

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Comparaison entre la structure des spermatozoïdes et celle des Flagellés.

Par
A. Alexeieff.

(Avec 2 figures dans le texte.)

HAMM, élève de LOEWENHOEK, a découvert en 1677 dans le sperme de l'homme les filaments qu'il avait considérés à cause de leurs mouvements comme des êtres vivants autonomes c'est-à-dire ne faisant pas partie de l'organisme humain, d'où le terme *animalculi* employé par cet auteur. DUVERNOY de son côté se basait sur ce caractère de mobilité quand il proposa en 1837 le terme de *spermatozoa*.¹⁾

On a maintes fois comparé la structure des spermatozoïdes avec celle des Flagellés, mais toujours en passant: on se limitait à signaler la ressemblance à propos d'un trait de structure donné sans s'attacher à comparer méthodiquement une à une les diverses parties constituant ces éléments cellulaires si particuliers. Ainsi à propos du parasome (= „kinetonucleus“) des Trypanosomes LAVERAN et MESNIL avaient soutenu l'opinion qu'il représente l'homologue du centrosome des spermatozoïdes. DOBELL (1909) a établi que l'axostyle des Trichomonades et le filament axile des spermatozoïdes sont des formations homologues. C'est à cela que les termes de comparaison

¹⁾ Cette croyance a du être assez populaire au début du XVIII^{me} siècle; ainsi p. ex. un des personnages du roman de MEREJKOWSKY „Pierre et Alexis“ dit dans une discussion philosophique: „A travers le microscopium on a distingué dans le sperme masculin des animalcules pareils à la grenouille ou au têtard.“

étaient limités. Or, l'homologie de structure chez les spermatozoïdes et les Flagellés peut être établie jusqu'aux détails.

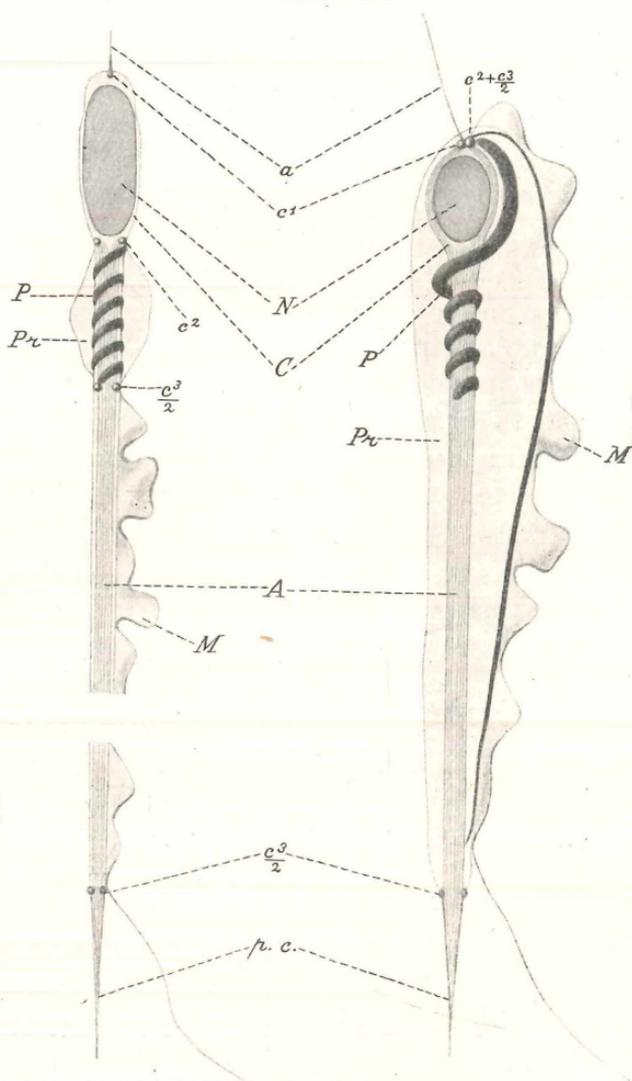
Pour faire cette comparaison nous prendrons d'un côté le spermatozoïde des vertébrés avec toute sa structure compliquée et de l'autre un *Trichomonas* avec le parasome spiralé de *Devescovina striata* (Textfig. A).

Je rappellerai avant tout que la tête du spermatozoïde formée essentiellement par le noyau de la spermatide est naturellement homologue du noyau de notre Flagellé (N dans les Fig. de Textfig. A); de plus — le filament axile est homologue de l'axostyle. Maintenant nous allons examiner l'appareil moteur, à savoir: centrosome, flagelle, membrane ondulante; ceci fait nous étudierons les formations mitochondriales.

Comme on sait, l'on distingue dans les spermatozoïdes les centrosomes proximal et distal, ce dernier se divisant de bonne heure à son tour en deux parties dont l'une marque la limite postérieure de la pièce intermédiaire et l'autre moitié dans son déplacement en arrière arrive jusqu'au commencement de la portion terminale nue de la queue. Chez *Trichomonas* le blépharoplaste est constitué par deux corpuscules: l'un ventral (situé à gauche dans ma fig. de Textfig. A), l'autre dorsal (situé à droite) dont part la membrane ondulante et le parasome. Le blépharoplaste ventral doit être assimilé au centrosome proximal du spermatozoïde, tandis que le blépharoplaste dorsal correspond à la moitié proximale du centrosome distal; quant à la moitié distale de ce dernier, nous retrouvons son homologue dans les grains caudaux appliqués contre l'axostyle à l'endroit où sort du corps la pointe caudale de l'axostyle.

L'acrosome ou perforatorium dont sont munis certains spermatozoïdes peut être considéré comme un flagelle immobile et raide, et dès lors il doit être comparé au groupe de trois flagelles antérieurs de *Trichomonas*.

Passons maintenant à la membrane ondulante; les spermatozoïdes de certains Amphibiens ont une membrane ondulante qui de tous points rappelle celle des Trichomonades, la ressemblance de structure allant parfois très loin; ainsi, si la „côte“ manque dans la plupart des spermatozoïdes à membrane ondulante, ou en observe une qui est très bien développée chez les spermatozoïdes de *Bombinator igneus* (v. fig. empruntée à BROMAN). On y retrouve tous les traits de structure de la membrane ondulante de *Trichomonas* jusqu'à ce détail minime: de même que la côte de *Trichomonas* cette formation



Explication de la Textfig. A.

A gauche est représenté un spermatozoïde idéal dans lequel sont réunis les traits de structure qui ne se rencontrent pas tous ensemble dans les spermatozoïdes réels. A droite — c'est un *Trichomonas* avec le parasome de *Devescovina striata* et un seul flagelle antérieur.

Lettres communes aux deux figures.

- a = acrosome (ou perforatorium) et en même temps (pour le Flagellé) — flagelle antérieur.
 c^1 = grain basal de l'acrosome et — partie basale du blépharoplaste.
 c^2 = centrosome proximal et — partie dorsale (pas toute) du blépharoplaste.
 N = Tête (= noyau) du spermatozoïde et — noyau du Flagellé.
 P = filament spiral et — parasome.
 Pr = manchette caudale et — corps protoplasmique du Flagellé.
 A = filament axile et — axostyle.
 M = membrane ondulante.
 $\frac{c^3}{2}$ = les deux moitiés du centrosome distal et — les grains caudaux péri-axostylaires (dans la constitution du blépharoplaste dorsal prend part $\frac{c^3}{2}$ également, — $c^2 + \frac{c^3}{2}$).
 $p. c.$ = filament caudal et — pointe caudale.

dans les spermatozoïdes de *B. igneus* se colore surtout fortement à la périphérie.

Quant aux formations mitochondriales, j'ai déjà établi ailleurs¹⁾ l'homologie entre le parasome des Flagellés et le filament spiral des spermatozoïdes; dans la Fig. 2 de la Textfig. A j'ai représenté un parasome spiralé dont on trouve un exemple très net chez *Devescovina striata* (d'après JANICKI, 1911); la ressemblance de cette formation avec le filament spiral de la pièce moyenne du spermatozoïde (v. le schéma de gauche de la Textfig. A) est frappante.

Quant à la coiffe céphalique des spermatozoïdes les opinions des auteurs divergent sur son origine; cependant il est probable qu'elle se forme aux dépens des mitochondries; l'homologue de cette coiffe se retrouve dans le calice („calix“ de GRASSI) des Trichonymphines, — dans les deux cas le noyau est entouré par une sorte de panier parfois en forme d'un calice (p. ex. chez *Lophomonas*).

L'analogie de structure entre l'axostyle des Trichomonades et le filament axile de la queue des spermatozoïdes va parfois jusqu'à leur structure fine: ainsi dans l'axostyle de certaines Trichonymphines on retrouve la structure fibrillaire du filament axile des spermatozoïdes. La partie nue de l'axostyle (pointe caudale) correspond à n'en pas douter au filament terminal de la queue des spermatozoïdes.

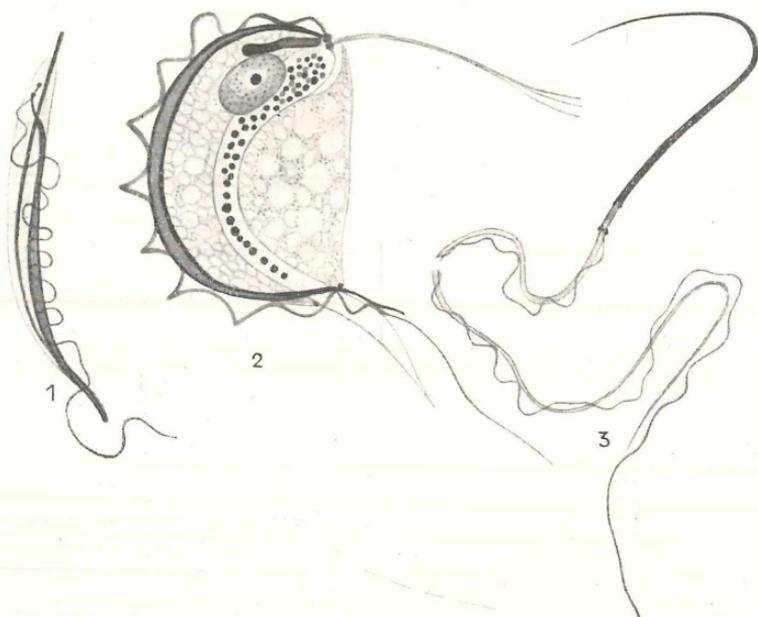
Enfin il va sans dire que la manchette caudale des spermatozoïdes (c'est-à-dire le reste du corps cytoplasmique de la spermatide) représente le corps plasmatique de notre Flagellé schématique (Textfig. A, *Pr.*).

Avant de représenter ces données sous la forme d'un tableau, je dois ajouter quelques mots à propos de l'homologie entre le filament axile et l'axostyle. Cette homologie ne pouvait être considérée comme complète pendant qu'on admettait que l'origine (organogénèse) de ces deux formations était différente: le filament axile des spermatozoïdes apparaît comme un flagelle; tandis que d'après l'opinion classique, l'axostyle chez les Flagellés se forme aux dépens de la parademesse étirée pendant la division entre les deux blépharoplastes fils.

Or, j'ai pu montrer que la parademesse ne joue aucun rôle dans l'organogénèse de l'axostyle. Ici je me bornerai à citer les conclusions concernant l'axostyle, extraites de mon travail dont j'ai parlé plus haut („Le corps parabasale, l'axostyle et les mitochondries chez les Flagellés“).

¹⁾ Archives de la Société protistologique russe T. III 1923.

1. L'axostyle est une formation tubuleuse ou filamenteuse qui est disposée suivant l'axe longitudinal du corps du Flagellé et fait souvent une saillie à l'extérieur (pointe caudale); chez les Flagellés diplozoaires (*Octomitus*, *Giardia* et autres) chaque axostyle se prolonge avec un flagelle caudal. Chez certaines Trichonymphines la partie antérieure de l'axostyle est élargie en calice (calix) qui renferme le noyau. Dans certains cas l'axostyle a une structure fibrillaire; quelquefois dans l'intérieur de l'axostyle se trouvent les mitochondries (grains endoaxostyliques).



Explication de la Textfig. B.

1. Spermatozoïde de *Bombinator* (d'après BROMAN).
2. *Trichomonas augusta mihi* (orig.).
3. Spermatozoïde de *Triton cristatus* (orig.).

A noter dans les Fig. 1 et 2 l'identité de structure de la „côte“ (costa) qui se colore fortement à la périphérie et beaucoup moins dans la partie centrale. A remarquer également que dans la Fig. 3 la partie libre terminale de l'appareil locomoteur est formée (contrairement à l'opinion admise) par le flagelle bordant la membrane ondulante et non pas par le filament axile nu; ainsi l'homologie avec la disposition réalisée chez les *Trichomonas* est complète (comp. avec la Fig. 2).

2. Les propriétés tinctoriales de l'axostyle sont celles d'un flagelle.

3. L'axostyle joue le rôle d'un gouvernail, c'est là sa fonction principale; en se contractant il se recourbe comme le font les flagelles et de cette façon il détermine le changement de direction

du Flagellé. Un rôle secondaire — maintenir la forme du corps constante (rôle d'un squelette interne). La fonction qui consisterait à servir d'un organe de fixation n'a probablement pas lieu.

4. Pendant la division du Flagelle l'axostyle ancien disparaît et deux nouveaux axostyles se forment aux dépens des blépharoplastes-fils et ont au début tout à fait l'aspect de flagelles.

5. Etant donné qu'on note beaucoup de caractères communs à l'axostyle et au flagelle (la colorabilité identique, la contractilité, le même mode de formation), on doit admettre que l'axostyle est un homologue du flagelle et même plus — l'axostyle est en somme un flagelle intracytoplasmique, c'est-à-dire un flagelle qui au lieu d'être libre est plongé dans le plasma.

6. Entre l'axostyle des Flagellés et le filament axile des spermatozoïdes il y a une homologie complète. Le filament axile apparaît comme un flagelle à partir du blépharoplaste qui est homologue du centrosome.

Il ne faut pas s'imaginer que pour illustrer la comparaison de la structure des Flagellés avec celle des spermatozoïdes, dans la Textfig. A, j'ai été obligé de modifier beaucoup les types réels et d'„arranger“ les dispositions qui existent. Si nous prenons comme exemples un spermatozoïde réel — celui de *Bombinator igneus* (d'après le dessin de BROMAN) et un *Trichomonas* (*T. augusta* mihi) (Textfig., Fig. 1 et 2) nous verrons que les ressemblances dans la structure sont profondes. En somme il n'y a que cette différence: le corps cytoplasmique si développé chez *Tr. augusta* fait défaut dans le spermatozoïde; quant au reste, — on retrouve les mêmes organites cellulaires: axostyle, membrane ondulante avec une forte côte (formation de soutien sidérophile); les flagelles antérieurs du *Trichomonas* doivent être assimilés à la partie du filament axile qui sort à l'extérieur à l'extrémité antérieure du spermatozoïde de *Bombinator igneus*; en effet, comme je viens de dire plus haut, l'axostyle n'est en somme qu'un flagelle à trajet intracytoplasmique; or, chez ce spermatozoïde il y a une partie d'axostyle extracytoplasmique. Si l'axostyle du spermatozoïde est sidérophile et l'axostyle du *Trichomonas* ne l'est pas, on retrouve en revanche dans ce dernier les grains sidérophiles endoaxostyliques. La côte (costa) de la membrane ondulante a dans les deux le même caractère: ce sont les parties corticales qui se colorent en noir foncé avec l'hématoxyline ferrique la partie centrale n'étant pas très sidérophile.

On peut résumer les données exposées dans ce travail sous forme d'un tableau (Textfig. A).

Spermatozoïde.	Flagellé.
1) Acrosome (perforatorium) (<i>a</i>)	= flagelle antérieur + partie correspondante du blépharoplaste.
2) Coiffé céphalique (<i>C</i>)	= calice.
3) Tête (<i>N</i>)	= noyau.
4) Centrosome proximal + partie supérieure du centrosome distal }	= partie dorsale du blépharoplaste ($c^2 + \frac{c^3}{2}$).
5) Filament spiral (<i>P</i>)	= parasome (ou corps parabasal).
6) Filament axile (<i>A</i>)	= axostyle.
7) Partie inférieure du centrosome distal ($\frac{c^3}{2}$) }	= grains caudaux périaxostyliques.
8) Filament terminal de la queue (<i>p. c</i>)	= pointe caudale de l'axostyle.
9) Membrane ondulante (<i>M</i>) (+ parfois la côte) }	= membrane ondulante (+ parfois la côte).
10) Manchette caudale (<i>Pr</i>)	= corps plasmatique.

L'homologie entre le parasoma des Flagellés et le filament spiral des spermatozoïdes est indiscutable; en effet l'un et l'autre sont des organites de nature mitochondriale (comme je l'ai montré dans le travail déjà cité) et présentent absolument les mêmes connexions—notamment partent respectivement du blépharoplaste dorsal ($c^2 + \frac{c^3}{2}$, Textfig. A) et du centrosome proximal (pour

aboutir à la partie antérieure du centrosome distal, $\frac{c^3}{2}$). On doit

se demander, si ces deux formations sont en même temps analogues, c'est-à-dire accomplissent la même fonction. J'ai montré ailleurs que le parasome des *Bodo* fonctionne comme un glyco-génoplaste. On devait dès lors se poser la question s'il n'y a pas formation de glycogène dans le cas du filament spiral des spermatozoïdes. Le glycogène semble faire défaut dans les spermatozoïdes de l'homme. Cependant en me servant d'une solution iodo-iodurée très forte j'ai vu dans quelques rares exemplaires à la périphérie de la pièce intermédiaire 4—6 granules très fins colorés en brun foncé de chaque côté (en coupe optique). Vu la petitesse de l'objet il est difficile de décider si c'était là une teinte caractéristique pour le glycogène. Cependant étant donné qu'on n'obtient cette teinte qu'en employant un réactif très fort et encore ne la met-on en évidence que sur de très rares individus, on est amené à conclure que le glycogène fait défaut dans les spermatozoïdes, au moins dans ceux de l'homme. Mais ce fait n'implique point que le filament spiral

n'a pas une fonction analogue à celle du parasome. En effet, à propos du parasome j'ai montré ailleurs que s'il élabore du glycogène chez les *Bodo*, chez d'autres Flagellés cette substance de réserve est probablement remplacée par une autre qui n'est pas facile à caractériser sous le microscope. Ainsi il apparaît comme très plausible que, à côté du rôle plus au moins squelettique élucidé par les recherches de KOLTZOFF, le filament spiral produit du matériel kinétique utilisé pour le fonctionnement de la queue (= flagelle).

Cette analogie de structure entre certains Flagellés parasites et les spermatozoïdes des Métazoaires est un exemple remarquable de ressemblance par convergence sous l'action des conditions similaires du milieu ambiant. Toute considération d'ordre phylogénétique serait déplacée ici, car justement ces espèces des Flagellés ne peuvent pas être considérées comme primitives à cause de leur vie parasitaire. Les Trichomonades sont des Flagellés très spécialisés adaptés à l'existence parasitaire. La ressemblance qu'on note entre la structure de ces Flagellés et celle des spermatozoïdes tient à ce que les éléments cellulaires placés dans les conditions à peu près identiques ont recours aux mêmes procédés pour différencier les organites indispensables à la vie dans ces conditions spéciales. Ainsi la consistance visqueuse du liquide séminal d'une part et celle du contenu intestinal des Amphibiens de l'autre, ont conduit à ce que le spermatozoïde et le *Trichomonas* ont formé un axostyle et une membrane ondulante. Je rappellerai ici en passant que ces deux organites ne se rencontrent que chez les Flagellés parasites et pour cette raison doivent être considérés comme le résultat direct d'une adaptation à la vie parasitaire.¹⁾

Ainsi nous voyons que HAMM et autres observateurs qui avaient considéré les spermatozoïdes comme des animalcules n'ont pas commis en somme une erreur grossière: en effet, le spermatozoïde est non seulement un élément cellulaire très particulier sans analogie avec d'autres cellules des divers tissus des Métazoaires, mais c'est aussi un élément qui a la structure rappelant point par point celle de certains Flagellés parasites.

¹⁾ Il faut noter également ici qu'on peut considérer les spermatozoïdes jusqu'à un certain degré comme les éléments parasitaires: en effet, ils se nourrissent aux dépens des humeurs de l'organisme sans être de quelque utilité pour l'individu donné; naturellement, il en va tout autrement, si l'on envisage le rôle des spermatozoïdes dans la perpétuation de l'espèce, mais ce côté de la question ne nous intéresse pas pour le moment.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [49_1924](#)

Autor(en)/Author(s): Alexeieff A.

Artikel/Article: [Comparaison entre la structure des spermatozoïdes et celle des Flagellés. 104-111](#)