

Dr. G. PERSOONE
Eerst aanwezig Assistent
Rijksuniversiteit Gent
Laboratorium voor Protozoologie
Ledegangschelkestraat 1

PROTISTOLOGIE. — *La Dinomitose atractophorienne à fuseau endonucléaire chez les Radiolaires Thalanophysidae. Son homologie avec la mitose des Foraminifères et avec celle des levures.* Note (*) de MM. André Hollande, Jean Cachon et M^{me} Monique Cachon, présentée par M. Pierre-Paul Grassé.

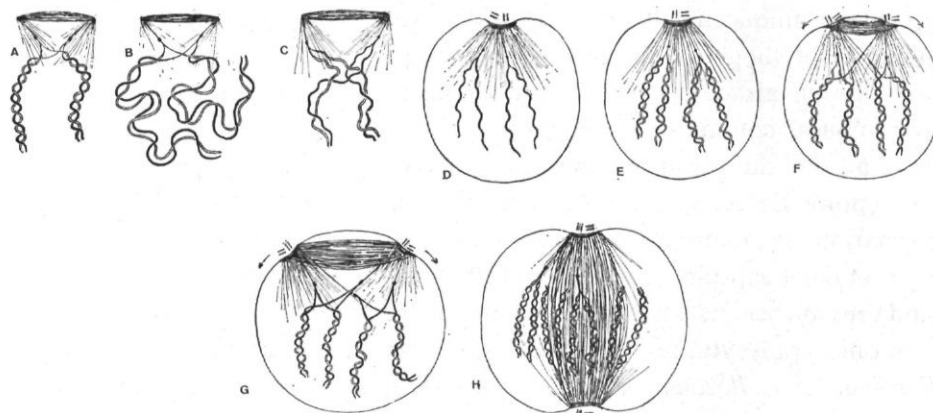
Les Radiolaires du genre *Thalanophysa* appartiennent au sous-ordre des Collo-daires. Leur unique noyau, dit noyau primaire (300 μ de diamètre), présente de nombreuses et longues expansions périphériques contenant les nucléoles. En son centre loge un atractophore sur lequel convergent les chromosomes. Les mitoses sporogoniques, comme nous l'avons montré antérieurement ⁽¹⁾, s'effectuent tout d'abord au sein du noyau primaire qui conserve sa membrane, puis, ultérieurement, après rupture de celle-ci, elles se déroulent dans l'endoplasme et aboutissent à la formation de nombreux noyaux dits noyaux secondaires. Ceux-ci, après fragmentation de la capsule centrale se répartissent entre de nombreuses petites capsules secondaires dispersées au sein d'une gelée commune ; il se constitue de la sorte des colonies polycyttaires, globuleuses ou rubannées désignées sous le nom de *Collozoum*. Le *Collozoum* mène un certain temps une vie autonome ; ses capsules centrales dont les noyaux se divisent activement, d'une façon synchrone, se multiplient par étranglement et la colonie se scinde en colonies filles qui à leur tour se fragmentent en colonies secondaires. Après plusieurs semaines, voire plusieurs mois, surviennent les stades ultimes de la sporogénèse. Le rythme des caryocinèses s'accélère, les noyaux diminuent de taille, deviennent massifs, très chromatiques. Des cristaux caractéristiques apparaissent dans le cytoplasme intracapsulaire qui se fragmente en nombreux îlots. Aux dépens de ceux-ci s'individualisent des spores qui renferment chacune un cristal et de petites gouttelettes lipidiques. Après rupture des membranes capsulaires, les spores sont libérées dans l'eau de mer. Elles portent deux fouets insérés non loin du noyau et dirigés, l'un en avant, l'autre vers l'arrière du corps. Nous n'avons pas réussi à suivre leur évolution et nous ignorons encore si un acte sexuel intervient ou non avant qu'elles ne s'accroissent en une nouvelle Thalanophyse.

Dans ses traits essentiels, la caryocinèse des Thalassophysidae répond au schéma de la pleuromitose, ce terme étant pris dans son acception moderne [⁽²⁾, ⁽³⁾]. Elle revêt cependant un caractère singulier car le fuseau est intranucléaire et dépend d'atractophores d'un type particulier. Nous l'avons étudiée chez *Thalassophysa sanguinolenta* dont *Collozoum pelagicum* représente le stade polycyttaire. C'est dans le *Collozoum* qu'elle trouve son expression didactiquement la plus claire.

Les noyaux intercinétiques du *Collozoum* que revêt le nucleolemma sont subsphériques ou piriformes : l'un de leur pôle est creusé d'un ombilic au fond duquel se trouve, sous-jacente à la membrane nucléaire, une plaque dense aux électrons, en forme de verre : l'atractophore, que surmontent deux cinétosomes orthogonaux l'un à l'autre.

Le terme d'atractophore ⁽⁴⁾ (ατραχτος = fuseau. φέρειν = porter) désigne chez les Metamonadines (*Trimitus* — certains *Trichomonas* — Devescovininae,

Hypermastigines) des organites présentant toujours d'intimes relations avec la cinétide et ayant pour fonction essentielle de participer à l'édification du fuseau et de polariser les fibres fusoriales. Ils se présentent sous forme de baguettes plus ou moins développées (baguettes centriolaires de Cleveland) entre lesquelles se trouve tendu le fuseau, et qui éventuellement, à la mitose, subissent une elongation ayant pour effet d'amener ce dernier auprès du noyau.



A, B, C : Schéma de la pleuromitose (dinomitose) chez *Merodinium belari* Hollande et Enjumeu.
D à H : Schéma de la dinomitose atractophorienne à fuseau endonucléaire chez les Thalassophysidae

Tantôt les baguettes sont de simples dépendances des lames parabasales ; elles présentent alors une structure périodique et contre elles s'adosse un matériel fibrillaire aux dépens duquel s'édifie l'appareil mitotique durant la caryocinèse. Tantôt elles sont constituées du matériel préfusorial lui-même, précocement isolé des lames parabasales ; dans ce cas une grosse sphère archoplasmique est appendue à leur apex et d'elle, irradiant les fibres fusoriales.

L'atractophore des Thalassophysidae est d'un type différent ; c'est un disque mince, déprimé en son centre, et constitué d'un entrelac de microtubules noyés dans une substance de plus forte densité électronique. Son aspect est tel, qu'à

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

Collozoum pelagicum

Fig. A. — Noyau interphasique ; sur la gauche de la photographie s'observent les sections de la spire chromonématique ($G \times 30\ 000$).

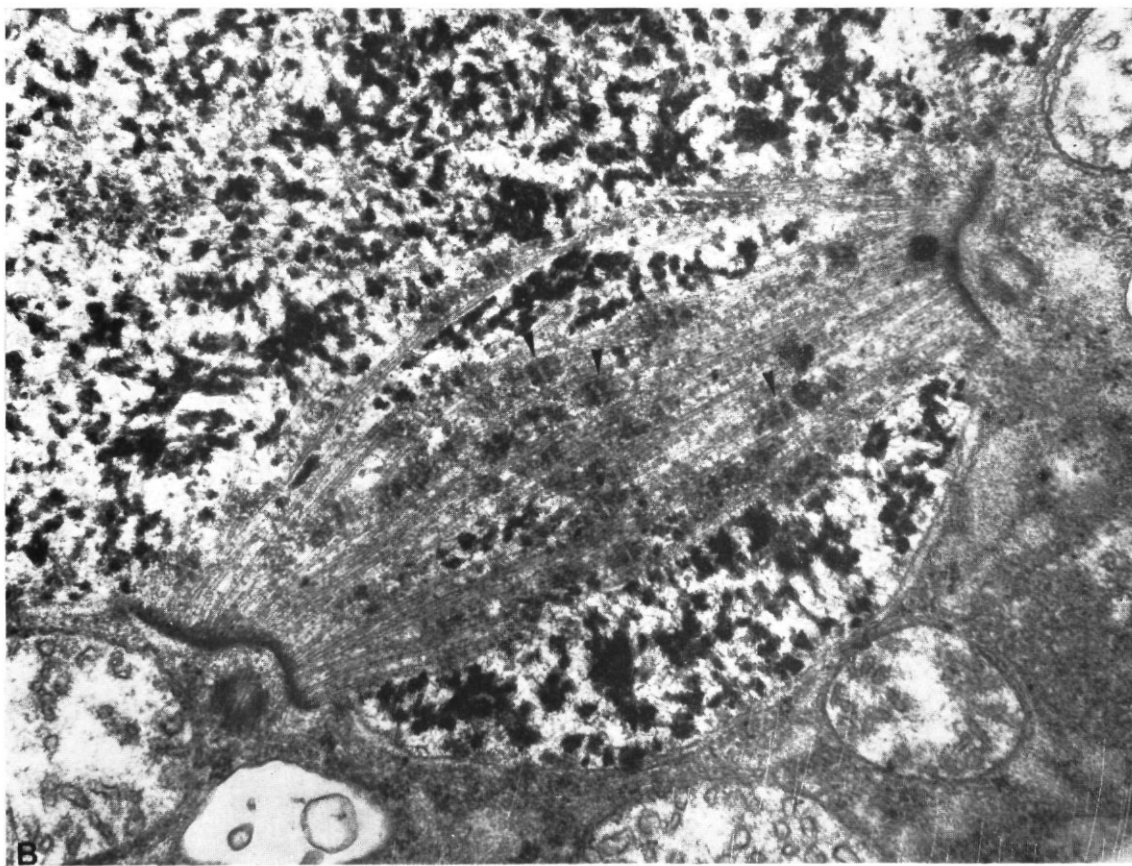
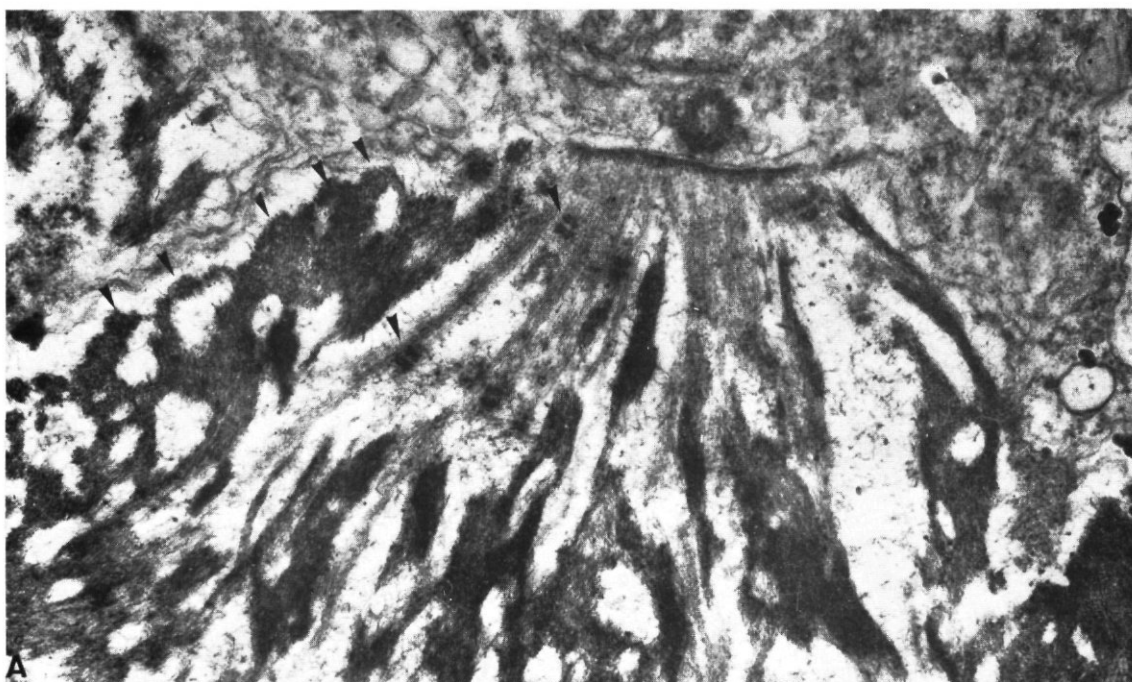
Fig. B. — Prophase ; quelques centromères sont désignés par des flèches ($G \times 30\ 000$).

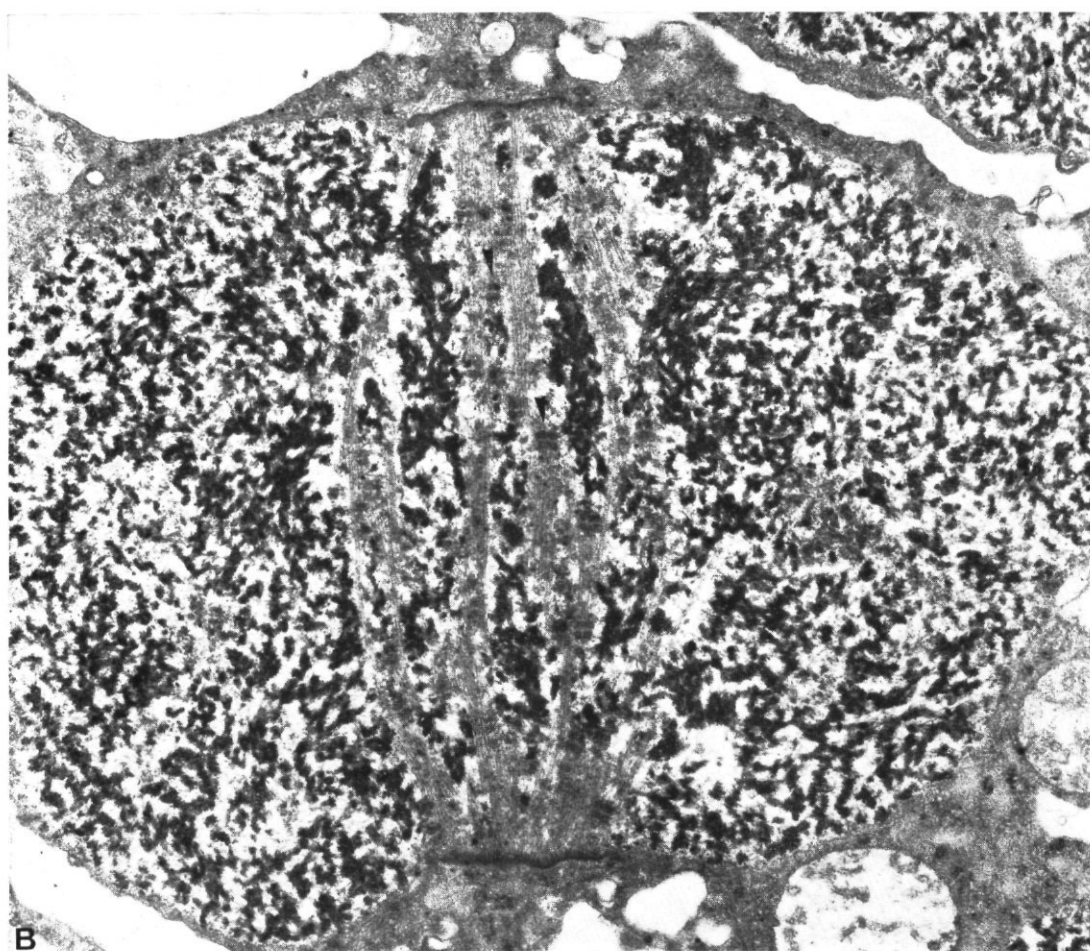
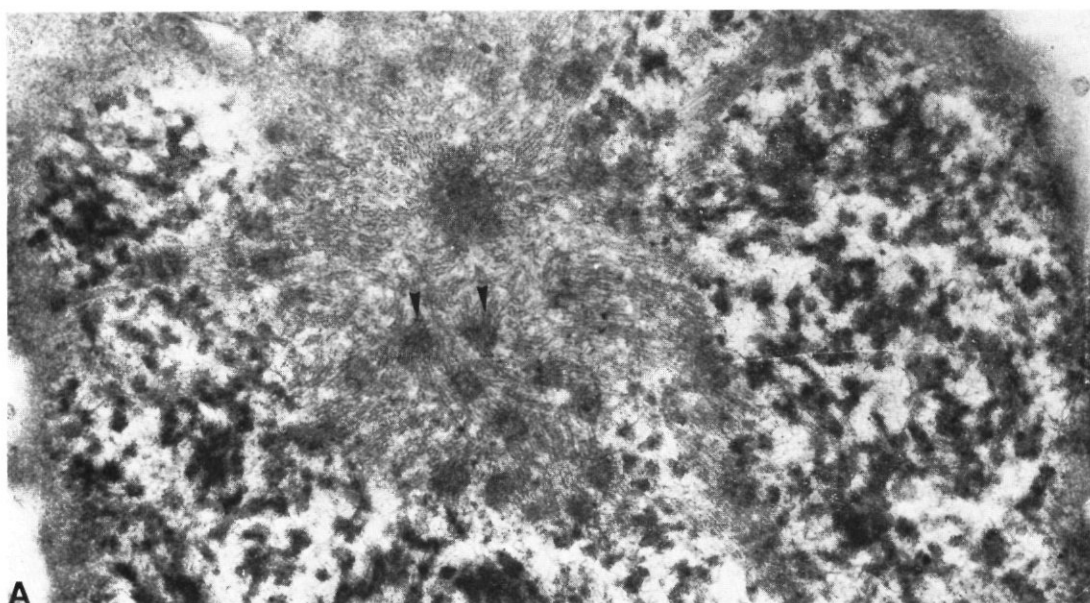
Planche II

Collozoum pelagicum

Fig. A. — Noyau posttélaphasique. Coupe tangentielle intéressant la région des centromères sous-jacents à la plaque atractophorienne ($G \times 30\ 000$).

Fig. B. — Noyau télaphasique ($G \times 20\ 000$) ; Les flèches indiquent l'emplacement de quelques centromères





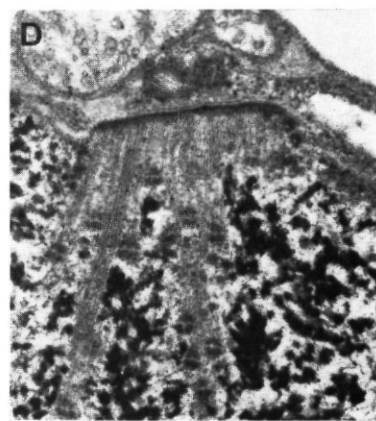
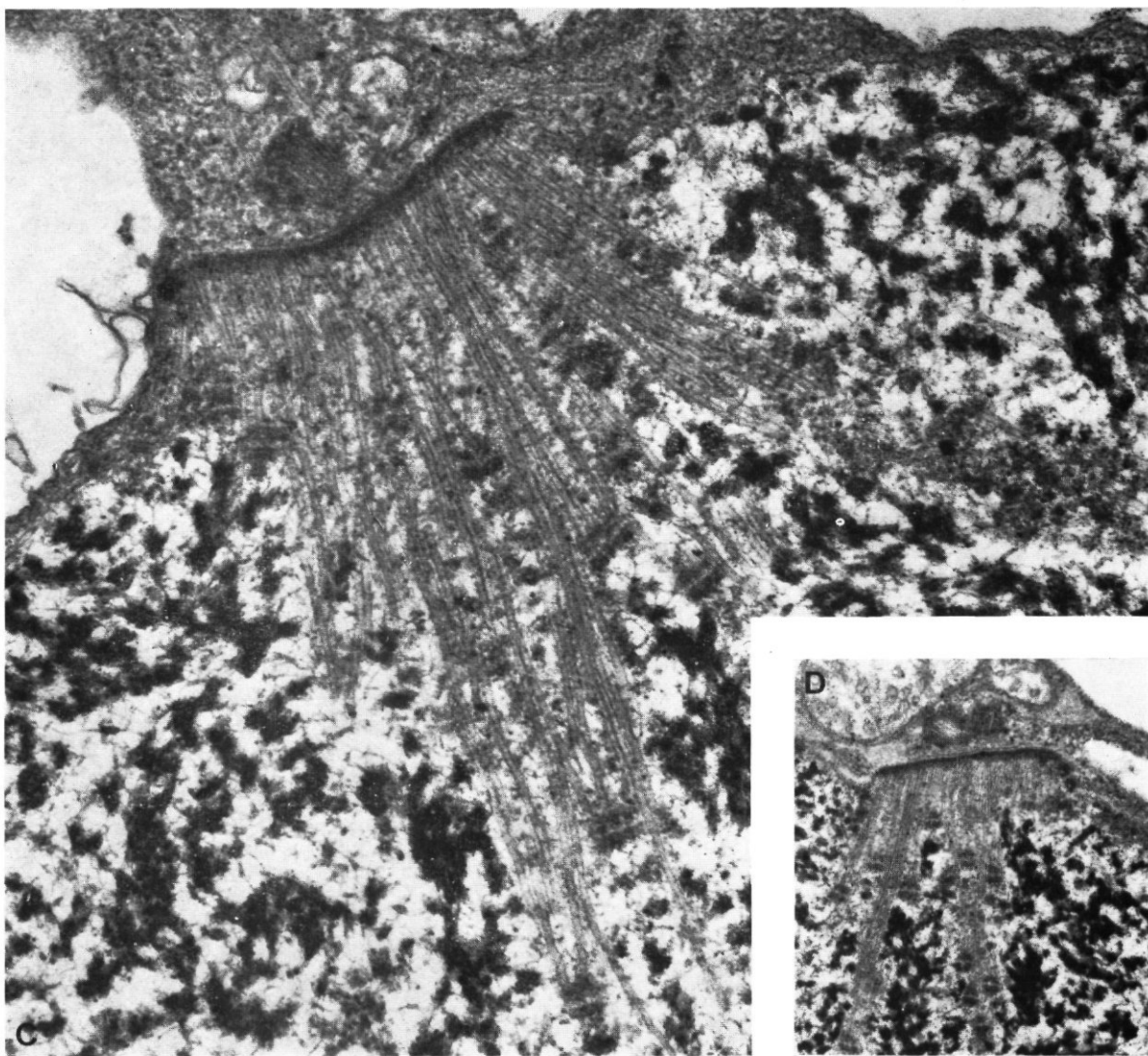
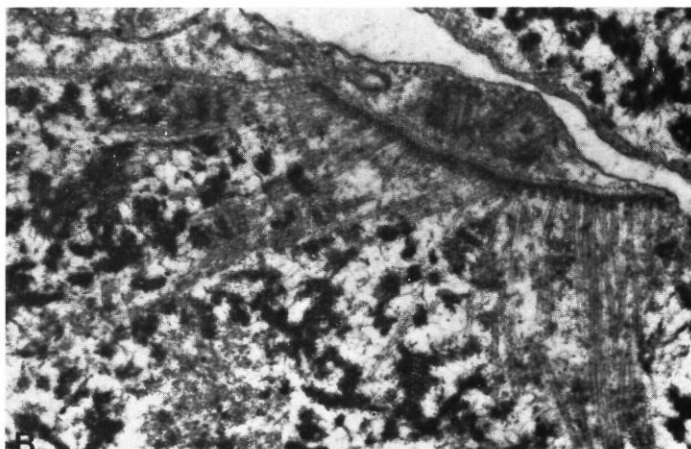
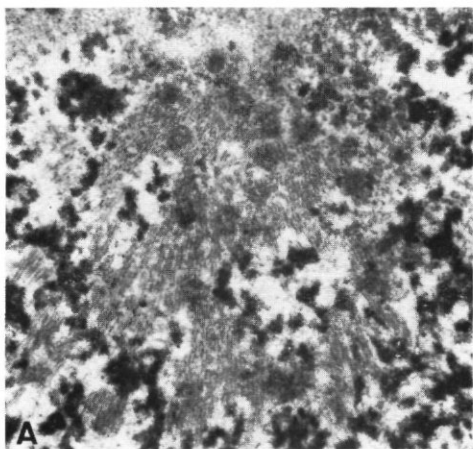


Planche III

- Fig. A. — Coupe passant par la zone des centromères ($G \times 30\,000$).
 Fig. B. — Cinétosomes sus-jacents à la plaque atractophorienne ($G \times 35\,000$).
 Fig. C. — Plaque atractophorienne et fibres chromosomiales grossies ($G \times 41\,000$).
 Fig. D. — ($G \times 20\,000$) ; Atractophores, fibres chromosomiales et centromères d'un noyau sortant de division.

n'observer que les seuls noyaux de *Collozoum*, on pourrait imaginer qu'il représente un simple épaissement de la membrane nucléaire. Il n'en est évidemment rien puisqu'aussi bien dans le noyau primaire au repos, que dans le noyau aux premières phases de la sporogénèse, les atractophores sont indépendants de la membrane nucléaire.

Les chromosomes, une cinquantaine environ, sont métacentriques, inégalement longs et enroulés en une spirale majeure plus ou moins serrée. Par l'intermédiaire de fibres chromosomiales issues de la plaque atractophorienne auxquelles les associent leurs centromères, ils convergent tous sur la cupule atractophorienne. Sur les micrographies électroniques, ils se présentent sous forme de gros cordons constitués d'une matrice claire, aux contours parfois assez nets, et qui renferme le ou les éléments chromonématiques qui sont constitués de microfibrilles. Lorsque les coupes sont relativement épaisses, l'agencement hélicoïdal des chromonemata est apparent ; sur coupes ultrafines, en revanche il perd de sa netteté et dans la matrice se voient simplement des plages chromatiniennes fibreuses dessinant un réseau aux mailles irrégulières.

Les centromères, morphologiquement peu différents de ceux décrits récemment dans les cellules du rat par P. Jokelainen⁽⁵⁾, ont la forme de petits cylindres (1 200 Å de long, 900 Å de large) constitués de deux disques superposés, denses aux électrons et séparés l'un de l'autre par un espace clair que traversent des fibrilles. Les disques sombres, de structure hétérogène, paraissent homologues de ceux qui, chez *Barbulanympha* sont sous-jacents à la portion cupulaire du centromère qui est encastrée dans la membrane nucléaire. Les fibres chromosomiales en rapport avec chaque centromère, sont au nombre d'une vingtaine environ ; elles pénètrent semble-t-il l'un des disques sombres mais nous ne saurions l'affirmer ; nous ne saurions davantage préciser le mode d'association des centromères aux fibrilles des chromosomes.

Les modalités selon lesquelles s'individualisent puis se ségrègent les chromatides sont identiques à celles d'une dinomitose syndinienne : le clivage débute dans la région centromérique puis progresse en direction distale, les deux lots chromatidiens basculant progressivement l'un et l'autre de 90° dans des directions opposées. Ce sont également, comme dans la dinomitose classique (*Merodinium belari* Hollande et Enjume), les fibres du fuseau qui conditionnent ce mouvement de bascule. Ce dernier toutefois, chez le Radiolaire, s'effectue en totalité sans que ne se modifie sensiblement la forme du noyau, le fuseau étant intranucléaire et les atractophores jouxtant en permanence les chromosomes.

A la prophase, au voisinage immédiat de l'ombilic, s'individualisent une cupule

atractophorienne de néoformation ainsi que deux nouveaux cinétosomes. Par l'intermédiaire des fibres chromosomiales, chaque atractophore entre en relation avec les différents centromères d'un lot chromatidien, puis les deux atractophores, tout en restant adjacents au noyau, effectuent autour de celui-ci une rotation de 180° qui a pour effet de les amener en vis-à-vis. C'est la progressive élongation des fibres continues du fuseau tendu entre eux qui provoque la rotation des atractophores puis en fin de caryocinèse, l'isolement des deux noyaux fils restés jusque là intimement emboîtés l'un dans l'autre. Corrélativement, c'est le raccourcissement des fibres chromosomiales qui provoque la polarisation des chromosomes à chacun des pôles du fuseau et, par la même, le rassemblement des centromères au voisinage des atractophores.

C'est un mécanisme identique qui assure la ségrégation des chromosomes lors des premières mitoses sporogoniques qui s'effectuent au sein du caryoplasme du noyau primaire, au stade *Thalassophysa*. Ces premières divisions toutefois revêtent un aspect singulier qui a pour cause, d'une part, la très grande longueur des chromosomes qui sont peu spiralés, d'autre part l'accélération de l'ensemble des phénomènes cinétiques qui aboutit au déclenchement d'une nouvelle division avant même que la division précédente ne soit achevée. Nous ne savons cependant, à l'heure actuelle, si le (trophozoïte au repos) ou les (trophozoïtes en début de sporogénèse) atractophores présents dans le noyau primaire, sont ou non associés à des cinétosomes. Dans la négative les atractophores seuls seraient doués de continuité génétique, les cinétosomes étant néoformés à chaque cycle sporogonique.

Ainsi la caryocinèse des *Thalanophysidae* représente un mode particulier de pleuromitose : c'est une dinomitose atractophorienne à fuseau endonucléaire. Ce type de dinomitose, bien que resté jusqu'ici méconnu, est fort répandu chez les Protozoaires ; nos observations en microscopie photonique nous permettent en particulier d'affirmer qu'il est de règle chez tous les Radiolaires Spumellaires et chez tous les Foraminifères. Chez ces derniers Protistes, en effet, ce ne sont ni des centrosomes [Le Calvez (6)] ni des plaques centromériques [Grassé (7)] qui jouxtent la membrane nucléaire des noyaux en division, mais des plaques atractophoriennes donnant insertion à des fibres fusoriales intranucléaires. La mitose des levures (*Saccharomyces cerevisiae*) est elle-même, à notre avis du moins, une dinomitose atractophorienne, comme en témoignent les micrographies électroniques récemment publiées par C. F. Robinow et J. Marak (8).

(*) Séance du 23 juin 1969.

(1) A. HOLLANDE et M. ENJUMET, *Ann. des Sc. Nat. Zool.*, 2^e série, 15, 1953, p. 100-181.

(2) A. HOLLANDE et J. VALENTIN, *Comptes rendus*, 266, Série D, 1968, p. 367-370.

(3) A. HOLLANDE et J. VALENTIN, *Comptes rendus*, 267, Série D, 1968, p. 1383-1386.

(4) A. HOLLANDE et J. VALENTIN, *Comptes rendus*, 264, Série D, 1967, p. 1868-1871.

(5) P. T. JOKELAINEN, *J. Ultrastr. Res.*, 19, 1967, p. 19-44.

(6) J. LE CALVEZ, *Arch. Zool. Exp. et gener.*, 80, 1938, p. 164-333.

(7) P.-P. GRASSÉ, *Traité de Zoologie*, Masson, 1953.

(8) C. F. ROBINOW and J. MARAK, *J. C. B.*, 29, 1966, p. 129-151.

(Laboratoire d'Evolution des êtres organisés
et Centre de Microscopie électronique du CNRS,
105, boulevard Raspail, 75-Paris, 6^e.)