



HAL
open science

ÉTUDE CYTOLOGIQUE ULTRASTRUCTURALE D'UN DINOFLAGELLÉ LIBRE, NOCTILUCA MILIARIS SURIRAY : TRICHOCYSTES ET INCLUSIONS PARACRISTALLINES

Marie-Odile Soyer

► **To cite this version:**

Marie-Odile Soyer. ÉTUDE CYTOLOGIQUE ULTRASTRUCTURALE D'UN DINOFLAGELLÉ LIBRE, NOCTILUCA MILIARIS SURIRAY: TRICHOCYSTES ET INCLUSIONS PARACRISTALLINES. *Vie et Milieu*, 1968, pp.305-314. hal-02952738

HAL Id: hal-02952738

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02952738v1>

Submitted on 29 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**ÉTUDE CYTOLOGIQUE ULTRASTRUCTURALE
D'UN DINOFLAGELLÉ LIBRE,
NOCTILUCA MILIARIS SURIRAY :
TRICHOCYSTES
ET INCLUSIONS PARACRISTALLINES***

par Marie-Odile SOYER

*Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer,
Laboratoire de Microscopie électronique appliquée à la Biologie,
105, boulevard Raspail, Paris 6^e*

SOMMAIRE

Observations ultrastructurales des trichocystes fibreux et muqueux du Dinoflagellé marin *Noctiluca miliaris* avec quelques hypothèses sur leur rôle et leur origine.

Description des inclusions paracrystallines intra-mitochondriales et intra-vacuolaires.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Les premières Noctiluques que nous avons observées ont été récoltées dans le plancton de surface, à proximité de la Station d'Aquiculture et de Pêche de Castiglione (République algérienne). Les autres nous ont été fournies par la Station biologique d'Arcahon.

* Cette note fait partie d'un travail d'ensemble intitulé : « Recherches sur la cytologie des Noctiluques et *Blastodinium* (Dinoflagellés libres et parasites) », constituant une thèse pour l'obtention du grade de Docteur ès Sciences.

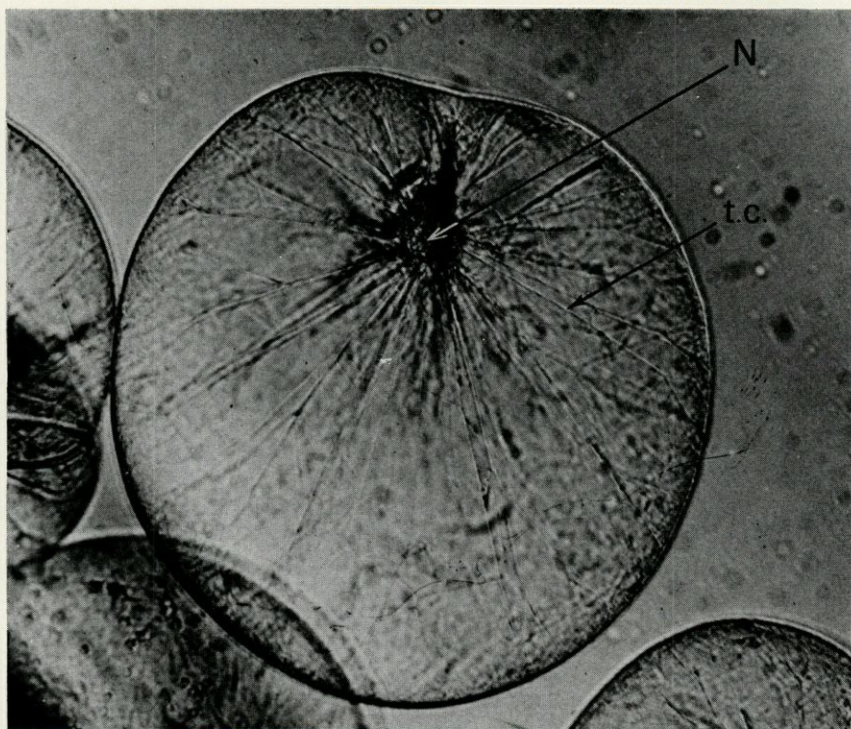


Fig. 1. — *Noctiluca miliaris* S. Individu végétatif *in vivo*. $\times 110$.

Microscopie photonique

Observations *in vivo* avec colorations au rouge neutre, rouge de ruthenium, bleu brillant de crésyle.

Fixations à l'alcool acétique suivies d'une coloration au noir de chlorazol B en solution dans l'alcool à 70°.

Microscopie électronique

Les premières fixations (Pl. II, Fig. 3, 4, 5) ont été réalisées dans le mélange Palade-Véronal tamponné à pH 7,3, puis suivies d'une déshydratation très minutieuse allant jusqu'à l'oxyde de propylène. L'inclusion a été faite dans l'épon suivant la technique classique. Les coupes réalisées avec un microtome Porter-Blum ont été colorées pendant 60 minutes à l'acétate d'uranyle en solution saturée dans l'alcool à 50°.

D'autres micrographies (Pl. I, Fig. 1; Pl. II, Fig. 2; Pl. III, Fig. 1, 2) ont été obtenues après fixation dans un mélange à parties égales

d'acide osmique à 4 %, d'iode de potassium à 4 % et de tampon véronal à pH 8,2, pendant 60 minutes à 4 °C.

Les résultats les plus récents (Pl. I, Fig. 2; Pl. II, Fig. 1; Pl. III, Fig. 3, 4) ont été obtenus après fixation pendant 20 minutes au glutaraldéhyde à 4 % en solution dans un tampon phosphate selon André à pH 7,2. Diverses molarités ont été essayées pour conserver au mieux ce matériel très délicat, le cytoplasme étant trabéculaire : la molarité du tampon était donc de 0,4 M.

Après un lavage le plus rapide possible à l'eau distillée, on a surfixé pendant 60 minutes dans l'acide osmique à 4 % dilué de moitié dans le tampon phosphate. Il a été nécessaire parfois de changer plusieurs fois les bains osmiés pour éviter les précipités dus à la réaction entre les deux fixateurs. Un lavage rapide dans l'eau distillée a été suivi d'une déshydratation assez courte mais soigneuse. Le tri des animaux a été réalisé sur lame après le premier bain d'imprégnation oxyde de propylène-épon.

Les coupes ont été colorées pendant 20 à 30 minutes dans l'acétate d'uranyle en solution saturée dans l'alcool à 50°, puis après séchage, colorées sur une goutte de citrate de plomb pendant 30 à 40 secondes en atmosphère privée de CO₂ afin d'éviter les précipités.

L'examen des grilles a été réalisé sur microscope Hitachi HU 11 A et OPL du Laboratoire de Microscopie électronique appliquée à la Biologie du C.N.R.S. à Paris. Nos observations ont porté aussi bien sur les individus végétatifs que sur les Noctiluques en cours de sporogénèse.

Il existe des trichocystes fibreux et muqueux dans la plupart des Dinoflagellés libres et leur ultrastructure, décrite dans plusieurs ouvrages semble être constante (J. DRAGESCO et A. HOLLANDE, 1965; BOUCK et SWEENEY, 1966; FRANCIS et MORNIN, 1967).

La première description ultrastructurale des trichocystes fibreux chez *Noctiluca* a été faite par AFZELIUS et HALYARSON (1964) mais ces auteurs assimilent d'emblée ces organites à des granules photoluminescents, les comparant aux particules isolées par DE SA, HASTINGS et VATTER (1963) chez *Gonyaulax polyedra* sous le nom de « scintillons ». Or, ECKERT (1966) isole dans le cytoplasme péri-vacuolaire de la Noctiluque, des microsources lumineuses de 0,5 à 1,5 µ, présentant quelques similitudes physico-chimiques avec les « scintillons ».

Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas encore possible d'assimiler les scintillons aux microsources, et de trouver l'origine de cette luminescence, soit dans les trichocystes fibreux, soit dans les scintillons. Ajoutons que chez les Péridiniens parasites de Copépodes du genre *Blastodinium*, nous avons rencontré fréquemment ces trichocystes sans qu'aucune luminescence soit visible. De même, B. SWEENEY et G.B. BOUCK (1966) ont rencontré trichocystes fibreux et scintillons, aussi bien chez *Gonyaulax polyedra* et *G. monilata* (Dinoflagellés luminescents) que chez *G. nelsoni* et *Prorocentrum micans*, Dinoflagellés non luminescents.

Les trichocystes fibreux se trouvent répartis dans tout le cytoplasme périnucléaire et dans les nombreuses travées cytoplasmiques rayonnant à partir du noyau (Fig. 1, et Pl. I, fig. 1) pour aboutir finalement, au moment de leur éjection, au contact de la membrane cellulaire.

Cette membrane complexe (Pl. II, fig. 1 et 2), est formée à la partie inférieure par une couche de fins microtubules de 180 Å de diamètre, double ou triple dans le tentacule, unique pour le reste de la cellule. A ces microtubules se superpose une couche finement granuleuse plus ou moins épaisse de 1 500 Å dans le tentacule et de 700 Å pour la paroi du corps cellulaire. On trouve ensuite une troisième couche très mince (450 Å environ) formant un véritable feston plus ou moins lâche. L'écart entre les deux festons varie de 0,05 µ (sporocyte) à 1,8 µ (individu végétatif). Les trichocystes sont généralement éjectés perpendiculairement à l'espace qui sépare deux arceaux.

Les dimensions moyennes de ces trichocystes non dévaginés sont de 1,1 à 1,6 µ de long sur 0,2 - 0,3 µ de diamètre pour le corps trichocystoïde avec sa membrane et de 0,8 µ de long sur 0,2 µ de large pour la partie paracristalline. Ces dimensions moyennes diffèrent peu de celles des autres espèces étudiées précédemment. La périodicité des stries longitudinales est de 140 Å et celle des stries transversale de 760 Å (740 Å chez *Prorocentrum*), pour un trichocyste dévaginé (Pl. II, Fig. 4).

Les trichocystes peuvent exploser à l'intérieur de la cellule; ils sont alors souvent groupés en batteries à l'intérieur de poches à parois bien délimitées (Pl. II, fig. 3 et 5) de 1 µ de large, communiquant avec les vacuoles avoisinantes par un canal évacuateur strié transversalement. Nous les avons assimilés aux « *Internally discharged trichocysts* » de BOUCK et SWEENEY (1966).

Le rôle des trichocystes fibreux est encore hypothétique. Ils peuvent constituer soit un organite locomoteur, comme chez les Chloromonadines, *Gonyostomum* par exemple (HOLLANDE, 1942), soit un organite jouant un rôle dans la capture des proies. Or, chez la Noctiluque ce rôle est rempli en grande partie par le tentacule toujours très actif, sauf au moment de la division binaire ou de la sporogénèse pendant lesquelles il disparaît.

Toutefois, W. BOTTERMANN (1953) chez *Paramecium caudatum*, DRAGESCO et HOLLANDE (1965) chez certains Dinoflagellés, ne rejettent pas l'hypothèse d'un rôle osmorégulateur de ces organites. Cette hypothèse séduisante reste cependant à vérifier dans le cas de la Noctiluque.

L'origine de ces corpuscules est très controversée : golgienne pour JOYON (1963) chez les Cryptomonadines, pour BOUCK et

SWEENEY (1966) et pour MORNIN et FRANCIS (1967) chez les Dinoflagellés, mitochondriale pour DE HALLER (1961) et HOVASSE (1965). Nos observations viennent appuyer la seconde hypothèse, car nous avons pu observer des relations figurées très précises entre mitochondries et trichocystes (Pl. III, fig. 2) et suivre certaines étapes de la trichocystogenèse (SOYER, 1968).

Les trichocystes muqueux (Pl. I, fig. 2), situés également dans les trabécules cytoplasmiques, au contact de la membrane cellulaire sont moins abondants que les précédents. Ils se présentent sous la forme d'un sac vésiculaire de $1,1 \mu$ de long sur $0,6 \mu$ de large, se prolongeant par un col qui traverse les couches de la membrane jusqu'à un orifice de sortie de $0,04 \mu$ de diamètre. Ils sont remplis d'une substance granuleuse, dense aux électrons. En microscopie photonique, leur mise en évidence par les colorations *in vivo* et *in vitro* est aisée. Le mucus éjecté par ces organites est sans doute utilisé pour la capture des proies, le tentacule lui-même en étant pourvu (Pl. II, fig. 1).

La Noctiluque est le siège d'un métabolisme intense et l'on en a pour preuve l'abondance des formations golgiennes, mitochondriales et vacuolaires. La matrice des mitochondries renferme souvent des inclusions de nature paracrystalline (Pl. III, fig. 1), assez fréquentes dans le cytoplasme des Protozoaires. Ces inclusions sont de grande taille ($0,6 \mu$ sur $0,5 \mu$) et les lamelles osmiophiles qui les constituent sont disposées suivant une période de 300 \AA environ. Leur section est généralement rhomboïdale ou quadrangulaire. Nous avons également trouvé des inclusions de type comparable dans des vacuoles généralement remplies d'une substance granuleuse. Ces inclusions ont une période inférieure à celle des autres cristaux, 120 \AA environ (Pl. III, fig. 3 et 4).

Si l'on se réfère aux travaux de YUSA (1963) et de DRAGESCO, ANDERSET et BAUMANN, 1965, ces vacuoles peuvent être interprétées comme étant les premiers stades de la trichocystogenèse (SOYER, 1968).

Dans le règne animal, les inclusions paracrystallines intra-mitochondriales se rencontrent soit dans des cellules en voie de dégénérescence (JEZEQUEL, 1954; WATRACH, 1964), soit dans des cellules normales : ZYLBERFERG (1965) constate des modifications d'aspect *brassicae*, NOIROT-TIMOTHÉE (1967) observe des formations semblables dans les mitochondries ou corps de Zeller d'une Opaline, *Cepedea dimidiata*. DAVIS (1967) constate la présence d'importants « cristaux » intramitochondriaux dans les cellules épithélio-musculaires de l'Hydre, qu'elles soient normales ou en voie de dégéné-

rescence et il avance alors l'hypothèse d'un rôle de réserve protéique. Chez la Noctiluque, l'utilisation de ces réserves aurait lieu au moment de la trichocystogenèse.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Monsieur le Professeur P.-P. GRASSÉ ainsi que Monsieur le Professeur HOLLANDE pour leurs précieux conseils. Nous remercions vivement Monsieur M. AMANIEU, Sous-Directeur de la Station biologique d'Arcachon, ainsi que Monsieur P.J. LABOUR d'avoir bien voulu nous fournir le matériel étudié ci-dessus.

RÉSUMÉ

Au cours d'une étude cytologique détaillée du Dinoflagellé planctonique marin *Noctiluca miliaris*, nous avons pu observer sous la membrane cellulaire et dans les trabécules cytoplasmiques qui rayonnent à partir du noyau, des trichocystes fibreux et muqueux présentant des localisations variées. Nous avons également mis en évidence des formations paracrystallines à structure périodique, localisées soit dans certaines mitochondries, soit dans des vacuoles avoisinantes.

SUMMARY

In the course of a detailed cytological study of marine planctonic Dinoflagellate : *Noctiluca miliaris*, we were able to observe — under the cellular membrane and in the cytoplasmic trabeculae radiating from the nucleus — fibrous and mucous trichocysts showing various locations. We also discovered paracrystalline formations of recurring structure localized either in some mitochondria or in neighbouring vacuoles.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Laufe einer ausführlichen cytologischen Untersuchung des marin-planktonischen Dinoflagellaten *Noctiluca miliaris* konnten wir unter der Zellmembran und den vom Kern ausstrahlenden

Cytoplasmabrücken faserige und schleimige, verschieden gelagerte Trichocystem beobachten. Parakristalline Formationen von periodischer Struktur konnten in gewissen Mitochondrien oder in benachbarten Vacuolen lokalisiert werden.

BIBLIOGRAPHIE

- AFZELIUS, A., et M. HALYARSON, 1964. The fine structure of the photogenic granules in Dinoflagellates. *3rd. Europ. conf. on elec. Microsc.*, Prague : 175.
- BOUCK, G.B. et B. SWEENEY, 1966. The fine structure and ontogeny of trichocysts in marine Dinoflagellates. *Protoplasma*, LXI (1-2) : 205-223.
- DAVIS, L.E., 1967. Intra-mitochondrial crystals in Hydra. *J. Ultras. Res.*, 21 : 125-133.
- DE SA, R., J.W. HASTINGS et A.E. VATTER, 1963. Luminescent "Crystalline" particles : an organized subcellular bioluminescent system. *Science*, 141 (3587) : 1269-70.
- DRAGESCO, J. et A. HOLLANDE, 1965. Sur la présence de trichocystes fibreux chez les Péridiniens : leur homologie avec les trichocystes fusiformes des Ciliés. *C.R. hebdomadaire Séances Acad. Sci. Paris*, 260 : 2073-76.
- DRAGESCO, J., G. AUDERSET et M. BAUMANN, 1965. Observations sur la structure et la genèse des trichocystes toxiques et des pro-trichocystes de *Dileptus* (Ciliés holotriches). *Protistologica*, I (2) : 81-90.
- ECKERT, R., 1966. Subcellular sources of luminescence in Noctiluca. *Science*, 151 (3708) : 349-352.
- HOLLANDE, A., 1942. Etude cytologique et biologique de quelques Flagellés libres. *Arch. Zool. exp. gén.*, 83 : 1-268.
- HOVASSE, R., 1965. Trichocystes, corps trichocystoïdes, cnidocystes et colloblastes. *Protoplasmatologia*, III (F) : 1-57.
- JEZEQUEL, A.M., 1959. Dégénérescence myélinique des mitochondries de foie humain dans un épithélioma du cholédoque et un ictère viral. *J. Ultrastr. Res.*, 3 : 210-215.
- JOYON, L., 1963. L'ultrastructure des trichocystes des Cryptomonadines. *Journ. Zool. expér. gén.*, 102 : 199.
- MORNIN, L. et D. FRANCIS, 1967. The fine structure of *Nematodinium armatum*, a naked Dinoflagellate. *J. Microsc.*, 6 (6) : 759-772.
- NOIROT-TIMOTHÉE, C., 1967. Etude au microscope électronique des inclusions cytoplasmiques de *Cepedea dimidiata* (Protozoa Opalina) et plus spécialement des mitochondries ou corps de Zeller. *Protistologica*, III (3) : 301-312.

- SOYER, M.O., 1968. Etude ultrastructurale des inclusions paracrystallines intra-mitochondriales et intra-vacuolaires chez *Noctiluca miliaris*, Dinoflagellé Noctilucidae, avec une hypothèse concernant l'origine des pré-trichocystes. VII^e Congrès des Protistologues de langue française. Nice. novembre 1968.
- SWEENEY, B.M. et G.B. BOUCK, 1966. Crystal-like particles in luminous and non-luminous Dinoflagellates. Bioluminescence in Progress. F. Johnson et Yata Haneda ed.
- WATRACH, A.M., 1964. Degeneration of mitochondria in lead poisoning. *J. Ultrastr. Res.*, 10 : 177-181.
- WOHLFARTH-BOTTERMANN, K.E., 1953. Experimentelle und elektronenoptische untersuchungen zur funktion der trichocysten von *Paramecium caudatum*. *Arch. Protistenk.*, 98 : 169-226.
- YUSA, A., 1963. An electron microscope study on regeneration of trichocysts in *Paramecium caudatum*. *J. Protozool.*, 10 (3) : 253-262.
- ZYLBERBERG, L., 1965. Modifications intra-mitochondriales dans les cellules des follicules testiculaires de *Pieris brassicae* L. *Ann. Sc. nat.*, 12 (7) : 209-212.

Reçu le 3 mai 1968.

LEGENDES DES PLANCHES

PLANCHE I

- FIG. 1. — Sporocyte de *N. miliaris* montrant la répartition des trichocystes fibreux et muqueux. $\times 13\ 640$.
FIG. 2. — Poches à mucus sous la membrane cellulaire de l'individu végétatif. $\times 30\ 450$.

PLANCHE II

- FIG. 1. — Coupe ultrafine d'une partie du tentacule. Noter en particulier la structure de la membrane. $\times 26\ 400$.
FIG. 2. — Membrane cellulaire d'un sporocyte. $\times 52\ 600$.
FIG. 3 et 5. — Poches contenant une décharge interne de trichocystes fibreux.
Fig. 3 : $\times 50\ 000$. Fig. 5 : $\times 23\ 750$.
FIG. 4. — Trichocyste fibreux dévaginé. $\times 52\ 600$.

PLANCHE III

- FIG. 1. — Cristal intra-mitochondrial. Noter les relations avec les crêtes. $\times 25\ 300$.
FIG. 2. — Cristal intra-vacuolaire. Observer les relations entre vacuole et mitochondrie. $\times 22\ 425$.
FIG. 3. — Vacuole à pré-trichocyste. $\times 37\ 300$.
FIG. 4. — Trichocyste fibreux entouré par une mitochondrie annulaire. Observer les contacts entre trichocyste et feuillet externe de la membrane mitochondriale. $\times 17\ 000$.

Symboles adoptés :

- c1, c2, c3 : couches formant la membrane cellulaire.
- c.e. : canal évacuateur.
- c.i. : cristal intra-mitochondrial.
- c.m. : crête mitochondriale.
- fl. : flagelle.
- M. : mitochondrie.
- m.c. : membrane cellulaire.
- m.f. : microfibrille striée.
- m.n. : membrane nucléaire.
- m.t. : microtubule.
- N. : noyau.
- p.i. : poche intra-cellulaire.
- p.m. : poche à mucus.
- p.n. : pore nucléaire.
- t.c. : travée cytoplasmique.
- t.d. : trichocyste dévaginé.
- t.f. : trichocyste fibreux.
- v. : vacuole.

