d'un ou deux volumineux grains d'amidon. Les amyloplastes, qui sont caractéristiques de toutes les espèces de Caulerpales, sont absents.

N'étant pas filamenteux ce stade ne peut être appelé protonéma ; en raison de sa morphologie nous proposons le terme de protosphère pour nommer ce stade. Cette protosphère correspond à un stade bien déterminé de la croissance de l'algue

et se distingue par une morphologie et une cytologie particulières tout à fait différentes du thalle adulte.

A ce stade protosphère fait suite une série de transformations cytologiques et morphologiques échelonnées sur deux semaines. Les noyaux se multiplient et prennent une taille normale (2 à 3 μ de diamètre) l'algue devient alors cœnocytique. Les chloroplastes perdent leur réserve d'amidon et prennent la forme d'un grain de riz. Enfin, avec la différenciation des premiers amyloplastés l'algue devient hété-



C, constriction; Chl, chloroplaste; F, filament dressé; N, noyau; Rh, filament rampant ou rhizoïde; VG, vésicule gamétogène.

Fig. A. — Thalle d'*Halimeda tuna* en reproduction.

Fig. B. — 1. Gamète mâle; 2. Gamète femelle; 3. Copulation des gamètes; 4. Zygote âgé de 10 jours.

Fig. C. — Croissance du stade protosphère.

Fig. D. — Apparition du filament dressé et du rhizoïde.

Fig. E. — Le stade juvénile filamenteux; 1. Vue d'ensemble; 2. Constrictions au niveau d'une ramification d'un filament dressé; 3. Ebauche d'un faisceau de filaments dressés.

roplastidiée. Les modifications morphologiques suivent ces transformations cytologiques. Une irrégularité de la sphère apparaît, elle est à l'origine d'un filament dressé à phototropisme positif qui mesure au début 30 μ de diamètre (fig. D). Quelques jours après un deuxième filament prend naissance au pôle opposé, rampant il constitue un rhizoïde à phototropisme négatif (fig. D).

Les filaments dressés croissent rapidement et, après 5 mois de culture, ils mesurent 2 cm de hauteur, leur diamètre varie entre 90 et 130 μ (fig. E, 1). A l'extrémité de quelques filaments dressés on trouve des ramifications dichotomes ou trichotomes; au niveau de chaque ramification une légère constriction est visible (fig. E, 2). Les filaments rampants prolifèrent et se ramifient dans tous les sens, ils peuvent donner naissance à des nouveaux filaments dressés. De diamètre très variable, ils présentent souvent des constriction de la membrane.

Ce deuxième stade du cycle d'*Halimeda tuna* est un stade juvénile qui a toutes les caractéristiques cytologiques du thalle adulte mais il en est morphologiquement différent.

Le passage de la forme juvénile à la forme adulte n'a pas encore été observé. La différenciation morphologique de l'état typique d'*Halimeda*, marquée par l'apparition des utricules, est vraisemblablement comparable à la différenciation de l'Udotéacée *Penicillus capitatus* forma *mediterranea* que nous avons décrit récemment (5). Pour *Halimeda tuna* nous avons trouvé quelques stades intermédiaires correspondant à ce type de croissance.

Le stade juvénile filamenteux, mis en évidence tout d'abord chez le *Penicillus capitatus* forma *mediterranea* et maintenant chez l'*Halimeda tuna*, semble être un caractère du cycle de développement des Udotéacées. Ainsi, pour chaque espèce de cette famille, il existerait un stade juvénile filamenteux qui serait plus ou moins bien développé dans la nature. Or il existe des genres d'Udotéacées filamenteuses (*Chlorodesmis* et *Pseudochlorodesmis*) et on peut se demander si certaines espèces de ces genres ne seraient pas des stades juvéniles d'autres Udotéacées. Seule une étude approfondie du cycle des diverses Udotéacées permettra de déterminer avec précision les espèces indépendantes et celles qui ne sont que des stades de croissance d'autres espèces.

Le cycle de l'*Halimeda tuna* peut se décomposer en une suite de trois stades qui ont leur propre caractéristique cytologique et morphologique. De nombreux problèmes restent cependant à élucider, notamment celui du lieu de la réduction chromatique que l'on suppose intervenir lors de la gamétogenèse.

(*) Séance du 31 juillet 1972.

(1) A. DERBES et A. SOLIER, *Comptes rendus*, suppl. 1856, p. 1-120, pl. 1-23.

(2) J. FELDMANN, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1309-1310.

(3) M. CHIHARA, *Journ. Jap. Bot.*, 31, n° 4, 1956, p. 101-110.

(4) S. KAMURA, *Bull. of Arts and Sc. division*, University of Ryukyu, 9, 1966, p. 302-313.

(5) A. MEINESZ, *Comptes rendus*, 275, Série D, 1972, p. 667.

Université de Nice,
Laboratoire de Biologie Générale UER/DM,
parc Valrose, 06034 Nice-Cedex,
Alpes-Maritimes.