LES CELLULES DE SERTOLI DES POISSONS TÉLÉOSTÉENS

I. — ÉTUDE ULTRASTRUCTURALE

R. BILLARD, B. JALABERT, et B. BRETON
avec la collaboration technique de Anne-Marie ESCAFFRE

Station centrale de Physiologie animale,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78 - Jouy-en-Josas

RÉSUMÉ

Dans le testicule d'un certain nombre de Poissons Téléostéens les cellules somatiques intralobulaires peuvent être considérées comme des cellules de Sertoli qui interviennent dans la contention et la nutrition des cellules germinales et dans leur phagocytose si elles dégèrent. Les cellules de Sertoli assurent en outre, à la fin de la spermatogenèse, un rôle dans l'accumulation et l'excrétion de lipides qui participent vraisemblablement à la formation du liquide séminal.

Malgré la présence passagère de réticulum agranulaire, cette étude morphologique ne permet pas de conclure définitivement au caractère stéroïdogène de ces cellules de Sertoli.

L'existence de cellules de Sertoli est rapportée par la plupart des auteurs chez les Sélaciens (SWAEN et MASQUELIN, 1883 ; STEPHAN, 1902 ; MATTHEWS, 1950 ; COLLENOT et OZON, 1964 ; MELLINGER, 1965 ; STANLEY, 1966 ; SIMPSON et WARDLE, 1967 ; HOLSTEIN, 1969 ; COLLENOT, 1969), chez le Crossopterygien *Latimeria chalumnae* (TUZER et MILLOT, 1959) et chez le Protoptère (BOISSON, 1961).

Chez la plupart des Téléostéens la spermatogenèse se déroule dans des lobules ou tubules tapissés par une couche de cellules dont la fonction et la terminologie ne sont pas clairement définies comme l'ont souligné STANLEY *et al.* (1965). Dans certaines espèces le terme de cellules de Sertoli est utilisé ; c'est surtout le cas des Cyprinodontiformes : *Gambusia* (MELDEN, 1950), *Platy poecilus* (WOLF, 1931 ; CHAVIN et GORDON, 1951), *Poecilia sphenops* (DE FÉLICE et RASCH, 1969) et *Poecilia reticulata* = *Lebistes reticulatus* (VAUPEL, 1929 ; STEPHAN et CLAVERT, 1938 ; PANDEY, 1969 ; BILLARD, 1969 a-1970 a). Cette terminologie est également utilisée dans d'autres groupes où le cycle reproducteur annuel est bien marqué, *Abramis brama* (GRYZEVA, 1936), *Gasterosteus* (CRAIG-BENNETT, 1930 ; GOTTFRIED et

Van MULLEM, 1967) *Clupea harengus* (POLDER, 1961), *Cyprinus carpio* (DRAGOTOIU, 1963) *Gobius paganellus* (STANLEY *et al.*, 1965), *Embiotoca jacksoni* (LAGIOS, 1965), *Cymatogaster aggregata* (WIEBE, 1968, 1969) *Fundulus heteroclitus* (HUVER, 1964 ; LOFTS *et al.*, 1966 ; BARA, 1969). Des cellules de même type ont été qualifiées de cellules folliculaires chez *Cottus bairdii* (HANN, 1927), chez la Truite (WEISEL, 1943 ; OOTA et YAMAMOTO, 1966) ou cellules conjonctives chez la Perche (TURNER, 1919) et chez le Hareng (BOWERS et HOLLIDAY, 1961).

Dans d'autres espèces, à la suite des travaux de MARSHALL et LOFTS (1956), des cellules occupant la même position topographique et qualifiées de « lobules boundary cells » ont été considérées comme glandulaires (stéroïdogènes), d'après leur contenu en cholestérol (test de SCHULTZ positif) et la détection histochimique d'enzymes impliquées dans la stéroïdogénèse. Ces cellules qui présentent des variations saisonnières dans leur contenu en lipides, sont considérées comme homologues des cellules de Leydig (lesquelles peuvent être absentes dans l'espace extralobulaire). Il s'agit de : *Esox lucius*, *Salvelinus willughbii* et *Labeo* (MARSHALL et LOFTS, 1956 ; LOFTS et MARSHALL, 1957 ; MARSHALL, 1960), *Salmo salar* (O' HALLORAN et IDLER, 1970), *Salmo gairdnerii* (ROBERTSON, 1958), *Barbus tor* (RAI, 1965), *Tilapia mossambica* (YARON, 1966), *Couesius plumbeus* (ASHAN, 1966), *Glyptosternum pectinopterum* (KHANNA et PANT, 1966), *Sebastes paucispinis* (MOSER, 1967). Chez *Salvelinus fontinalis* HENDERSON (1962) qualifie également les cellules de la paroi des lobules de « lobules boundary cells » mais ne peut leur attribuer une fonction glandulaire.

Les cellules de Sertoli de plusieurs poissons Istiophorides (MERRETT, 1970) et les « lobules boundary cells » de la Truite (ROBERTSON, 1958) seraient organisées en syncytium.

Chez les Cyclostomes, les auteurs les plus anciens qualifient les cellules somatiques, présentes dans les lobules, de cellules du stroma (CUNNINGHAM, 1891) ou de cellules végétatives (SCHREINER et SCHREINER, 1905), tandis que des auteurs plus récents tendent à les assimiler aux « lobules boundary cells » (LARSEN, 1965 ; HARDISTY *et al.*, 1967), alors que d'autres les considèrent comme cellules de Sertoli (CHIEFFI et BOTTE, 1962).

L'identification par HYDER (1969) chez le *Tilapia* de cellules de Sertoli avec des « cyst cells » et même des « lobules boundary cells » ne fait qu'ajouter à la confusion.

La différence entre « lobules boundary cells » et cellules de Sertoli reste difficile à établir et certains auteurs notent que ces 2 types cellulaires présentent de grandes similitudes (STANLEY *et al.*, 1965). La présence de lipides dans les « lobules boundary cells » n'est pas un critère suffisant puisque certains auteurs qualifient de Sertoli des cellules qui présentent un cycle évolutif comparable aux « lobules boundary cells » du Brochet. (CHAN et PHILLIPS, 1967, chez *Monopterus albus*). D'autre part, BUTZKAYA (1966) considère que les cellules ne contiennent que des lipides neutres, dépourvus de stéroïdes. Enfin, les « lobules boundary cells » intralobulaires ne sont pas les seules cellules stéroïdogènes dans le testicule chez la Truite et le Brochet puisque, dans ces espèces, des cellules interstitielles typiques ont été identifiées (OOTA et YAMAMOTO, 1966 ; BILLARD *et al.*, 1971).

Les cellules de Sertoli seraient susceptibles de synthétiser des hormones stéroïdes (cf. LACY, 1962, LOFTS, 1968 ; PICHERAL, 1969 ; COLLENOT 1969) et présen-

teraient certains caractères ultrastructuraux des cellules de Leydig, chez l'Homme (LACY et PETIT, 1969) et les Amphibiens (BROCKELMAN, 1964), de sorte que rien ne s'oppose à qualifier les « lobules boundary cells » de cellules de Sertoli.

Il semble donc que le terme de cellule de Sertoli puisse être retenu dans tous les cas et ce premier travail se propose de confirmer ce point de vue, à partir d'arguments tirés d'une étude ultrastructurale de ces cellules. L'analyse porte sur des espèces d'eau douce tempérée possédant des cellules de Sertoli ou des « lobules boundary cells », à cycle reproducteur annuel : la Truite arc-en-ciel et fario (*Salmo gairdneri* et *Salmo trutta fario*), le Brochet (*Esox lucius*), la Carpe (*Cyprinus carpio*), le Carassin (*Carassius auratus*) et le Gardon (*Rutilus rutilus*).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les prélèvements de gonades sont réalisés tout au long du cycle sexuel (entre 3 à 10 prélèvements au cours de l'année) sur des animaux adultes, âgés de 3 à 5 ans, élevés au laboratoire sous photo- et thermopériodisme naturels, ou prélevés dans la nature, dans la région parisienne, au cours de plusieurs saisons sexuelles (1967-1970). Après anesthésie dans une solution de MS 222 à 2 p. 1 000, les poissons sont sacrifiés et de petits fragments de testicules sont immédiatement fixés. La fixation est :

— soit simple : 2 bains de 1 heure à + 4°C dans une solution de tétraxide d'osmium à 2 p. 100 en tampon phosphate à pH 7,25.

— soit double : préfixation dans une solution de glutaraldéhyde à 3,3 p. 100 1 heure à + 4°C en tampon phosphate à pH 7,25, puis postfixation osmique dans une solution de tétraxide d'osmium à 2 p. 100 dans le même tampon pendant 1 heure. Après inclusion dans l'Épon, les coupes sont colorées successivement à l'acétate d'uranyle et au citrate de plomb pendant 5 mn puis recouvertes d'un film de carbone et observées à l'Elmiskop I Siemens sous 80 kV.

OBSERVATIONS

Évolution générale de la structure des cellules de Sertoli de l'ensemble des espèces étudiées au cours de la spermatogenèse

L'ensemble des observations faites dans toutes les espèces étudiées est résumé par les schémas de la figure 1. Pendant la période de repos sexuel, les cellules de Sertoli englobent complètement des cellules germinales de grande taille isolées ou groupées par deux (fig. 1 A).

Lors de la reprise de l'activité spermatogénétique, les spermatogonies souches se divisent plusieurs fois, les spermatogonies qui en résultent sont séparées les unes des autres par des cellules de Sertoli (pl. III) et constituent le point de départ des cystes dans lesquels les divisions vont s'opérer de façon synchrone. Les cystes se développent à l'intérieur de la couche de cellules de Sertoli et font saillies dans la lumière du lobule. A la fin de la spermiogenèse la paroi sertolienne des cystes devenue de plus en plus mince s'ouvre et les spermatozoïdes sont libérés dans la lumière du lobule (fig. 1 B). Tous les cystes arrivent ainsi successivement à maturité et les cellules de Sertoli reviennent se placer le long de la paroi du lobule. Elles ne présentent pas de rapports morphologiques étroits avec les spermatozoïdes jusqu'au moment

FIG. 1. — Structure schématique des lobules testiculaires chez les poissons téléostéens à cycle reproducteur annuel

A) Pendant la période de repos sexuel.

Les cellules de Sertoli S et leur noyau N (S) sont localisés à la périphérie du lobule, plaqués contre la membrane basale mb. Les cellules germinales cg au repos, sont complètement incluses dans les cellules de Sertoli. La lumière centrale du lobule ll qui est le plus souvent occupée par des spermatozoïdes résiduels après la fraie, devient ensuite virtuelle pendant la période de repos sexuel. d : desmosome.

B) Au cours de la période d'activité spermatogénétique.

Les multiplications des spermatogonies, la méiose puis la spermiogénèse se déroulent à l'intérieur des cystes. A la fin de la spermatogénèse, les spermatozoïdes spz et quelquefois même les spermatides spt se déversent dans la lumière du lobule ll.

de la fraie. Des lambeaux de cytoplasme sertolien qui pourraient correspondre à la paroi des cystes subsistent quelque temps, libres dans la lumière ou repliés sur le corps cellulaire (pl. IV B).

Évolution morphologique du noyau

Pendant la fraie et la période de repos sexuel, les noyaux sertoliens sont toujours appliqués contre la paroi du lobule. Ils sont de forme aplatie chez la Truite, la plus grande dimension est parallèle à la membrane basale pendant la fraie (pl. I A) et perpendiculaire pendant la période de repos sexuel où a lieu la résorption des spermatozoïdes (pl. VI A). Chez le Brochet, le noyau est grossièrement sphérique, mais il peut être déformé par la présence de gouttelettes lipidiques (pl. II B). Dans la plupart des cas, un noyau sertolien est situé à proximité des spermatogonies-souches (pl. I B, II A). La chromatine est homogène, finement granulaire, sauf chez la Truite où il existe quelques petites mottes de chromatine (pl. I A). Le nucléole est bien individualisé chez le Gardon et le Brochet (pl. II B) ; il est également apparent chez la Truite (pl. I) et pulvérisé en petits fragments chez le Carassin (pl. II A).

Lorsque la spermatogenèse est très active, les noyaux sertoliens sont quelquefois repoussés en direction de la lumière du lobule. A ce stade les noyaux sont polymorphes chez la Truite (pl. III) et présentent une légère densification périphérique de la chromatine.

Évolution des structures cytoplasmiques

Dans toutes les espèces étudiées, le cytoplasme sertolien est caractérisé par les points suivants :

1. L'existence de gouttelettes lipidiques particulièrement importantes lors de la maturité sexuelle, chez le Brochet (pl. V A), la Carpe et le Carassin (pl. II A). L'abondance des lipides est maximum à la fin de la spermatogenèse et au moment de la fraie. Des gouttelettes lipidiques sont partiellement entourées par des éléments du réticulum. L'aspect du contenu de ces inclusions est souvent hétérogène chez le Brochet, la zone périphérique est plus contrastée que la zone centrale (pl. II B, V A) et chez le Carassin l'existence de plages plus claires est à souligner (pl. II A). Le devenir de ces lipides n'a pu être défini avec précision, mais certaines images permettent de penser que le contenu des inclusions est éliminé dans la lumière du lobule (pl. IV B). La présence de gouttelettes entières dans la lumière a été observée, mais il est difficile de s'assurer que ce mode d'élimination correspond à la réalité du fait des possibilités de rupture de la membrane plasmique au cours de la préparation du matériel.

2. Des corps résiduels se rencontrent dans toutes les espèces étudiées et particulièrement chez la Truite (pl. VI A). Les premières manifestations de phagocytose apparaissent dès la période de fraie et se traduisent par la présence de spermatozoïdes à l'intérieur du cytoplasme sertolien. L'allure de ces spermatozoïdes paraît quelquefois normale et des rapports nutritionnels pourraient être envisagés entre spermatozoïdes et cellules de Sertoli, mais le plus souvent la chromatine de tels spermatozoïdes présente des signes de dégénérescence (pl. IV B). Chez la Truite, ces corps résiduels existent pendant toute la durée de la phase de repos et même au début de la phase d'activité spermatogénétique (pl. VII A), mais à cette époque, il n'est pas possible d'établir si les corps résiduels observés résultent de la phagocytose de sper-

matozoïdes du cycle précédent ou des spermatides ou spermatozoïdes des premières générations spermatogénétiques suivantes qui sont toujours plus ou moins abortives. Un peu plus tard (pl. VII B), lorsque les derniers cystes sont en spermiogenèse, il ne reste plus de corps résiduels dans les cellules de Sertoli. Les corps résiduels sont plus nombreux dans les cellules de Sertoli des lobules situés à proximité du canal déférent que dans les lobules situés à l'opposé de ce dernier, dans la partie dorsale du testicule. Des images de phagocytose sont également visibles dans les cellules de l'épithélium du canal déférent.

3. Des vésicules de pinocytose existent tout au long du cycle reproducteur dans les cellules de Sertoli des espèces étudiées, mais sont particulièrement abondantes pendant la période de fraie. Elles se rencontrent au niveau de la membrane plasmique sertolienne, appuyée contre la membrane basale et dans les cellules elles-mêmes où elles peuvent fusionner avec le réticulum endoplasmique ou les membranes plasmiques (pl. IV). Des vésicules sont également visibles dans la paroi des vaisseaux sanguins (pl. IV A).

4. Il existe des structures de soutien, en particulier des desmosomes (*macula adherens*, pl. VI C) sur lesquels viennent s'insérer des faisceaux de tonofilaments qui se répartissent de part et d'autre des membranes plasmiques de 2 cellules de Sertoli voisines (pl. VI B). Ces membranes plasmiques sont fortement imbriquées les unes dans les autres pendant la période de fraie (pl. I A et IV AB), mais deviennent beaucoup plus « tendues » pendant la période de résorption des spermatozoïdes (pl. VI A) et lorsque la spermatogenèse est active (pl. II C et III).

Une zone d'occlusion (*zona ocludens*) est régulièrement présente entre les membranes plasmiques de 2 cellules de Sertoli voisines aussi bien du côté de la membrane basale (pl. I A) que du côté de la lumière du lobule (pl. I B). Aucun desmosome n'a été identifié entre cellules germinales et cellules de Sertoli. Il faut également noter l'existence de tonofilaments en rapport avec les gouttelettes lipidiques (pl. V A) et des microtubules en nombre limité.

5. Les autres structures cytoplasmiques sertoliennes présentent également une évolution au cours du cycle sexuel :

— Il existe du réticulum granulaire, surtout au début de la période d'activité spermatogénétique (pl. II C et VII B) alors que pendant la période de repos sexuel l'importance du réticulum endoplasmique est plus faible. Du réticulum agranulaire peut exister de façon temporaire au moment de la période de fraie (pl. V B).

— Les mitochondries sont moins nombreuses pendant la période de repos sexuel (pl. I et IV) que pendant la période d'activité spermatogénétique où la matrice peut être claire (pl. III) ou foncée (pl. II C) chez la Truite. Chez le Brochet, les mitochondries apparaissent en massues pendant la période de fraie et de repos sexuel et entrent en rapport avec les gouttelettes lipidiques (pl. IV A). Les crêtes présentent quelquefois un aspect tubulaire (pl. III), mais elles ont le plus souvent un aspect lamellaire et sont orientées parallèlement ou perpendiculairement à la membrane externe.

— L'existence de centriole et même de flagelle a pu être relevée de même que des « coated vesicles » et des corps multivésiculaires. Des granules de taille variable

au contenu dense, limités par une membrane et qualifiés de granules denses, existent dans les cellules de Sertoli, aux différentes époques de l'année, mais sont particulièrement abondants avant et pendant la fraie (pl. I B, V B).

DISCUSSION

Au cours du cycle reproducteur annuel de la Truite, du Brochet, du Gardon, de la Carpe et du Carassin, les cellules somatiques intralobulaires se présentent sous des aspects variés. Les modifications affectent principalement la morphologie nucléaire et l'extension du cytoplasme.

Elles se disposent en une couche continue de cellules autour du lobule, au moment de la fraie et pendant la période de repos sexuel. Au moment de l'activité spermatogénétique, les cellules germinales se trouvent complètement englobées dans un réseau important de cellules somatiques qui occupe presque la totalité de la lumière du lobule. L'activité métabolique semble également variable au cours du cycle, de même que le contenu cytoplasmique où apparaissent successivement des vésicules denses, des gouttelettes lipidiques et des corps résiduels. On pourrait imaginer l'existence de plusieurs types cellulaires mais il est plus vraisemblable qu'il s'agit d'une même catégorie cellulaire qui présente un cycle d'évolution analogue à celui des cellules de Sertoli des Batraciens anoures (BRÖKELMANN, 1964 ; BURGOS, et VITALE-CALPE, 1967). Chez le Hareng (BOWERS et HOLLIDAY, 1961) et chez *Monopterus albus* (CHAN et PHILLIPS, 1967), une telle activité cyclique des cellules de Sertoli a déjà été rapportée. Les observations morphologiques qui viennent d'être développées permettent d'attribuer à ces cellules plusieurs fonctions.

A. — Rôle des cellules de Sertoli dans le soutien des cellules germinales

Les spermatogonies qui subsistent pendant la période de repos sont complètement incluses dans le cytoplasme sertolien (pl. I B, II A). Après une ou plusieurs divisions, il est vraisemblable que l'une des spermatogonies s'isole et subsistera à l'état de spermatogonie-souche, les autres subissant d'autres divisions spermatogoniales (dont le nombre n'est pas connu) et la suite des processus spermatogénétiques. Les dernières divisions spermatogoniales et la spermiogenèse se déroulent à l'intérieur même d'une enveloppe de cellules de Sertoli ; l'ensemble constitue un cyste selon la terminologie la plus courante. Le nombre de cellules de Sertoli par cyste et ses variations au cours de la spermatogenèse n'ont pu être définis. Les multiplications cellulaires des cellules germinales entraînent une augmentation de taille des cystes ; il s'ensuit une extension considérable des cellules de Sertoli et un déroulement de l'engrenage des membranes plasmiques, la cohésion de l'ensemble étant maintenue par les desmosomes pourvus de tonofilaments et des zones d'occlusions (pl. II C, III, VI B). Une telle structure reste cependant fragile et, au cours de la spermiogenèse, lorsque le cyste atteint sa taille maximum, l'épaisseur de la couche de cytoplasme sertolien est faible (quelques centaines d'Å) et peut se rompre, ce qui aboutit à la libération prématurée des spermatides dans la lumière du lobule, phénomène déjà signalé par STANLEY *et al.* (1965) chez *Gobius*. Toutes les cellules de Sertoli sont accrochées entre elles par des desmosomes ; il n'existe donc pas de syncytium.

La spermatogenèse des poissons étudiés ici se déroule en un même point du lobule et toutes les cellules de Sertoli reliées par des jonctions spécialisées sont pratiquement immobiles ; la situation est donc différente de celle décrite chez le Guppy (BILLARD, 1970) où les cystes se déplacent dans des tubules (comme chez *Xiphophorus helleri*, ESSENBERG, 1923), et où les cellules de Sertoli de 2 cystes voisins sont indépendantes. Mais les mécanismes de soutien mis en œuvre sont comparables dans les 2 cas : engrenage des membranes plasmiques, desmosomes et tonofilaments comme chez le Crapaud (BURGOS et VITALE-CALPE, 1967 a).

B. — *Rôle de nutrition des cellules germinales*

Pendant toute la durée du cycle reproducteur, les cellules germinales ne s'appliquent jamais directement contre la membrane basale, de sorte que les cellules de Sertoli sont obligatoirement impliquées dans le transit des métabolites. Les relations varient selon la catégorie de cellules germinales.

Spermatogonies, spermatocytes et spermatoïdes.

Ces cellules sont organisées en cystes et, au moins [pour les cystes de grande taille, toutes les cellules germinales ne sont pas en contact permanent avec les cellules de Sertoli. A la fin de la spermiogenèse, dans les espèces étudiées, les spermatoïdes ne viennent pas s'implanter dans le cytoplasme sertolien comme chez le Guppy, les Sélagiens et les Vertébrés plus évolués. Ce fait peut être mis en relation avec l'existence dans ce groupe de poissons d'une spermiogenèse moins élaborée que chez les Cyprinodontiformes (BILLARD, 1970 b) ainsi qu'en témoigne la morphologie du spermatozoïde (MATTEI, 1969-1970 ; BILLARD, 1969 b).

Spermatozoïdes.

Les rapports trophiques entre les cellules de Sertoli et les spermatozoïdes, s'ils existent, ne sont pas aussi directs qu'avec les autres cellules germinales, mais un certain nombre d'hypothèses peuvent être avancées. Plusieurs auteurs ont signalé une décharge intratubulaire de lipides (GREENWOOD, 1958 ; BUTZKAYA, 1966). Les lipides d'origine sertolienne, associés aux sécrétions du canal déférent (RASQUIN et HAFTER, 1951 ; YAMAZAKI et DONALDSON, 1968 ; SHRIVASTAVA, 1967 ; RASTOGI, 1969), pourraient constituer le liquide séminal et intervenir ainsi dans la nutrition des spermatozoïdes.

Ce processus de formation des gouttelettes lipidiques est également hypothétique. Un certain nombre d'images peuvent laisser supposer que les grosses gouttelettes lipidiques résultent de la fusion des granules denses (pl. V B). Cependant, les granules denses possèdent une membrane limitante, alors que les grosses gouttelettes lipidiques sont dépourvues de membrane propre et sont seulement entourées par le réticulum endoplasmique. Elles peuvent également présenter des relations avec des tonofilaments comme dans le cas des gouttelettes lipidiques de cellules adipeuses (LUCKENBILL et COHEN, 1966 ; WOOD, 1967). L'existence de granules denses pourvus de membrane propre et de gouttelettes lipidiques a été signalée dans les cellules interstitielles de Mammifères et discutée par CHRISTENSEN et FAWCETT (1966 et CHRISTENSEN et GILLIM (1969)).

C. — *Rôle de phagocytose des cellules germinales en dégénérescence et des spermatozoïdes non éjaculés*

Les cellules de Sertoli des Mammifères sont susceptibles de phagocyter des macromolécules (CLEGG et Mc MILLAN, 1965 ; REDDY et SVOBODA 1967 ; CARR *et al.*, 1968) et des cellules germinales en dégénérescence (HUGON et BOGERS, 1966 ; ROOSEN-RUNGE et LEIK, 1968). Chez les Poissons étudiés ici, ce rôle de phagocytose des cellules germinales en dégénérescence se double d'un rôle dans la résorption des spermatozoïdes non éjaculés. Ce phénomène semble général et l'existence de la résorption de spermatozoïdes résiduels après la fraie dans le canal déférent et les lobules a été souvent signalée (WIART, 1936 ; JONES, 1940 ; JONES et ORTON, 1940 ; GOKHALE, 1957 ; HENDERSON, 1962 ; BUTZKAYA, 1966 ; LAGIOS, 1965 ; HAYASHI, 1969 ; DADZIE, 1969). Le matériel ainsi résorbé représente chez la Truite, 80 à 90 p. 100 du poids testiculaire initial (BILLARD *et al.*, 1971).

D. — *Les cellules de Sertoli et la spermiation*

Les hormones gonadotropes hypophysaires semblent intervenir sur les cellules de Sertoli chez les Mammifères (MANCINI *et al.*, 1964 ; CASTRO *et al.*, 1970 ; VITALE-CALPE et BURGOS, 1970 *a, b*) et chez les Amphibiens où elles seraient impliquées dans le processus de spermiation (BURGOS et VITALE-CALPE, 1967 *b*).

Chez les Poissons, l'injection d'extraits bruts d'hypophyse de Carpe entraîne la spermiation de la Carpe et du Poisson rouge (CLEMENS *et al.*, 1964 ; CLEMENS et GRANT, 1965 ; YAMAZAKI et DONALDSON, 1968) avec hydratation du liquide séminal et une modification de l'équilibre osmotique dans les testicules (GRANT *et al.*, 1969), ainsi qu'une augmentation du volume des cellules de Sertoli. Cependant, l'intervention des cellules de Sertoli dans les processus de spermiation n'est pas claire ; il ne peut s'agir ni d'une déconnection des spermatides qui ne sont pas accrochées aux cellules de Sertoli comme chez les Poissons Cyprinodontidés et les Vertébrés plus évolués, ni de la rupture des cystes qui intervient plusieurs semaines, voire plusieurs mois, avant la fraie.

E. — *Le rôle endocrine des cellules de Sertoli*

Mise à part l'existence fugace de réticulum agranulaire (pl. V), les caractères ultrastructuraux caractéristiques des cellules interstitielles de Mammifères qui existent également chez les Poissons (FOLLENIUS, 1960, 1968 ; BILLARD *et al.*, 1971), ne se retrouvent pas dans les cellules de Sertoli qui viennent d'être examinées, bien qu'elles soient quelquefois considérées comme étant de nature glandulaire (OSAMU et YAMAMOTO, 1968). D'autres techniques cytochimiques et cytophysiologiques doivent être mises en œuvre pour détecter l'existence éventuelle de stéroïdogenèse dans ces cellules et feront l'objet d'un prochain travail.

CONCLUSION

La description morphologique des cellules somatiques localisées dans les lobules séminifères des testicules de 5 espèces de Poissons téléostéens, dont au moins 2 ont la réputation de posséder des « lobules boundary cells », montre que rien dans les

structures ou leur évolution au cours du cycle ne permet de faire une distinction entre cellules de Sertoli proprement dites et « lobules boundary cells ». Ces cellules ne sont cependant pas des Sertoli typiques puisque la spermatogenèse ne s'y déroule pas comme chez les Vertébrés supérieurs, mais si on considère leur rapport avec les cellules germinales, elles jouent bien un rôle de support métabolique en les enveloppant. A cet égard, le terme « lobules boundary cells » pourrait être plus adéquat, mais comme on ne peut pas identifier un autre type cellulaire susceptible d'être qualifié de Sertoli, il semble préférable d'appeler *cellules de Sertoli* les cellules somatiques présentes dans les lobules testiculaires.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié des conseils et de l'aide de P. BERGOT. Nous remercions les pisciculteurs qui nous ont procuré le matériel animal : MM. LABAT, LUBIN, TEPPE ainsi que Monsieur le Président du parcours de pêche de la Nonette. Nous remercions également M. COUROT pour la lecture critique du manuscrit.

Reçu pour publication en août 1971.

SUMMARY

THE SERTOLI CELLS OF TELEOST FISH

I. — FINE STRUCTURE

The seminiferous lobules of testes of 5 Teleost species, in 2 of which at least « lobules boundary cells » have been evidenced, were investigated. No structural or evolutive pattern was found in the somatic cells located in the lobules to substantiate a distinction between « lobules boundary cells » and actual Sertoli cells.

These somatic cells are located on the periphery of the lobules during the period of sexual rest and surround the cysts during the period of sexual activity. They are tough and bound to each other.

They play a part in nutrition or phagocytosis at various times in the cycle.

Though the presence of smooth reticulum was temporarily noticed, our morphological study did not give evidence for any steroidogenic characteristic. These cells are not genuine Sertoli cells, since the spermatogenetic process is not the same as that of higher Vertebrates ; however, as they surround the germinal cells, their part is actually to support them metabolically. In view of these facts, the term « lobules boundary cell » might be more suitable, but it would seem preferable to call these cells « Sertoli cells » as no other Sertoli-like cell type could be identified.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHSAN S. N., 1966. Cyclical changes in the testicular activity of the lake chub, *Couesius plumbeus* (AGASSIZ). *Canad. J. Zool.*, **44**, 149-159.
- BARA G., 1969. Histochemical demonstration of 3β -, 3α -, 11β - and 17β -hydroxysteroid dehydrogenases in the testis of *Fundulus heteroclitus*. *Gen. Comp. Endocr.*, **13**, 189-200.
- BELL J. B. G., VINSON G. P., LACY D., 1971. Studies on the structure and function of the mammalian testis. III. *In vitro* steroidogenesis by the seminiferous tubules of Rat testis. *Proc. Roy. Soc., Lond. B*, **176**, 433-443.
- BILLARD R., 1969 a. La spermatogenèse de *Poecilia reticulata*. I. Estimation du nombre de générations goniales et rendement de la spermatogenèse. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 251-271.

- BILLARD R., 1969 b. Ultrastructure comparée des spermatozoïdes de quelques Poissons téléostéens, in : *Comparative spermatology*. Quaderno n° 137, 71-79, Baccetti éd.
- BILLARD R., 1970 a. La spermatogenèse de *Poecilia reticulata*. III. Ultrastructure des cellules de Sertoli. *Ann. Biol. anim., Bioch. Biophys.*, **10**, 37-50.
- BILLARD R., 1970 b. La spermatogenèse de *Poecilia reticulata*. IV. La spermiogenèse. Étude ultrastructurale. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **10**, 493-510.
- BILLARD R., BRETON B., JALABERT B., 1971. La production spermatogénétique chez la Truite. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **11**, 199-212.
- BILLARD R., MEUSY-DESSOLLES N., FLECHON J.-E., 1971. Les cellules interstitielles de quelques Poissons téléostéens (abstr.), *J. Microscopie*, **11**, 30.
- BOISSON Ch., 1961. Spermatogenèse de *Protopterus annectens* (DIPNEUSTE) du Sénégal. *Ann. Fac. Sci. Dakar*, **6**, 133-144.
- BOWERS A. B., HOLLIDAY F. G. T., 1961. Histological changes in the gonad associated with the reproductive cycle of the herring (*Clupea harengus* L.). *Marine Res.*, **5**, pp. 16.
- BRIGHTMAN M. W., PALAY S. L., 1963. The fine structure of ependyma in the brain of the rat. *J. Cell Biol.*, **19**, 415-439.
- BRÜCKELMANN J., 1964. Über die Stütz und Zwischenzellen des Frosch-hoden während des spermatogenetischen Zyklus. *Z. Zellforsch.*, **64**, 429-61.
- BURGOS M. H., VITALE-CALPE R., 1967 a. The fine structure of the Sertoli cell-spermatozoan relationship in the toad. *J. Ultrastr. Res.*, **19**, 221-237.
- BURGOS M. H., VITALE-CALPE R., 1967 b. The mechanism of spermiation in the toad. *Amer. J. Anat.*, **120**, 227-252.
- BUTZKAYA N. A., 1966. Cytochemical study of testis in fish. II. Lipids (en russe). *Arkhh. Anat. Gistol. Embriol.*, **51**, 81-86.
- CARR I., CLEGG E. J., MEEK G. A., 1968. Sertoli cells as phagocytes : an electron microscopic study. *J. Anat.*, **102**, 501-509.
- CASTRO A. E., SEIGUER A. C., MANCINI R. E., 1970. Electron microscopic study of the localization of labeled gonadotropins in the Sertoli and Leydig cells of the rat testis. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, **133**, 582-586.
- CHAN S. T. M., PHILLIPS J. G., 1967. Seasonal changes in the distribution of gonadal lipids and spermatogenic tissue in the male phase of *Monopterus albus* (PISCES, TELEOSTEI). *J. Zool., Lond.*, **152**, 31-41.
- CHAVIN W., GORDON M., 1951. Sex determination in *Platypoecilus maculatus*. I. Differentiation of the gonads in members of all-male broods. *Zoologica* (N. Y.), **36**, 135-144.
- CHIEFFI G., BOTTE V., 1962. Il tessuto interstiziale del testicolo dei ciclostomi. Ricerche istologiche ed istochimiche in *Lampetra fluviatilis* e *Lampetra planeri*. *Rend. Ist. Sci. Camerino*, **8**, 90-94.
- CHRISTENSEN A. K., FAWCETT D. W., 1966. the fine structure of testicular interstitial cells in mice. *Amer. J. Anat.*, **118**, 551-571.
- CHRISTENSEN A. K., GILLIM S. W., 1969. The correlation of fine structure and function in steroid secreting cells with emphasis on those of gonads. In : *The gonads*, K. W. McKerns ed., 415-488.
- CLEGG E. J., McMILLAN E. W., 1965. Uptake of vital dyes and particulate matter by the Sertoli cells of the rat testis. *J. Anat.*, **99**, 219-229.
- CLEMENS H. P. et coll. 1964. Partial characterization of the gonadal hydration principle on the pituitaries of Carp (*Cyprinus carpio*). *Gen. Comp. Endocr.* U. S. A., **4**, 503-507.
- CLEMENS H. P., GRANT F. B., 1965. The seminal thinning response of Carp (*Cyprinus carpio*) and rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) after injections of pituitary extracts. *Copeia* 1965 174-177.
- COLLENOT G., OZON R., 1964. Mises en évidence biochimique et histochimique d'une Δ^5 -3- β -hydroxystéroïde déshydrogénase dans le testicule de *Scyliorhinus canicula* L. *Bull. Soc. Zool. France*, **89**, 577-587.
- COLLENOT G., 1969. Apparition et évolution de l'activité endocrine du testicule de *Scyliorhinus canicula* L. (Elasmobranchie). *Ann. Embryol. Morphog.*, **2**, 461-477.
- CRAIG-BENNETT A., 1930. The reproductive cycle of the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. *Philos. Trans. roy. Soc., London B*, **219**, 197-279.
- CUNNINGHAM J. T., 1891. Spermatogenesis in *Myxine glutinosa*. *Quart. J. Microsc. Sci.*, **33**, 169-185.
- DADZIE S., 1969. Spermatogenesis and the stages of maturation in the male cichlid fish *Tilapia mossambica*. *J. Zool.*, **159**, 399-403.
- DE FELICE D. A., RASCH E. M., 1969. Chronology of spermatogenesis and spermiogenesis in Poeciliid fishes. *J. Exp. Zool.*, **171**, 191-207.
- DRAGOTOIU C., 1963. Contributions à l'étude des organes reproducteurs mâles de *Cyprinus carpio*. *Trav. Mus. Hist. nat., « Gr. Antipa »*, **4**, 1-14.
- ESSENBERG J. M., 1923. Sex differentiation in the viviparous teleost *Xiphophorus helleri*. *Biol. Bull.*, **45**, 46-97.
- FOLLENUS E., PORTE A., 1960. Cytologie fine des cellules interstitielles du testicule du Poisson *Lebistes reticulatus*. *Experientia*, **16**, 190-191.

- FOLLENIUS E., 1968. Cytologie et cytophysiologie des cellules interstitielles de l'Epinoche : *Gasterosteus aculeatus* L. Étude au microscope électronique. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **11**, 198-219.
- GOKHALE S. V., 1957. Seasonal histological changes in the gonads of the whiting (*gadus merlangus* L.) and the norway pout (*G. esmarkii* Nilsson). *Ind. J. Fisheries*, **4**, 92-111.
- GOTTFRIED H., VAN MULLEM P. J., 1967. On the histology of the interstitium and the occurrence of steroids in the stickleback (*Gasterosteusaculeatus* L.) testis. *Acta Endocr.*, **56**, 1-15.
- GRANT F. B., PANG P. K., GRIFFITH R. W., 1969. The twenty-four hour seminal hydration response in goldfish (*Carassius auratus*). 1. Sodium, potassium, calcium, magnesium chloride and osmolality of serum and seminal glucid. *Comp. Biochem. Physiol.*, **30**, 273-280.
- GREENWOOD P. M., 1958. Reproduction in the East African lungfish *Protopterus acthiopicus* HECKEL. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, **130**, 547-566.
- GRYZEVA E. D., 1936. On the alteration of gonads of *Abramis brama* as connected with the ripening of generative products and age. *Bull. Int. Rech. Biol. de Perm.*, **10**, 285-304.
- HANN H. W., 1927. The history of the germ cells of *Cottus bairdii* GIRARD. *J. Morph.*, **43**, 427-497.
- HARDISTY M. W., ROTHWELL B., STEELE K., 1967. The interstitial tissue of the testis of the Rive lamprey, *Lampetra fluviatilis*. *J. Zool., Lond.*, **152**, 9-18.
- HAYASHI I., 1969. Some observations of the reproductive duct of the japanese see bass *Lateolabrax japonicus* (CUVIER et VALENCIENNES). *Jap. J. Ichthyol.*, **16**, 68-73.
- HENDERSON N. E., 1962. The annual cycle in the testis of the eastern brook trout, *Salvelinus fontinalis* (MITCHILL). *Can. J. Zool.*, **40**, 631-641.
- HOLSTEIN A. F., 1969. Zur Frage der lokalen Steuerung der Spermatogenese beim Dornhai (*Squalus acanthias* L.). *Z. Zellforsch.*, **98**, 265-281.
- HUGON J., BOGERS M., 1966. Ultrastructural and cytochemical changes in spermatogonia and Sertoli cells of whole body irradiated mice. *Anat. Rec.*, **155**, 15.
- HUVER C. W., 1964. A quantitative study of DNA in the testis cell of *Fundulus diaphanus*. *Am. Zool.*, **4**, 320.
- HYDER M., 1969. Histological studies on the testis of *Tilapia leucostica* and other species of the genus *Tilapia* (PISCES : TELEOSTEI). *Trans. Am. microsc. Soc.*, **88**, 211-231.
- HYDER M., 1970. Gonadal and reproductive patterns in *Tilapia leucostica* (TELEOSTEI : CICHLIDAE) in an equatorial lake, Lake Naivasha (Kenya). *J. Zool., Lond.*, **162**, 179-195.
- JONES J. W., 1940. Histological changes in the testis in the sexual cycle of male Salmon parr (*Salmo salar* L.). *Proc. roy. Soc.*, **128** B, 499-509.
- JONES J. W., ORTON J. H., 1940. The paedogenetic male cycle in *Salmo salar*. *Proc. roy. Soc.*, **128** B, 485-498.
- KHANNA S. S., PANT M. C., 1966. Structure and seasonal changes in the testes of a hill stream fish *Glyptosternum pectinopteron*. *Jap. J. Ichthyol.*, **14**, 110-119.
- LACY D., 1962. Certain aspects of testis structure and functions. *Brit. Med. Bull.*, **18**, 205-208.
- LACY D., PETTIT A. J., 1969. Transmission electron microscopy and the production of steroids by the Leydig and Sertoli cells of the human testis. *Micron*, **1**, 15-33.
- LAGOS M. D., 1965. Seasonal changes in the cytology of the adeno hypophysis, testes and ovaries of the black surperch, *Embiotoca jacksoni*, a viviparous percomorph fish. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **5**, 207-221.
- LARSEN L. O., 1965. Lipids and cholesterol in the testis of normal and hypophysectomized river lamprey *Lampetra fluviatilis* L., GRAY, 3rd Conf. Europ. Comp. End. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **5**, 5-6.
- LOFTS B., MARSHALL A. J., 1957. Cyclical changes in the distribution of the testis lipids of a teleost fish, *Esox lucius*. *Quart. J. Micr. Sci.*, **98**, 79-88.
- LOFTS B., PICKFORD G. E., ATZ J. W., 1966. Effects of methyl testosterone on the testes of a hypophysectomized cyprinodont fish, *Fundulus heteroclitus*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **6**, 74-88.
- LOFTS B., 1968. Patterns of testicular activity. In : *Perspectives in Endocrinology*, Barrington and Jorgensen ed. Acad. Press, 239-304.
- LUCKENBILL L. M., COHEN A. S., 1966. The association of lipid droplets with cytoplasmic filaments in avian subsynovial adipose cells. *J. Cell Biol.*, **31**, 195-199.
- MANCINI R. E., ALONSO A., BARQUET J., ALVAREZ B., and NEMIROVSKY M., 1964. Histoimmunological localization of hyaluronidase in the bull testis. *J. Reprod. Fert.*, **8**, 325-330.
- MARSHALL A. J., LOFTS B., 1956. The Leydig-Cell homologue in certain Teleost fishes. *Nature*, **177**, 704-705.
- MARSHALL A. J., 1960. Reproduction in male bony fish. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, **1**, 137-151.
- MATTEI X., 1969. *Contribution à l'étude de la spermiogenèse et des spermatozoïdes de Poissons par les méthodes de la microscopie électronique*. Thèse Fac. Sci., Montpellier, 148 p.
- MATTEI X., 1970. Spermiogenèse comparée des Poissons, 57-69. In : *Comparative spermatology*. Quaderno, n° 137, Baccetti éd.
- MATTHEWS L. M., 1950. Reproduction in the basking shark *Cetorhinus maximus* (GÜNER). *Phil. Trans. (B)*, **224**, 247-316.
- MELDEN A. B., 1950. Sperm formation in *Gambusia affinis*. *Texas J. Sci.*, **2**, 395-399.

- MELLINGER J., 1965. Stades de la spermatogenèse chez *Scyliorhinus caniculus* (L.). Description, données histochimiques, variations normales et expérimentales. *Z. Zellforsch.*, **67**, 653-673.
- MERRETT N. R., 1970. Gonad development in billfish (Istiophoridae) from the Indian Ocean. *J. Zool Lond.*, **160**, 355-370.
- MOSER H.G., 1967. Seasonal histological changes in the gonads of *Sebastes paucispinis* AYRES, an ovoviparous Teleost (Family Scorpaenidae). *J. Morphol.*, **123**, 329-353.
- O'HALLORAN M. J., IDLER D. R., 1970. Identification and distribution of the Leydig cell homologous in the testis of sexually mature atlantic salmon (*Salmo salar*). *Gen. Comp. Endocrinol.*, **15**, 361-364.
- OTA I., YAMAMOTO K., 1966. Interstitial cells in the immature testis of the rainbow trout. *Annot. zool. Japon.*, **39**, 142-148.
- OSAMU H., YAMAMOTO K., 1968. Studies on the maturation of salmonid fishes. I. Changes in the testis of the chum salmon, *Oncorhynchus keta*, during anadromous migration. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido* **19**, 173-184.
- PANDEY S., 1969. Effects of hypophysectomy on the testis and secondary sex characters of the adult guppy *Poecilia reticulata* (PETERS). *Can. J. Zool.*, **47**, 775-781.
- PICHERAL B., 1969. Mise en évidence d'une intense activité Δ^4 -3 β -hydroxystéroïde-déshydrogénase dans les cellules de Sertoli de la Taupe (*Talpa europaea* L.). *C. R. Soc. Biol.*, **168**, 2183-2185.
- POLDER J. J. W., 1961. Cyclical changes in testis and ovary related to maturity stages in the north sea herring, *Clupea harengus* L. *Arch. Néerl. Zool.*, **14**, 45-60.
- RAI B. P., 1965. Cyclical changes in the testis of the mahseer *Barbus tor* (TOR TOR). *Acta Anat.*, **62**, 461-475.
- RASQUIN P., HAFTER E., 1951. Age changes in the testis of the Teleost *Astyanax mexicanus*. *J. Morph.*, **89**, 397-407.
- RASTOGI R. K., 1969. Seminal vesicles and sperm duct of an indian catfish *Mystus tengara* (HAM.), with particular reference to their seasonal cycle. *Acta Anat.* **72**, 624-639.
- REDDY J. K., SVOBODA D. J., 1967. Peroxidase transport by Sertoli cells of rat testis. *J. Cell Biol.*, **35**, 184 A.
- ROBERTSON O. H., 1958. Accelerated development of testis after unilateral gonadectomy with observations on normal testis of Rainbow trout. *Fish Bull. Fish. Wildlife Service*, **58**, 127, 9-30.
- ROOSEN-RUNGE C., LEIK J., 1968. Gonocyte degeneration in the postnatal male rat. *Am. J. Anat.*, **122**, 275-300.
- SCHREINER A., SCHREINER K. E., 1905. Über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Myxine glutinosa* (L.). I. Vermehrungsperiode, Reifungsperiode und Reifungsteilungen. *Arch. Biol.*, **21**, 304-314.
- SHRIVASTAVA S. S., 1967. Histomorphology and seasonal cycle of the spermary and spermduct in a Teleost *Notopterus notopterus* PALLAS. *Acta Anat.*, **66**, 113-160.
- SIMPSON T. H., WARDLE C. S., 1967. A seasonal cycle in the testis of the spurdog, *Squalus acanthias*, and the sites of 3 β -hydroxysteroid dehydrogenase activity. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **47**, 699-708.
- STANLEY H., CHIEFFI G., BOTTE V., 1965. Histological and histochemical observations on the testis of *Gobius paganelus*. *Z. Zellforsch.*, **65**, 350-362.
- STANLEY H. P., 1966. The structure and development of the seminiferous follicles in *Scyliorhinus caniculus* and *Torpedo marmorata* ELASMOBRANCHII. *Z. Zellforsch.*, **75**, 453-468.
- STEPHAN M. P., 1902. Sur le développement de la cellule de Sertoli chez les Sélaciens. *C. R. Soc. Biol.*, **54**, 773-775.
- STÉPHAN F., CLAVERT J., 1938. Sur la structure du testicule du Poisson *Lebistes reticulatus* en rapport avec le déterminisme de ses caractères sexuels secondaires. *C. R. Soc. Biol.*, **127**, 438-440.
- SWAEN A., MASQUELIN H., 1883. Études sur la spermatogenèse. *Arch. Biol. Liège*, **4**, 741-801.
- TURNER C. L., 1919. The seasonal cycle in the spermary of the perch. *J. Morph.*, **82**, 681-711.
- TUZET O., MILLOT J., 1959. La spermatogenèse de *Latimeria chalumnae* SMITH (Crossoptérygien coelacanthidé). *Ann. Sci. nat., Zool.*, 12^e sér., 61-69.
- VAUPEL J., 1929. The spermatogenesis of *Lebistes reticulatus*. *J. Morph.*, **47**, 555-587.
- VITALE-CALPE R., BURGOS M. H., 1970 a. The mechanism of spermiation in the Hamster. I. Ultrastructure of spontaneous spermiation. *J. Ultrastruct. Res.*, **31**, 381-393.
- VITALE-CALPE R., BURGOS M. H., 1970 b. II. The ultrastructural effects of coitus and of LH Administration. *J. Ultrastruct. Res.*, **31**, 394-406.
- WEISEL G. E., 1943. A histological study of the testis of the Sokeyed salmon *Oncorhynchus neka*. *J. Morph.*, **78**, 207-230.
- WIART P., 1936. Variations saisonnières du testicule des Téléostéens. *Trav. Stat. biol. Roscoff*, **14**, 79-86.
- WIEBE J. P., 1968. The effects of temperature and daylength on the reproductive physiology of the viviparous seaperch, *Cymatogaster aggregata* GIBBONS. *Can. J. Zool.*, **46**, 1207-1219.
- WIEBE J. P., 1969. Steroid dehydrogenases and steroids in gonads of the seaperch *Cymatogaster aggregata* GIBBONS. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **12**, 256-266.

- WOLF L. E., 1931. The history of the germ cells in the viviparous teleost *Platylocilus maculatus*. *J. Morph. Physiol.*, **52**, 115-153.
- WOOD E. M., 1967. An ordered complex of filament surrounding the lipid droplets in developing adipose cells. *Anat. Rec.*, **157**, 437-448.
- YAMAZAKI F., DONALDSON E. M., 1968. The spermiation of goldfish (*Carassius auratus*) as a bioassay for salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) gonadotropin. *Gen. Comp. Endocrin.*, **10**, 383-391.
- YARON Z., 1966. Demonstration of 3 β -hydroxysteroid deshydrogenase in the testis of *Tilapia mossambica*. *J. Endocrin.*, **34**, 127-28.

PLANCHE I

*Localisation des noyaux Sertoliens dans les lobules testiculaires pendant la période de fraie chez la truite arc-en-ciel (janvier).
Simple fixation*

A. Le noyau aplati est localisé contre la membrane basale. Le cytoplasme est peu développé et les organites cellulaires sont peu nombreux. Les membranes plasmiques de 2 cellules de Sertoli voisines sont très imbriquées et reliées entre elles par des desmosomes du type *macula adherens* (selon BRIGHTMAN et PALAY, 1963) (cf. pl. VI c) et une *zona occludens ZO* du côté de la membrane basale, *mb. ll* = lumière du lobule ($\times 15\ 000$).

B. Noyau sertolien *Ns* pourvu de nucléole entre une spermatogonie *G* et la membrane basale *mb*. Il existe des *zona occludens ZO* reliant les membranes plasmiques de 2 cellules de Sertoli voisines, à la fois du côté de la membrane basale *mb* et de la lumière du lobule *ll*. Un certain nombre de granules denses *gd* de tailles variables sont identifiables dans le cytoplasme sertolien. ($\times 10\ 000$).

PLANCHE II

A. — Cellule de Sertoli entourant 2 spermatogonies *G* chez le Carassin. Dans cette espèce les cellules de Sertoli sont caractérisées par des grosses gouttelettes lipidiques dans lesquelles il existe des plages claires. La flèche souligne la présence de matériel dense associé aux mitochondries, très fréquent dans les spermatogonies de cette espèce. Double fixation. Juin ($\times 2.250$).

B. — Noyau sertolien *Ns* de Brochet déformé par les gouttelettes lipidiques *l* qui sont très abondantes dans le cytoplasme. Le nucléole *n* est très apparent. Il existe de nombreuses vésicules de pinocytose (flèches) au niveau de la membrane plasmique du côté de la membrane basale *mb*. Double fixation. Décembre ($\times 12.000$).

C. — Cellule de Sertoli de Truite arc-en-ciel au moment du démarrage de la spermatogenèse (fin juillet). Phase des multiplications spermatogoniales. Le réticulum endoplasmique est important. Les mitochondries pourvues d'une matrice foncée sont nombreuses. Il n'existe pas encore des gouttelettes lipidiques mais seulement quelques granules denses *gd* de petite taille. Double fixation ($\times 13.000$).

PLANCHE III

Cellules de Sertoli à noyaux très polymorphes *Ns* entourant des cellules germinales *G* (spermatogonies) au début de la spermatogenèse. Ces figures correspondent vraisemblablement aux remaniements morphologiques qui interviennent au moment de la grande poussée des multiplications des spermatogonies. Le cytoplasme sertolien est caractérisé par un réticulum abondant et gonflé, de nombreuses mitochondries et des granules denses. Double fixation. Juillet. Truite arc-en-ciel ($\times 8.000$).

PLANCHE IV

*Cellules de Sertoli de Truite au moment de la période frai (février),
Double fixation (Salmo gairdneri).*

A. — De très nombreuses vésicules de pinocytose peuvent être identifiées dans les cellules de Sertoli et dans les parois des vaisseaux sanguins *VS* ($\times 15.000$).

B. — Il ne subsiste que quelques gouttelettes lipidiques *l* dans les cellules de Sertoli. Ces gouttelettes s'appliquent directement contre la membrane plasmique (flèche) dont l'ouverture pourrait entraîner le déversement (double flèche) du contenu de ces gouttelettes dans la lumière ; mais dans ce dernier cas il peut s'agir d'un artefact de fixation.

A gauche, spermatozoïde *Spz* phagocyté par une cellule de Sertoli et présentant des signes de dégénérescence *gd* : granule dense à contenu hétérogène. Les deux astérisques sont placés sur 2 lambeaux de cytoplasme sertolien qui correspondraient à la paroi de cystes libérés de leurs spermatozoïdes à la fin de la spermatogénèse et qui se seraient repliés sur le corps cellulaire de la cellule de Sertoli à la périphérie du lobule ($\times 14.000$).

PLANCHE V

A. — Cellules de Sertoli dans un testicule de Brochet en pleine spermatogenèse (décembre) dans lesquelles les globules lipidiques *l* sont très nombreux et présentent des contacts avec des mitochondries *m* et des tonofilaments (flèches.) Le réticulum agranulaire entoure partiellement les globules lipidiques. Des vésicules de pinocytose *vp* existent au niveau de la membrane plasmique sertolienne qui s'applique contre la membrane basale *mb*. Double fixation ($\times 18.000$).

B. — Cellules de Sertoli de testicule de Truite fario pendant la période de frai. Les gouttelettes lipidiques souvent entourées de réticulum agranulaire sont également en contact avec des mitochondries. Les granules denses *gd* de tailles variables, pourvus de membrane limitante, se situent quelquefois à proximité des gouttelettes lipidiques (flèches). A la périphérie de ces dernières, l'existence de masses plus denses (doubles flèches) pourrait faire penser que ces granules s'associent aux globules de lipides. Double fixation ($\times 17.000$).

PLANCHE VI

Rôle de phagocytose des spermatozoïdes résiduels par les cellules de Sertoli.

A. — Cellules de Sertoli hypertrophiées dans un testicule de Truite plusieurs mois après la période de frai (juin). Le cytoplasme est entièrement occupé par des corps résiduels résultant de la « phagocytose » des spermatozoïdes résiduels. Le noyau sertolien *Ns* se dispose perpendiculairement à la membrane basale *mb*, *ll* lumière du lobule ($\times 11.500$) (*Salmo gairdneri*).

B. — Cellules de Sertoli de Gardon après la frai (mai). Il subsiste des spermatozoïdes dans la lumière des lobules *ll* et d'autres dans le cytoplasme sertolien, en cours de dégénérescence. Les membranes plasmiques de 2 cellules de Sertoli voisines sont fortement accrochées entre elles par des desmosomes *d* (*macula adherens*) doublés de tonofilaments *inf* dont un détail est représenté dans la figure C ($B \times 16.000$) ($C \times 72.000$).

PLANCHE VII

Les cellules de Sertoli dans un testicule de Truite en pleine spermatogenèse. Double fixation (Salmo trutta fario).

A. — *En août.* Les multiplications spermatogoniales sont achevées et les cystes à spermatogonies G entourés de cellules de Sertoli S_G sont nombreux. Les premiers cystes de spermatides apparaissent, mais dans le cytoplasme des cellules de Sertoli S_s qui entoure ces cystes, il existe un grand nombre de corps résiduels qui correspondent vraisemblablement à des spermatides en dégénérescence. Cependant dans les cellules de Sertoli des cystes à spermatogonies S_G et à spermatides S_s il existe d'autres corps résiduels (flèches) qui peuvent subsister depuis la phase de repos sexuel ($\times 8.250$).

B. — *En septembre.* Lorsque les spermatozoïdes apparaissent et que la spermatogenèse est en voie d'achèvement les mitochondries sont moins nombreuses et le réticulum (agranulaire ou granulaire) est moins développé qu'au début de la phase des multiplications spermatogoniales. Les membranes plasmiques de 2 cellules de Sertoli voisines sont fortement imbriquées entre elles ($\times 21.000$).