



HAL
open science

LES YEUX DES TRÉMATODES DIGÉINÉTIQUES

Lucy Arvy

► **To cite this version:**

Lucy Arvy. LES YEUX DES TRÉMATODES DIGÉINÉTIQUES. Vie et Milieu , 1975, pp.203 - 236.
hal-02988257

HAL Id: hal-02988257

<https://hal.science/hal-02988257>

Submitted on 4 Nov 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.

LES YEUX DES TRÉMATODES DIGÉNÉTIQUES

par Lucy ARVY

Faculté de Médecine, 45, rue des Saints-Pères, 75006 Paris

ABSTRACT

The eyes of the digenetic Trematoda show extremely diverse positions, shapes, sizes, pigmentations and architectures, as many examples (7 pl.) gathered since the first data (1786) up to the recent infrastructural analysis prove from the embryonic stages through the miracidia, the parthenites, the cercaria and metacercaria, to the adults Trematoda.

The comparison of the ultra-structures and the composition of the eye pigments could furnish valuable arguments for phylogenetic and systematic considerations.

INTRODUCTION

... « no adequate study of the eye-spots of the digenetic Trematoda has been made ».

FAUST, 1918.

« Eye occur ... in larval stages of some Digenea ».

HYMAN, 1951.

Il ne semble pas que la photostimulation, ou la photoréception, chez les Trématodes ait jamais été le sujet d'un examen méthodique; à cet égard, ces Invertébrés contrastent avec les Arthropodes, les Mollusques et les Chordés, dont les centres dermatoptiques, les

yeux et les pigments oculaires ont été le sujet de nombreuses recherches. Or, en étudiant les cycles évolutifs des Trématodes digénétiques, j'ai été frappée par la diversité des yeux. Dénombrer tous les Trématodes pourvus d'yeux serait très contraignant mais il ne semble pas trop aventuré d'admettre qu'ils ne constituent qu'une faible part; la plupart des Trématodes n'ont pas d'yeux mais ces derniers sont étonnants à bien des égards. En effet, puisqu'il s'agit de parasites, on pourrait supposer, avec vraisemblance, que les yeux n'existent que chez les parasites externes; ou que les différences entre les yeux des divers genres tiennent à une plus ou moins profonde atrophie, à des dégénérescences plus ou moins graves, liées à un parasitisme plus ou moins complet. En réalité, il n'en est rien car les yeux des Trématodes diffèrent par le moment du cycle vital où ils apparaissent ou disparaissent, par leur situation, leur forme, leur taille, leur richesse en pigment, la présence ou non de quelque combinaison optique plus ou moins complexe; les documents en ma possession m'ont paru propres à attirer l'attention sur ce sujet négligé.

RAPPEL HISTORIQUE

L'existence d'yeux chez les Trématodes est apparemment connue (Pl. I, 1 à 3) depuis MÜLLER (1786); cet observateur a figuré deux « taches oculaires » sur le dos de sa *Cercaria inquieta mutabilis* (Pl. I, 10 et 11, loc. cit.) et de sa *Cercaria lemna* (fig. 12, loc. cit.). Environ 30 ans plus tard, NITZSCH (1817) a pourvu ses *Cercaria ephemera* et leurs métacercaires de trois « taches oculaires » dorsales : deux latérales et une médiane. Von SIEBOLD (1838) a vu que les deux taches latérales de *C. ephemera* apparaissent les premières et « assez tôt », la tache médiane n'apparaissant qu'au moment où les cercaires vont quitter leur sporocyste.

En 1855, DE PHILIPPI a retrouvé (Pl. I, 4) la cercaire qu'il avait découverte en 1837 chez *Planorbis vortex*, forme larvaire « probable » d'*Amphistomum subclavatum*, trématode inféodé à certaines grenouilles et tritons; DE PHILIPPI est le premier observateur à souligner que les « taches noires » de la cercaire sont de véritables yeux; il les voyait faits d'une lentille conique et d'une couche de pigment; le jeune Amphistome en est encore muni et laisse clairement apercevoir que ces yeux sont supportés par les ganglions de la masse nerveuse sus-oesophagienne; chez l'Amphistome très évolué « la lentille se dissout et les granules pigmentaires se dispersent ».

En 1855, LA VALETTE-SAINT-GEORGE a décrit sa *Cercaria ocellata*, remarquable, en particulier, par ses deux grands « ocelles » latéro-dorsaux rougeâtres ; situés à 130 μ de l'extrémité antérieure, ils étaient séparés l'un de l'autre par un espace de 15 μ .

En 1857, LEIDY dotait son *Cotylaspis insignis*, parasite d'*Anodonta fluviatilis* de deux yeux bien distincts qu'OSBORN figura une quarantaine d'années plus tard (1903).

Ainsi, dès le milieu du XIX^e siècle, il n'était plus douteux que certains trématodes aient des yeux. Dès lors, les descriptions sont devenues nombreuses mais toujours très succinctes, la plupart des observateurs se bornant à signaler la présence d'yeux.

La présence d'yeux chez certains Trématodes ne tient pas exclusivement au fait que très généralement ces Invertébrés vivent librement, pendant un temps variable de leur cycle évolutif, car il existe des Trématodes parasites externes dépourvus d'yeux, alors que des Trématodes parasites internes ont des yeux. De très nombreux Trématodes pondent des œufs « dormants » uninucléés ; d'autres pondent des œufs où l'embryogenèse est plus ou moins parfaite et, dans ce dernier cas, les embryons de certaines espèces ont des yeux quand d'autres n'en ont pas. Il existe donc un conditionnement génétique des yeux chez les Trématodes.

A. — L'ANATOMIE DES YEUX

1. LES YEUX DANS LES ŒUFS EMBRYONNÉS.

La morphologie des yeux, chez les embryons des Trématodes, varie suivant les genres (Pl. I, 5 à 15) ; il s'agit parfois de simples « taches oculaires » bien visibles grâce à leur pigmentation particulière ; parfois il s'agit d'ocelles c'est-à-dire d'organites qui, d'après leur forme en cupule, semblent capables de capter la lumière en la concentrant ; parfois enfin, il s'agit d'organites complexes que nul n'hésite à dénommer yeux.

Les œufs utérins des Philophthalmidés contiennent le plus souvent un embryon bien développé, cilié et déjà pourvu d'yeux. Il en est ainsi (Pl. I : 5 à 15) chez *Philophthalmus indicus* (JAISWAL et SINGH, 1954), chez *P. halcyoni* (BAUGH, 1962), *P. burrili* ou *Cloacitrema narrabeenensis* (HOWELL et BEARUP, 1967).

Chez *Echinochasmus perfoliatus*, l'embryon est pourvu de deux taches oculaires subsphériques (Pl. I : 9) accolées l'une à l'autre (SAHAI et SRIVASTAVA, 1970).

L'embryon de *Cathaemasia hians* (Pl. I : 10) porte une relativement énorme tache oculaire médiane, encochée de chaque côté pour loger une sorte de lentille axée en avant et en dehors (SZIDAT, 1940). Les yeux des embryons de *Neopechona pyriformis* ne sont pas sans analogie (Pl. I : 11) avec les précédents ; comme eux, ils sont faits d'un amas pigmentaire central porteur de deux lentilles ; ces dernières sont bombées et orientées vers l'avant et surtout latéralement (STUNKARD, 1969).

Dès leur émission par les *Chrysemys picta* qui les hébergent, les œufs des *Spirorchis* [en particulier, *S. elephantis* (CORT, 1917) et *S. parvus* (STUNKARD, 1933)] laissent voir à travers leur coque transparente un embryon pourvu de deux yeux disposés en X très ouvert (Pl. I : 12) ; les yeux de *Spirorchis artericola* sont hémisphériques et juxtaposés (STUNKARD, 1928) et il en est de même chez *Macrolecithus papilliger* Rees, 1968 (LAMBERT, 1974).

Les yeux des embryons des Diplostomatidés *Tylodelphis clavata* (Ciurea) sont relativement énormes et faits de deux coupes à paroi épaisse très pigmentée, ouvertes latéralement et pourvue chacune d'une lentille biconvexe (NIEWIADOMSKA, 1963).

Les œufs des Diplostomatidae, tels *Neodiplostomum lucidum* (PARK, 1936) et *Posthodiplostomum cuticula* (DÖNGES, 1964) contiennent chacun un embryon, pourvu de deux taches oculaires bien séparées l'une de l'autre, en croissant de lune chez *P. cuticula* (Pl. I : 14) et réniforme chez *N. lucidum* (Pl. I : 15).

Ainsi, des Philophthalmidés aux Diplostomatidae, en passant par les Echinostomatidae, les Cathaemasidae, les Lepocreadiidae et les Spirorchidae, les yeux des embryons varient fortement : tantôt associés en un amas médian, tantôt adjacents, tantôt nettement séparés, ils sont pourvus (*Neopechona*, *Spirorchis*) ou non d'une « lentille ».

Le développement des embryons a été suivi dans de rares cas. Dès 1925, MATHIAS a suivi le développement des œufs chez *Strigea tarda*. A 20°C, les yeux apparaissent vers le 14^e jour de l'incubation des œufs. Le très jeune miracidium a deux taches oculaires grandes, brunes, écartées l'une de l'autre d'une distance à peu près égale à leur propre longueur. Elles semblent réniformes mais sont, en réalité, formées par une cupelle pigmentée qui coiffe un cristallin fait de deux parties inégales juxtaposées. Le pigment est constitué par de très nombreux granules brun-noirs, sensiblement de même taille. Chez l'embryon plus évolué, les yeux apparaissent comme deux petites taches circulaires, rouges, pourvues d'un centre clair ; « elles s'agrandissent, pendant que leur teinte fonce ». Le centre clair « est certainement l'ébauche du cristallin ».

Chez l'Aspidogastridé *Multicotyle purvisi* (Pl. I, 16 à 21), les œufs fraîchement pondus ne sont pas embryonnés ; mais il suffit de

les soumettre à une douce chaleur (27-29°C) pour les voir évoluer en embryons parfaits, en 25 jours environ. L'éclosion peut alors être déclenchée en particulier par la lumière ; si la température est plus basse, le développement des embryons est plus lent ; à 25°C, les taches oculaires n'apparaissent que vers le 27^e jour ; ces taches croissent alors avec l'embryon, de manière à se transformer, d'un point en un amas triangulaire à pointe externe de bonne taille et très pigmenté, le 33^e jour de l'observation (ROHDE, 1971-1972).

Chez le Diplostomatidae *Tylodelphys clavata*, les yeux apparaissent sur la face dorsale de l'embryon, à proximité de l'extrémité antérieure, quand il atteint $76 \times 34 \mu$. On ne voit d'abord que quelques granules de pigments éparpillés ; peu après, ils augmentent de nombre et s'assemblent pour former deux taches sombres ; quand le miracidium se libère de la coque de l'œuf, il mesure $180 \times 35 \mu$ et ses yeux ont $10 \times 8 \mu$ (NIEWIADOMSKA, 1963).

2. LES YEUX CHEZ MIRACIDIA.

« ... two, sometimes three, eyes are often present over the brain ».

HYMAN, 1951, p. 253.

a) *Miracidia* à yeux dorso-médians.

Chez de nombreux miracidia, la structure de beaucoup la plus apparente est constituée par un amas dorsal de pigment plus ou moins brun-noir. Cet amas est plus ou moins antérieur et plus ou moins volumineux suivant les genres.

Chez *Allocreadium ictaluri* (SEITNER, 1951), *Philophthalmus gralli* (WEST, 1961), *Unisaccus spinosus* (MARTIN, 1973) etc., cet amas est trapézoïde ; il est constitué par des granules pigmentaires, juxtaposés en « nids d'abeille » ; vers l'avant, ses bords latéraux sont encochés pour loger une sorte de lentille (Pl. II).

Chez *Spirorchis elephantis*, l'amas oculaire pigmenté trapézoïdal dorsal se superpose partiellement au cerveau et la région antérieure de ses bords latéraux est pourvue de deux lentilles, ovoïdes, transparentes (WALL, 1961).

Chez *Spirorchis scripta*, l'amas pigmenté (HOLLIMAN et FISHER, 1968) est disposé en X pourvu à l'extrémité de chacune de ses branches d'une sorte de vésicule pleine d'un liquide incolore. Cette conformation des yeux est unique parmi les Trématodes ; elle est d'ailleurs fondamentalement différente de celle des yeux de la cercaire (vide infra).

La structure de beaucoup la plus apparente chez le miracidium de *Cyathocotyle bushiensis* Khan (1962) est faite de deux amas semi-circulaires d'un pigment très foncé, confluent sur la ligne médiane, chacun d'eux porte sur sa face externe une paire de lentilles cristallines entourées de pigment, vers l'avant, vers l'arrière et en dedans ; il en est de même chez *Hypoderaeum essexensis* Khan (Cf. Pl. II : 12 et 13).

b) *Miracidia à deux yeux simples.*

Chez *Echinostoma nudicaudatum* (NASIR, 1960) et chez *E. revolutum* (BEAVER, 1937), les yeux sont situés immédiatement en avant du cerveau ; ils sont dorsaux, sphériques, contigus ; leur lentille est bien apparente, elle est bordée en dedans par une couche pigmentée (NASIR, 1960) ; il en est de même chez *E. londonensis* (Cf. Pl. II, 6 et 7). Chez *Echinochasmus perfoliatus*, les yeux sont aussi immédiatement en avant du cerveau et presque adjacents l'un à l'autre (SAHAI et SRIVASTAVA, 1970).

Chez les Diplostomatidae, *Psilotrema* (MATHIAS, 1925), *Linstoviella* (ANDERSON et CABLE, 1950), *Diplostomum* [ARVY (1954), et ARVY et BUTTNER (1954-1955), DONGES (1969)], *Tylodelphis* (NIEWIADOMSKA, 1963), les yeux sont faits d'une sorte de coupe ouverte latéralement, à paroi plus ou moins épaisse et toujours très pigmentée, remplie par un ovoïde clair. Dans les 4 cas, les yeux sont proches de la ligne médio-dorsale.

Les yeux du miracidium d'*Heronimus chelydrae* ont été très précisément étudiés par LYNCH (1933) ; au contraire des précédents, ils sont très écartés l'un de l'autre (Pl. II : 15) ; ils sont superposés à la zone antéro-latérale du cerveau ; détail remarquable, leurs tailles ne sont pas équivalentes, l'œil gauche étant nettement plus gros que le droit ($18,6 \times 16,6 \mu$ au lieu de $17,3 \times 13,1 \mu$) ; sur coupes sériées minces, le cytoplasme est surchargé de granules d'aspect mélaninoïde ; il existe deux noyaux cellulaires et sur les faces latérales de la zone pigmentée il existe une sorte de lentille, peu nette et peu proéminente, biconvexe ($7 \text{ à } 9 \mu \times 3 \text{ à } 6 \mu$). L'examen en microscopie photonique ne permet pas de soupçonner la complexité de son infrastructure (*vide infra*).

c) *Miracidia à yeux complexes.*

Les yeux du miracidium de *Strigea tarda* (MATHIAS, 1925) ou d'*Apatemon cobitidis* (VOJTEK, 1964) sont réniformes, à concavité externe, chaque concavité contenant deux lentilles (Pl. II : 17 et 18).

Le miracidium de *Ribeiroia marini* (Cathaemasiidae) possède également deux yeux en cupelles bi-lenticulées et, en outre, chacun des yeux porte vers l'arrière une lentille isolée, à grand axe transversal ; les concavités des cupelles pigmentées sont orientées latéralement, mais aussi un peu vers l'avant (BASH et STURROCK, 1969).

Deux yeux du miracidium d'*Holostephanus volgensis* sont en X (Pl. II : 14) et chaque concavité contient deux lentilles (VOJTKOVA, 1966) ; les yeux de miracidia de *Neodiplostomum lucidum* (PARK, 1936) ou d'*Apatemon cobitidis* (VOJTEK, 1964) sont également pourvus de deux lentilles chacun (Pl. II : 16 et 18).

Les yeux des miracidia de certains Echinostomatidae sont les plus compliqués de tous. Le miracidium d'*Echinostoma ivaniosi*, par exemple, est pourvu de deux yeux discoïdes juxtaposés, chacun d'eux contenant dans sa région postérieure pigmentée une structure en bâtonnet (MOHANDAS, 1973). Les yeux d'*Echinostoma murinum* sont faits de quatre sphérules transparentes, deux grandes antérieures et deux beaucoup plus petites, postérieures, les sphérules étant séparées en dedans et en arrière par de minces disques pigmentés (LIE, 1967, p. 139). Les yeux d'*E. lindoense* sont très comparables aux précédents ; ils sont faits de deux paires de lentilles transparentes, logées d'une part contre deux paires de disques pigmentés (d'environ 5 μ de diamètre) et d'autre part contre des sortes de bâtonnets, situés en arrière et latéralement par rapport aux disques (Pl. II : 21) ; vus de face, les deux disques et les deux bâtonnets sont bien distincts, mais vus latéralement ils se superposent (LIE, p. 72).

Chez *Hypoderaeum conoideum* (Pl. II : 22), chaque œil est composé d'un groupe de deux paires de lentilles de tailles sensiblement égales, chaque lentille est apposée à un disque pigmenté ; la paire antérieure regarde franchement de côté alors que la paire postérieure regarde vers l'avant et un peu en dehors (MATHIAS, 1925). Chez *Hypoderaeum dingeri* enfin, chaque œil est constitué par trois paires de lentilles cristallines logées contre deux paires de disques pigmentés disposés longitudinalement et une paire de bâtonnets disposés transversalement (Pl. II : 23) ; comme chez *H. lindoense*, lentilles, disques et bâtonnets sont bien visibles quand on regarde les faces, ventrale ou dorsale, du miracidium, mais ils se superposent quand on regarde le miracidium latéralement (LIE, 1964).

Ce sont les yeux de deux autres Echinostomatidae qui, par leur taille et leur complication, sont les plus remarquables (Pl. III : 7). Chez *Paraphostomum segregatum* Dietz, 1909, il existe deux amas pigmentaires para-médians pourvus chacun de trois lentilles, deux

petites adjacentes orientées en avant et latéralement alors qu'une troisième lentille, relativement énorme, regarde en arrière et en dehors (LIE et BASCH, 1967).

Le miracidium d'*E. rodriguessi* a chacun de ses yeux constitué par une petite lentille ronde (située en arrière d'un menu écran pigmenté) et deux grosses lentilles accolées, ovoïdes, à grand axe orienté d'avant en arrière et de dedans en dehors, dont les pôles internes sont contre deux grosses taches pigmentées, ovoïdes, situées de part et d'autre de l'axe du corps (HSU et col., 1968).

3. LES YEUX DES PARTHÉNITES.

... « *No pigment eye-spots have been described for the parthenitae* ».

FAUST, 1935.

... « *pigmented photoreceptors... are limited in the Digenea to immature stages, the miracidium, cercaria, and rarely the germinal sacs in the molluscan host* ».

POND and CABLE, 1966.

Les parthénites sont toujours enfouis au sein des tissus de l'hôte qu'ils parasitent et il est extrêmement rare de trouver trace d'yeux dans les sporocystes ; il en existe néanmoins dans les sporocystes du Cathamasiidae *Ribeiroia marini* logés dans les tentacules de *Biomphalaria glabrata* et ces yeux sont encore reconnaissables dans les sporocystes âgés de 24 heures (BASCH et STURROCK, 1969).

Un exemple très net d'yeux chez un parthénite est celui figuré par THOMAS (1883) dans les sporocystes de *Fasciola hepatica* (Pl. III : 1) ; mais le plus bel exemple de sporocyste ocellé est probablement celui d'*Heronimus chelydrae* Mac Callum, 1902 ; CRANDALL (1960), qui a suivi la germination des cercaires chez ce Trématode a vu persister les yeux (Pl. III, 2) jusqu'à l'épuisement de l'émission de cercaires ; dans ses conditions d'examen, il survenait chez des sporocystes âgés de 40 jours ; ainsi, les sporocystes de ce Trématode contrastent avec ses cercaires car ces dernières sont dépourvues d'yeux.

Chez les rédies, nul à ma connaissance n'a signalé l'existence d'yeux, mis à part ceux qui apparaissent parfois chez leurs cercaires, à partir d'un certain stade du développement.

4. LES YEUX DES CERCAIRES.

« Mais les yeux, comme on en a supposé dans certaines cercaires, cela est impossible ».

LAMARCK, 1815.

« Sono essi da considerarsi come occhi ? Forse lo sono quanto gli organi consimili che vediamo nelle planarie e nelle sanguisughe ».

DE FILIPPI, 1837.

Très généralement, les cercaires qui sont pourvues d'yeux les différencient avant leur libération des parthénites ; cette donnée est tout à fait évidente chez les cercaires pigmentées.

A) Les cercaires à yeux pigmentés.

a) Les cercaires intra-rédiales.

L'existence d'yeux chez les cercaires intra-rédiales est fréquente : il n'est pas de décennie qui n'en apporte quelque exemple (Pl. III, 3 à 6 et 8 à 10).

A partir d'un certain stade évolutif, les cercaires intra-rédiales de *Stephanostomum tenue* (Acanthocolpidae) sont bi-oculées (MARTIN, 1939) ; il en est de même chez le Schistosomatidae *Microbilharzia variglandis* (STUNKARD et HINCHLIFFE, 1952), *Stephanostomum baccatum* (WOLFGANG, 1955) et l'Allocreadiidae : *Bunodera lucio-perca* (WIŚNIEWSKI, 1958). Plusieurs cercaires de Notocotylidae sont connues pour avoir une paire d'yeux parfaitement développés, alors qu'elles sont encore dans leurs rédies : *N. minutus* (STUNKARD, 1960), *N. atlanticus* (STUNKARD, 1966), *Paramonostomum parvum* et *P. alveatum* (STUNKARD, 1967), *Uniserialis breviserialis* (STUNKARD, 1967), *Catatropis verrucosa* (ODENING, 1965), *Notocotylus ephemera* et *N. ralli* (ODENING, 1966) ; il en est de même chez des Heterophyidae : *Apophallus donicus* (NIEMI et MACY, 1974), *Ascotyle mcintoshi* (LEIGH, 1974), ou l'Echinostomatidae : *Echinostomum heterostomum* (DÖNGES, 1974).

b) Les cercaires libres.

Des cercaires libres pourvues d'yeux pigmentés sont connues depuis 19 décennies (MÜLLER, 1786) ; la découverte de cercaires à yeux non pigmentés est une acquisition du xx^e siècle.

Les premières observations étaient très approximatives, ce qui s'explique par la petite taille des yeux des Trématodes digénétiques

et les imperfections des systèmes optiques avec lesquels on les observait. C'est ainsi qu'à 18 ans d'intervalle un même observateur a figuré différemment (Pl. I, 4) les yeux de *Cercaria echinocerca*. En réalité les figurations des yeux des cercaires ne sont devenues correctes qu'avec l'acquisition de bons microscopes. Ce sont les yeux sphériques qui semblent être les plus fréquents, mais il est de nombreuses cercaires à yeux ovoïdes, à grand axe oblique de dehors en dedans et d'avant en arrière ou inversement, comme il existe des cercaires à yeux ovoïdes à grand axe longitudinal ou transversal, des cercaires à yeux coniques en bilboquet, quadrangulaires, en quartier d'orange, en saucière, voire en plages irrégulières (Pl. IV, 1 à 21).

Les yeux des cercaires des *Paramonostomum*, *parvum* ou *alveatum* (Pl. IV, 22) sont remarquablement ronds et leur cristallin est central ; les yeux de la cercaire d'*Opechona bacillaris* (Pl. IV, 23) sont triangulaires et pourvus de deux cristallins ronds (KØIE, 1975).

Le plus souvent, les yeux des cercaires sont au nombre de deux, mais les Notocotylidae en ont trois : un dorso-médian et deux latéro-dorsaux (Pl. V, 1 à 5). Très généralement l'œil médian est plus petit que les deux autres. *In vivo*, la position des yeux varie suivant que la cercaire est en extension ou en rétraction : pendant l'extension de la cercaire, les yeux paraissent rapprochés et situés aux sommets d'un triangle, mais quand la cercaire se rétracte les yeux s'écartent les uns des autres et tendent à se disposer suivant une même ligne horizontale (Pl. IV, 24) ; il en est ainsi chez *Cercaria lebouri* (JAMES, 1968). Chez cette dernière, les cercaires, sur le point de quitter leur rédie n'ont pas encore d'yeux. Libérées dans l'hémocèle du Mollusque-hôte, elles continuent à mûrir et différencient, en particulier, des yeux situés immédiatement au-dessous de la cuticule dorsale, juste en arrière de l'acétabulum ; ces yeux mesurent entre 12 et 18 μ de diamètre ; les deux yeux latéraux sont les plus postérieurs et se développent les premiers ; ultérieurement, à partir d'eux, des granules de pigment migrent en avant et en dedans, pour constituer le troisième œil. A la taille près, les trois yeux sont semblables ; ils ont la même forme sphérique [*Uniserialis breviserialis* (STUNKARD, 1967), *Paramonostomum alveatum* (STUNKARD, 1967), *Cercaria monostomi* (BURSIAN-HARTUNG, 1965), *Notocotylus noyeri*, *N. ephemera*, *N. regis* (ODENING, 1966), *N. minutus* (STUNKARD, 1960)] ; cependant, certains Notocotylidae ont les trois yeux ovoïdes (*N. triserialis* Pike 1969) ; parfois seulement, l'œil médian est ovoïde, à grand axe transversal [*N. attenuatus* (BALÚSEK et VOJTEK, 1973), *N. imbricatus* (ODENING, 1968, BALÚSEK et VOJTEK, 1973)].

Les yeux des cercaires de Notocotylidae apparaissent le plus souvent parfaitement limités ; mais ils sont parfois comme submergés par une plage plus ou moins densément mélanisée. Il est sans doute significatif que chez les cercaires pigmentées du pigment soit particulièrement abondant à proximité des yeux et s'étende plus ou moins loin vers la partie postérieure du corps.

Les yeux des cercaires sont toujours reliés au cerveau mais de manière plus ou moins apparente ; dès 1918, FAUST a étudié (Pl. V, 6, 7) l'innervation des yeux chez *Cercaria pellucida*.

B) Les cercaires à yeux non pigmentés.

« It is highly probable that in many species pigmentless eye-spots exist ».

FAUST, 1935.

Alors que les yeux pigmentés des Trématodes sont très apparents, les yeux non pigmentés sont beaucoup plus discrets, aussi ont-ils été remarqués beaucoup plus tardivement. Ils semblent être réduits au composant cristallin des yeux parfaits (Pl. V : 8 à 14).

En 1935 encore, on ne connaissait que trois espèces de cercaires pourvues d'yeux sans pigment : *C. racemosa*, *C. gracillima* et *C. minor*. On connaît actuellement plusieurs Strigeidae à yeux non pigmentés ; il en est ainsi chez *Apatemon (Apatemon) gracilis* (VOJTEK, 1964), chez *Apatemon gracilis minor* (PROBERT, 1966) et chez divers *Cotylurus* : *C. p. platycephalus*, *C. (Ichthyocotylurus) piscinalis* (ODENING, 1969), *Cotylurus lutzi* (BASCH, 1969) et *C. variegatus* (ODENING et BOCKARDT, 1971).

A la limite entre les yeux sans pigment et avec pigment, *Apatemon (Australapatemon) minor* n'a qu'une mince cupule de pigment coiffant en avant et en dedans deux lentilles cristallines sphériques (ODENING, 1969).

Exceptionnellement, chez *Cercaria konadensis* Faust (1916), cercaire pourvue de trois yeux, seul l'œil médian est apigmenté, les deux yeux dorso-latéraux sont pigmentés.

5. LES YEUX DES MÉTACERCAIRES.

Lorsque les cercaires se transforment en métacercaires, elles gardent très généralement leurs yeux intacts (Pl. VI : 5, 6) pendant un certain temps ; ensuite, le plus souvent, les granules de pigment se dispersent et disparaissent ; néanmoins, quelques cercaires

gardent leurs yeux, même si elles sont connues pour passer directement de leur hôte intermédiaire à leur hôte définitif, c'est-à-dire sans avoir eu l'occasion apparente de faire usage de leurs yeux ; par exemple, chez l'Allocreadiidae *Bunodera lucioperca*, la métacercaire est transférée passivement de *Daphnia pulex* à *Perca fluviatilis* et c'est chez la Perche que WIŚNIEWSKI (1958) a vu les yeux se fragmenter, pâlir et disparaître en trois semaines environ. Les yeux des métacercaires de *B. lucioperca* semblent donc visuellement inutiles.

Le plus souvent les métacercaires sont bioculées, il en est ainsi chez les métacercaires d'Acanthocolpidae : *Stephanostomum tenue* (MARTIN, 1939) ou *S. baccatum* (WOLFGANG, 1955), *S. dentatum* (STUNKARD, 1961), ou chez les Heterophyidae : *Ascocotyle diminuta* (STUNKARD et UZMANN, 1955), *C. dipteroerca* (STUNKARD, 1961), *Cryptocotyle lingua* (STUNKARD, 1930), les Lepocreadiidae : *Homalometron pallidum* (STUNKARD, 1964) ou des Transversotrematidae : *Transversotrema patialense* (CRUZ et col., 1964).

Les métacercaires des Notocotylidae : *C. lebouri*, *C. robusta*, *C. pellucida*... gardent longtemps leurs trois yeux.

Le développement sexuel de certaines métacercaires est déjà très avancé qu'elles ont encore leurs yeux (MEADE et BEDINGER, 1972) ; il en est ainsi (Pl. VI : 1 à 4) chez *Pisciamphistoma reynoldsi* Bogitsh et Cheng, 1959, *Caecincola parvulus* Marshall et Gilbert, 1905, *Crepidostomum cooperi* Hopkins, 1931 ou chez les *Allocreadium* sp. parasite des *Ephemera danica* de Carélie (STEJN, 1957).

6. LES YEUX DES TRÉMATODES DIGÉNÉTIQUES ADULTES.

A la fin du XIX^e siècle, un seul adulte appartenant à l'ordre des Trématodes était connu pour avoir des yeux : *Acanthopsolus ocellatus* (Levinsen) ; depuis cette date, quelques autres ont été observés.

L'acanthocolpidé *Stephanostomum africanum*, parasite intestinal des *Pseudolithus senegalensis*, (Sciaenidae) de la Sierra Leone, a une paire de petits yeux très strictement limités (FISCHTHALL et WILLIAM, 1971) ; cependant, une espèce très proche de la précédente, *S. sierrabonensis* est pourvue, à la place que pourraient occuper les yeux, de granules de pigment, éparpillés, depuis la ventouse orale jusqu'à la hauteur de la bifurcation caecale. D'autres *Stephanostomum* adultes sont bioculés, tels les *S. dentatum*, parasites de *Paralichthys dentatus* (STUNKARD, 1961) ou *S. tenue* (MARTIN, 1939).

Les adultes des Haploporidae *Lecithobotrys sprengi*, (parasites intestinaux de *Lisa argentea*) ou de *Saccocolioides pearsoni*, (parasites intestinaux de *Posticobia brazieri*) n'ont plus que des traces d'yeux (Pl. VI : 7 à 14), réduites à quelques grains mélanoides alignés longitudinalement (MARTIN, 1973).

Chez le Diplodiscidae *Pseudodiplodiscoides pilai*, MURTY (1973) a pu suivre la dégénérescence des yeux avec l'âge ; les yeux sont normaux chez le jeune fraîchement éclos du kyste métacercarien et en voie de migration de l'œsophage vers le pylore de son hôte, *Pila globosa* ; à l'âge de deux mois, le Trématode a atteint l'estomac de *P. globosa*, ses yeux sont alors très petits et ils ont perdu la majeure partie de leur pigment (Pl. VI : 7 à 14) ; à l'âge de trois mois, le Trématode est enfoui dans le segment pré-intestinal de la glande médio-intestinale et il ne reste, à la place des yeux que quelques granules mélanoides.

Chez les Bivesiculidae, un des documents les plus intéressants est celui qui se rapporte à *Paucivitellosus fragilis* Coil et col. (1965), parasite intestinal du Mugilidae *Chelon troscheli* (Günther) ; en effet, l'adulte jeune est pourvu de deux yeux anguleux, bien limités, intensément noirs et le segment terminal de son utérus contient des œufs embryonnés dont les miracidia ont déjà des yeux relativement énormes (Pl. VII, 1).

B. — L'INFRASTRUCTURE DES YEUX CHEZ LES TRÉMATODES DIGÉNÉTIQUES

L'étude de l'infrastructure des yeux a commencé, il y a trois lustres avec l'examen des yeux de *Fasciola hepatica* (KÜMMEL, 1960). Les examens sont encore rares, mais leur intérêt est grand ; en effet, tous les yeux de Trématodes digénétiques connus à ce jour présentent une infrastructure admirable et, en particulier, un segment plissé rappelant certain composant de la glande pinéale des Batraciens, organe connu pour être un centre de photo-perception.

Les miracidia de *Philophthalmus megalurus* peuvent être aisément obtenus à tous les stades de leur développement ; il suffit, en effet, de cultiver les adultes dans des yeux de poulets infestés expérimentalement (en plaçant des métacercaires libres sous la nictitante). Les yeux du miracidium sont faits de deux coupelles pigmentées apposées sur la ligne médiane de telle sorte qu'elles forment un seul amas pigmenté (WEST, 1961) ; la concavité des

coupelles regarde latéralement et antérieurement. Les granules de pigment ont environ 1μ de diamètre. Chaque coupelle est occupée par deux cellules remarquables par leur type bien spécial ; en effet, chacune d'elle est pourvue d'une différenciation en lamelles nombreuses, parallèles entre elles, formant des sortes de microvillosités de 550 \AA de diamètre ; chacune de ces cellules a un noyau d'environ $3,5 \mu$ de diamètre (ISSEROFF, 1963).

Un tel système de lamelles existe dans tous les yeux des Trématodes digénétiques examinés à ce jour : *Philophthalmus megalurus* (ISSEROFF, 1964), *Macravelstibulum eversum*, *Crepidostomum* sp., *Skrjabinopsolus manteri* (POND et CABLE, 1966), *Heronimus chelydrae*, *Fasciola hepatica*, *Spirorchis* sp., ou *Allocreadium lobatum* (ISSEROFF et CABLE, 1968).

La microscopie électronique permet de comprendre le dimorphisme oculaire chez *Heronimus chelydrae* ; en effet, ISSEROFF et CABLE ont découvert (1968) que l'œil gauche comprend un système analogue à celui de l'œil droit, c'est-à-dire pourvu d'un système de lamelles plus un système équivalent, à ceci près, qu'il n'a qu'un système de lamelles ; autrement dit l'œil gauche du miracidium d'*H. chelydrae* contient trois systèmes de lamelles alors que l'œil droit n'en contient que deux (loc. cit., fig. 1 a et b).

CONCLUSION

Il ne semble pas douteux que l'analyse approfondie de l'infrastructure des yeux des Trématodes digénétiques pourrait donner quelque base solide à leur systématique et à leurs phylogénèses.

La nature des pigments oculaires de ces Trématodes est inconnue ; on ne sait s'ils sont exclusivement mélanoides, ou caroténoïques ou autres. Il est étonnant que l'originalité, la complexité et la beauté des « taches » oculaires n'aient pas retenu davantage l'attention des ophtalmologistes, des spécialistes des photoperceptions et des systématiciens.

RÉSUMÉ

Les yeux des Trématodes digénétiques ont des positions, des formes, des tailles, des pigmentations, des architectonies extrêmement variées, comme le montrent de nombreux exemples (7 Pl.),

assemblés depuis la première notation (1786) jusqu'aux Trématodes adultes, en passant par les miracidies, les parthénites, les cercaires et les métacercaires. La comparaison des infrastructures et la composition des pigments oculaires pourraient fournir des arguments d'ordre phylogénétiques et systématiques de valeur.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Augen der digenen Trematoden zeigen äusserst unterschiedliche Stellungen. Formen, Grössen, Färbungen und Bautypen. Dies ist durch zahlreiche Beispiele (7 Tafeln) belegt, die sich von der ersten Beschreibung (1786) bis zu den neuesten infrastrukturellen Analysen erstrecken, von den Embryonalstadien über die Mirazidien, die Partheniten, die Zerkarien und Metazerkarien bis zu den adulten Trematoden. Der Vergleich der Feinstrukturen und der Zusammensetzung der Augenpigmente könnte wertvolle stammesgeschichtliche und systematische Hinweise liefern.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, D.J., & R.M. CABLE, 1950. Studies on the life history of *Linstowiella szidati* (Anderson) (Trematoda : Cyathocotylidae). *J. Parasit.*, 36 : 395-416.
- ARVY, L., 1954. Distomatose cérébro-rachidienne due à *Diplostomulum phoxini* (Faust), Hughes, 1929 chez *Phoxinus laevis* Agas. *Annls Parasit.*, 29 : 510-520.
- ARVY, L. & A. BUTTNER, 1954. Données sur le cycle évolutif de *Diplostomulum phoxini* (Faust, 1918) (Trematode, Diplostomatidae). *C. r. hebdom. Séanc. Acad. Sci., Paris*, 239 : 1085-1087.
- ARVY, L. & A. BUTTNER, 1955. Cycle évolutif de *Diplostomulum phoxini* (Faust, 1918) (Diplostomatidae). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 80 : 104-105.
- BALUSEK, J. & J. VOJTEK, 1973. Příspěvek k poznání našich cercarii. *Folia Fac. Sci. nat. Univ. Purkynianae Brun. Biol.*, 14 : 3-43.
- BASCH, P.F. & R.F. STURROCK, 1969. Life history of *Ribeiroia marini* (Faust et Hoffman, 1934) comb. n. (Trematoda : Cathaemasiidae). *J. Parasit.*, 55 : 1180-1184.
- BAUGH, S.C., 1962. On two new species of *Philophthalmus* Loos, 1899 and a discussion on the family Philophthalmidae. *J. Helminth.*, 36 : 243-248.

- BEAVER, P.C., 1937. Experimental studies on *Echinostoma revolutum* (Froelich) a fluke from birds and mammals. *Illinois biol. Monogr.*, 15 : (491) : 3-96.
- BRIEN, P., 1954. Deux formes larvaires de Trématodes. La parthénogonie. Le cycle des cellules germinales. *Annls. Mus. r. Congo belge* (ser. Zool), 1 : 153-162.
- BURSIAN-HARTUNG, G., 1965. Untersuchungen über die Cercarienfauna des Dieskauer Teichgebietes bei Halle. *Hercynia*, 2 : 63-111.
- COIL, W.H., W.A. REID & R.E. KUNZ, 1965. *Paucivitellosus fragilis* gen. et sp. nov. (Bivesiculidae : Digenea) a parasite of *Chelon troscheli* from Formosa. *Trans. Am. microsc. Soc.*, 84 : 365-368.
- CRANDALL, R.B., 1960. The life history and affinities of the turtle lung fluke *Heronimus chelydrae* Maccallum, 1902. *J. Parasit.*, 46 : 289-307.
- CRUZ, H., W.E. RATNAYAKE & A.H. SATHANANTHAN, 1964. Observations on the structure and life cycle of the digenetic fish-trematode *Transversotrema patialense* (Soparkar). *Ceylon J. Sci. biol.*, 5 : 8-17.
- DÖNGES, J., 1964. Der Lebenszyklus von *Posthodiplostomum cuticola* (v. Nordmann 1832, Dubois 1936) (Trematoda, Diplostomatidae). *Z. ParasitKde*, 24 : 169-248.
- DÖNGES, J., 1969. *Diplostomum phoxini* (Faust, 1918) (Trematoda). Morphologie des Miracidiums sowie Beobachtungen an weiteren Entwicklungsstadien. *Z. ParasitKde*, 32 : 120-127.
- DÖNGES, J., 1974. The life cycle of *Euclinostomum heterostomum* (Rudolphi, 1809) (Trematoda : Clinostomatidae). *Int. J. Parasitol.*, 4 : 79-90.
- FAUST, E.C., 1918. Life history studies on Montana trematodes. *Illinois biol. Monogr.*, 4 : 1-120.
- FAUST, E.C., 1918. Eye-spots in Digenea. *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, 35 : 117-127.
- FILIPPI, F. de, 1837. Descrizione di nuovi entozoi trovati in alcuni molluschi d'acqua dolce. *Biblia ital.*, 87 : 333.
- FILIPPI, F. de, 1855. Nouvelles observations sur le développement des Trématodes. *Annls Sci. nat.*, 3 : 111-113.
- FILIPPI, F. de, 1855. Deuxième mémoire pour servir à l'histoire génétique des Trématodes. *Memorie Accad. Sci. Torino*, Ser. 2, 16 p.
- FISCHTHAL, J.H. & M.O. WILLIAMS, 1971. Some digenetic trematodes of marine fishes from Sierra Leone. *J. Helminth.*, 45 : 41-50.
- HOLLIMAN, R.B. & J.E. FISHER, 1968. Life cycle and pathology of *Spirorchis scripta* Stunkard, 1923 (Digenea : Spirorchiidae) in *Chrysemys picta picta*. *J. Parasit.*, 54 : 310-318.
- HOWELL, M.J. & A.J. BEARUP, 1967. The life histories of two bird trematodes of the family Philophthalmidae. *Proc. Linn. Soc. N.S.W.*, 92 : 182-194.
- HSU, K.C., K.J. LIE & P.F. BASCH, 1968. The life history of *Echinostoma rodriguesi* sp. n. (Trematoda : Echinostomatidae). *J. Parasit.*, 54 : 333-339.

- HYMAN, L.H., 1951. The Invertebrates : Platyhelminthes and Rhynchocoela. The acoelomate Bilateria. Mc Graw Hill, édit., New York, 550 p.
- ISSEROFF, H., 1963. Ultrastructure of the eyespot and excretory system in the miracidium of a philophthalmid trematode. *J. Parasit.*, suppl., 49 : 41-42.
- ISSEROFF, H. 1964. Fine structure of the eyespot in the miracidium of *Philophthalmus megalurus* (Cort, 1914). *J. Parasit.*, 50 : 549-554.
- ISSEROFF, H. & R.M. CABLE, 1968. Fine structure of photoreceptors in larval Trematodes. A comparative study. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.*, 86 : 511-534.
- JAISWAL, G.P. & S.N. SINGH, 1954. On two new trematodes of the genus *Philophthalmus* Looss, 1899, from the eyes of birds in Hyderabad, Deccan. *J. Helminth.*, 28 : 135-142.
- JAMES, B.L., 1968. The occurrence of *Parvatrema homeotecnum* James, 1964 (Trematoda : Gymnophallidae) in a population of *Littorina saxatilis* (Mont.). *J. natur. Hist.*, 2 : 21-37.
- JAMES, B.L., 1969. Studies on the life cycle of *Microphallus pygmaeus* (Levinson, 1881) (Trematoda : Microphallidae). *J. natur. Hist.*, 2 : 155-172.
- KØIE, M., 1975. On the morphology and life-history of *Opechona bacillaris* (Molin, 1859) Loos, 1907 (Trematoda, Lepocreadiidae). *Ophelia*, 13 : 68-86.
- KÜMMEL, G., 1960. Die Feinstruktur des Pigmentbecherocells bei Miracidien von *Fasciola hepatica* L. *Zool. Beitr.*, 5 : 345-354.
- LAMARCK, Chevalier de, 1815. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. Verdrière, édit., Paris, Tome I, p. 444.
- LAMBERT, A., 1974. Cycle évolutif du Trématode *Macroleithus papilliger* Rees, 1968 (Allocreadiidae), parasite de *Phoxinus phoxinus* (L.). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 99 : 441-452.
- LA VALETTE SAINT GEORGES, A. Lib. Baro, 1855. Symbolae ad Trematodum evolutionis historiam. *Thèse Sci.*, Berlin, 37 p.
- LEIDY, J., 1857. Observations on Entozoa found in Naiades. *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.*, 9 : 18.
- LEIGH, W.H., 1947. Life history of *Ascocotyle mcintoshii* Price, 1936 (Trematoda : Heterophyidae). *J. Parasit.*, 60 : 768-772.
- LIE, K.J., 1964. Studies on Echinostomatidae (Trematoda) in Malaya. VI. The life history of *Hypoderaeum dingeri* n. sp. *Trop. geogr. Med.*, 16 : 61-71.
- LIE, K.J., 1964. Studies on Echinostomatidae (Trematoda) in Malaya. VII. The life history of *Echinostoma lindoense* Sandground and Bonne, 1940. *Trop. geogr. Med.*, 16 : 72-81.
- LIE, K.J., 1967. Studies on Echinostomatidae (Trematoda) in Malaya. The life history of *Echinostoma murinum* (Tubangui, 1931). *Proc. helminth. Soc. Wash.*, 34 : 139-143.
- LIE, K.J. & P.F. BASH, 1967. The life history of *Paryphostomum segregatum* Dietz, 1909. *J. Parasit.*, 53 : 280-286.

- LYNCH, J.E., 1933. The miracidium of *Heronimus chelydrae* Mac Callum. *Q. Jl microsc. Sci.*, 76 : 13-33.
- MARTIN, W.E., 1939. Studies on the trematodes of Woods Hole. The life cycle of *Stephanostomum tenue* (Linton). *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, 77 : 65-73.
- MARTIN, W.E., 1973. Life history of *Saccocoelioides pearsoni* n. sp. (Trematoda : Haploporidae). *Trans. Am. microsc. Soc.*, 92 (1) : 80-95.
- MARTIN, W.E., 1973. A new subfamily, two new genera, and three new species of Haploporid Trematodes. *Proc. helminth. Soc. Wash.*, 40 : 112-117.
- MATHIAS, P., 1924. Sur le cycle évolutif d'un Trématode de la famille des Psilostomidae (*Psilotrema spiculigerum* Mühling). *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, 178 : 1217.
- MATHIAS, P., 1925. Le cycle évolutif de quelques Trématodes. *Bull. biol. Fr. Belg.*, 59 : 1-123.
- MEADE, T.G. & C.A. BEDINGER, 1972. Helminth parasitism in some species of fresh water fishes of eastern Texas. *SWest. Nat.*, 16 : 281-295.
- MILLER, M.J., 1946. The cercaria of *Apophallus brevis*. *Can. J. Res.*, 24 : 27-29.
- MOHANDAS, A., 1973. Studies on the life history of *Echinostomum ivanosii*. *J. Helminth.*, 472 : 421-438.
- MÜLLER, O.F., 1786. Anilmacula infusoria fluviatilia et marina quae detexit, systematice descripsit et ad vivum delineari curavit. N. Mölleri, édit., Haunia.
- MURTY, A.S., 1973. Life cycle of *Pseudodiplodiscoides pilai* (Trematoda : Diplodiscidae) from the gut of the apple snail *Pila globosa* (Swainson). *J. Parasit.*, 59 : 323-326.
- NASIR, P., 1960. Studies on the life history of *Echinostoma nudicaudatum* n. sp. (Echinostomatidae : Trematoda). *J. Parasit.*, 46 : 833-847.
- NASIR, P. & M.T. DIAZ, 1973. Freshwater larval trematodes. Twenty new species of Venezuelan cercariae. *Riv. Parassit.*, 34 : 1-44.
- NIEMI, D.R. & R.W. MACY, 1974. The life cycle and infectivity to man of *Apophallus donicus* (Skrjabin et Lindtrop 1919 : Trematoda, Heterophyidae) in Oregon. *Proc. helminthol. Soc. Wash.*, 41 : 223-229.
- NIEWIADOMSKA, K., 1963. Further studies on the biology and taxonomy of Trematodes of the genus *Tylodelphys* Diesing, 1850 (Diplostomatidae). *Acta parasit. pol.*, 11 : 283-306.
- NITZSCH, E.L., 1817. Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Zerkarien und Bazillarien. Hendel, édit., Halle.
- ODENING, K., 1966. Physidae und Planorbidae als Wirte in den Lebenszyklen einheimischer Notocotylidae (Trematode : Paramphistomida). *Z. Parasitkde*, 27 : 210-239.
- ODENING, K., 1968. Status und Entwicklung von *Notocotylus imbricatus* U. Szidat (Trematoda). *Folia parasitol. (Praha)*, 15 : 323-330.
- ODENING, K., 1969. Zur Gliederung von *Apatemon* und *Cotylurus* (Trematoda, Strigeida) in Untergattungen. *Mber. dt. Akad. Wiss. Berlin*, 11 : 285-292.

- ODENING, K., Th. MATTHEIS & I. BOCKHARDT, 1969. Status und Lebenszyklus des Trematoden *Cotylurus platycephalus* (Creplin). *Angew. Parasit.*, 10 : 76-80.
- ODENING, K. & I. BOCKHARDT, 1971. Der Lebenszyklus des Trematoden *Cotylurus variegatus* im Spree-Havel-Seengebiet. *Biol. Zbl.*, 90 : 49-84.
- OSBORN, H.L., 1903. On the habits and structure of *Cotylaspis insignis* Leidy, from lake Chautauqua, New York. *J. Morph.*, 18 : 1-44.
- PARK, P.J., 1936. The miracidium of *Neodiplostomum lucidus* La Rue and Bosma. *Trans. Am. microsc. Soc.*, 55 : 49-54.
- PIKE, A.W., 1969. Observations on the life cycles of *Notocotylus triserialis* Diesing, 1839, and *N. imbricatus* (Looss, 1893) sensu Szidat, 1935. *J. Helminth.*, 43 : 145-165.
- POND, G.G. & R.M. CABLE, 1966. Fine structure of photoreceptors in three types of ocellate cercariae. *J. Parasit.*, 52 : 483-493.
- PRÉVOT, G., 1973. Cycle évolutif de *Galactosomum timondavidi* Pearson et Prévot, 1971 (Trematoda : Heterophyidae) parasite du Goéland à pieds jaunes *Larus argentatus*. *Annls Parasit.*, 48 : 457-567.
- PROBERT, A.J., 1966. Studies on larval trematodes infecting the fresh-water Molluscs of Llangorse Lake South Wales. *J. Helminth.*, 40 : 91-114.
- ROHDE, K., 1971. Untersuchungen an *Multicotyle purvisi* Dawes, 1941 (Trematoda : Aspidogastrea). I. Entwicklung und Morphologie. *Zool. Jb. Anat.*, 88 : 138-187.
- ROHDE, K., 1972. The Aspidogastrea, especially *Multicotyle purvisi* Dawes, 1941. *Adv. Parasit.*, 10 : 77-151.
- SAHAI, B.N. & H.D. SRIVASTAVA, 1970. Studies on *Echinochasmus perfoliatus* (Ratz, 1908) Dietz, 1909. Incidence in dogs and development of the miracidium. *J. Helminth.*, 44 : 315-320.
- SEITNER, P.G., 1951. The life history of *Allocreadium ictaluri* Pearce 1924 (Trematoda : Digenea). *J. Parasit.*, 37 : 223-244.
- SINGH, K.S., 1958. On the development of the excretory system in the larval stages of *Gigancotyle explanatus* (Creplin, 1847). *Trans. Am. microsc. Soc.*, 77 : 89-96.
- SIEBOLD, Ch. Th. Von, 1838. Du développement des Entozoaires, in *Traité de Physiologie considérée comme science d'observation*, de C.F. BURDACH, Bailliére, édit., Paris, 3 : 32-65.
- STEJN, G.A., 1957. Materialy po parazitofaune vodnych členistonogich nekotorych ozer Karelii. II. Digeneticeskije sosalščiki (Trematoda) Metacerkarii. *Učken. Zap. petroz. gos. Univ.*, 8 : 120-139.
- STUNKARD, H.W., 1923. *Spirorchis artericola*. *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, 48 : 165-221.
- STUNKARD, H.W., 1930. The life history of *Vasotrema*, a blood fluke from North american turtles. *Boll. Zool.*, 1 (5) : 239.
- STUNKARD, H.W., 1930. The life history of *Cryptocotyle lingua* (Creplin) with notes on the physiology of the metacercaria. *J. Morphol.*, 50 : 189-191.

- STUNKARD, H.W., 1960. Studies on the morphology and life-history of *Notocotylus minutus* n. sp. a digenetic trematode from ducks. *J. Parasit.*, **46** : 803-809.
- STUNKARD, H.W., 1961. *Cercaria dipteroerca* Miller and Northup, 1926 and *Stephanostomum dentatum* (Linton, 1900) Manter, 1931. *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, **120** : 221-237.
- STUNKARD, H.W., 1964. The morphology, life history and systematics of the digenetic trematode *Homalometron pallidum* Stafford, 1904. *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, **126** : 163-173.
- STUNKARD, H.W., 1966. The morphology and life history of *Notocotylus atlanticus* n. sp., a digenetic trematode of eider ducks *Somateria mollissima*, and the designation, *Notocotylus duboisi* nom. nov., for *Notocotylus imbricatus* (Looss, 1893), Szidat, 1935. *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, **131** : 501-515.
- STUNKARD, H.W., 1967. Studies on the trematode genus *Paramonostomum* Lühe, 1909 (Digenea : Notocotylidae). *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, **132** : 133-145.
- STUNKARD, H.W., 1967. The morphology, life history and systematic relations of the digenetic trematode, *Uniserialis breviserialis* sp. nov. (Notocotylidae) a parasite of the bursa Fabricius of birds. *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, **132** : 266-276.
- STUNKARD, H.W., 1969. The morphology and life history of *Neopechona pyriforme* (Linton, 1900) n. gen., n. comb. (Trematoda : Lepocrea-diidae). *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, **136** : 96-113.
- STUNKARD, H.W. & M.C. HINCHLIFFE, 1952. The morphology and life history of *Microbilharzia variglandis* (Miller and Northup, 1926) Stunkard and Hinchliffe, 1951, avian blood-flukes whose larvae cause "Swimmer's itch" of ocean beaches. *J. Parasit.*, **38** : 248-264.
- STUNKARD, H.W. & J.R. UZMANN, 1955. The killifish, *Fundulus heteroclitus*, second intermediate host of the trematode, *Ascotyle (Phagicola) diminuta*. *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, **109** : 475-483.
- SZIDAT, L., 1940. Die Entwicklung von *Echinocercaria choanophila* U. Szidat zu *Cathaemasia hians* und die Ableitung der Fasciolidae von den Echinostomaiidae; *Z. Parasit. Kde.*, **11** : 239-283.
- THOMAS, A.P., 1883. The life history of the liver fluke (*Fasciola hepatica*). *Q. Jl microsc. Sci.*, **23** : 99-133.
- VOJTEK, J., 1964. Zur Kenntnis des Entwicklungszyklus von *Apatemon cobitidis* (Linstow, 1890). *Z. Parasit.*, **24** : 578-599.
- VOJTKOVA, L., 1966. Zur Kenntnis des Entwicklungszyklus von *Holostephanus volgensis* (Sudarikov, 1962) n. comb. (Trematoda, Digenea : Cyathocotylidae). *Věst. Cesk. Spol. zool.*, **30** : 275-286.
- VOJTKOVA, L., 1971. Beitrag zur Kenntnis der Helminthofauna der Wasserwirbellosen. II. Zweiter Teil der Trematodenlarven. *Věst. Cesk. Spol. zool.*, **35** : 136-145.
- WALL, L.F., 1961. Life history of *Spirorchia elephantis* (Cort, 1917) a new blood fluke from *Chrysemys picta*. *Am. Midl. Nat.*, **66** : 363-383.

- WEST, A.F., 1961. Studies on the biology of *Philophthalmus gralli* Mathias and Léger, 1910 (Trematoda : Digenea). *Am. Midl. Nat.*, **66** : 402-411.
- WIŚNIEWSKY, W.L., 1958. Le cycle de développement de *Posthodiplostomum brevicaudatum* (v. Nordmann, 1832), Kozicka, 1858 (en polonais). *Acta parasit. pol.*, **6** : 251-272.
- WIŚNIEWSKY, W.L., 1958. The development cycle of *Bunodera luciopercae*. *Acta parasit. pol.*, **6** : 296-307.
- WOLFGANG, R.W., 1955. Studies on the trematode *Stephanostomum baccatus* (Nicoll, 1907). *Can. J. Zool.*, **33** : 121.

Reçu le 11 août 1975.

PLANCHE I

1 : les yeux chez *Cercaria inquieta* et 2 : chez *C. lemma* d'après MÜLLER (1786) et 3 : chez *Cotylaspis insignis* d'après OSBORN (1903) ; 4 : les yeux de *Cercaria echinoerca* vus par de FILIPPI en 1837 à gauche et en 1855 à droite ; 5 : *Philophthalmus indicus* (Jaiswal et Singh, 1954) ; 6 : *Philophthalmus halcyoni* (Baugh, 1962) ; 7 : *Philophthalmus burrili* (Howell et Bearup, 1967) ; 8 : *Cloacitrema narrabeenensis* (Howell et Bearup, 1967) ; 9 : *Echinochasmus perfoliatus* (Sahai et Srivastava, 1970) ; 10 : *Cathaemasia hians* (Szidat, 1940) ; 11 : *Neopechona pyriformis* (Stunkard, 1928) ; 11 : *Neodiplostomum lucidum* (Park, 1936) ; 15 : *Posthodiplostomum cuticola* (Dönges, 1964) ; 16 à 21 : développement intra-ovulaire des yeux chez *Multicotyle purvisia* (Aspidogastriidae), d'après RHODE (1968 et 1970) ; à 25 C et à 20 jours l'embryon n'a pas encore d'yeux, mais il en a dès le 27^e jour ; les yeux croissent avec l'embryon, pour être relativement énormes le 33^e jour, peu avant l'éclosion.

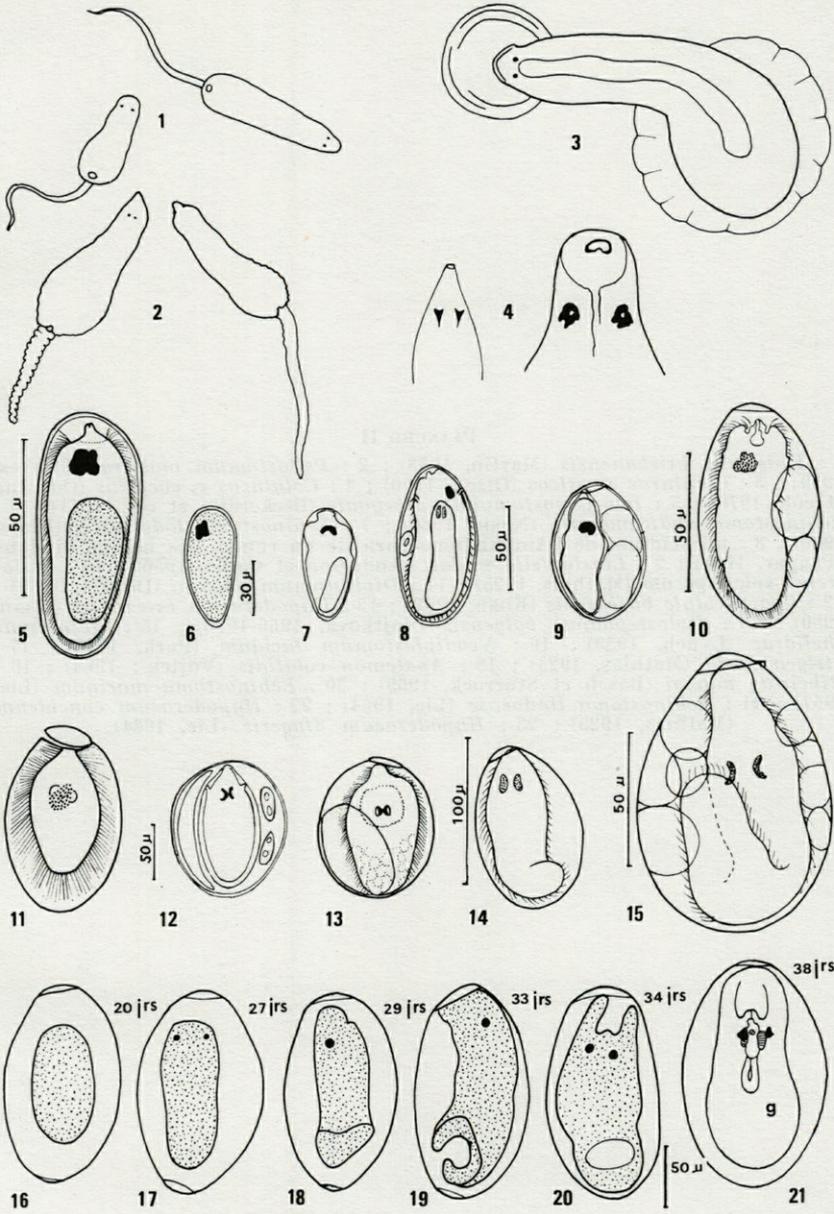
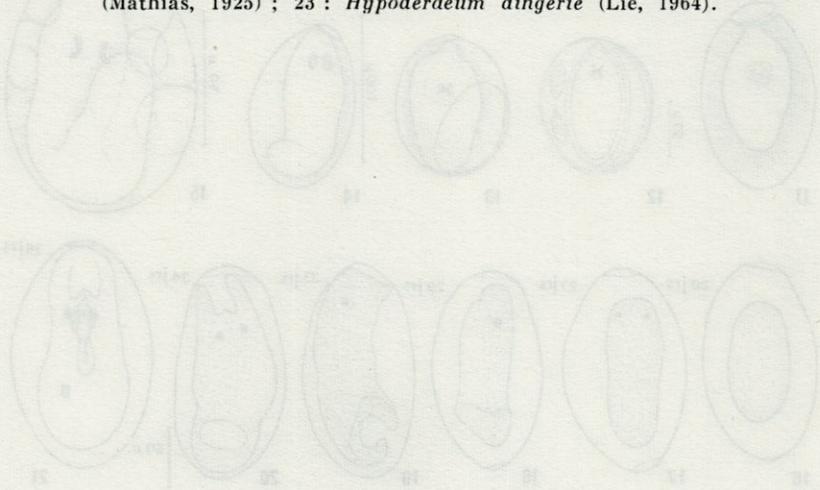




PLANCHE II

- 1 : *Unisaccus brisbanensis* (Martin, 1973) ; 2 : *Psilostomum ondatrae* (Beaves, 1939) ; 3 : *Cotylurus erraticus* (Olson, 1970) ; 4 : *Cotylurus c. cucullus* (Odening et col., 1970) ; 5 : *Pharyngostomoides procyonis* (Beckerdite et col., 1971) ; 6 : *Echinostoma nudicaudatum* (Nasir, 1960) ; 7 : *Echinostoma lodonensis* (Khan, 1960) ; 8 : miracidium de l'Amphistome parasite du rumen des bovins hindous (Thapar, 1961) ; 9 : *Linstoviella szidati* (Anderson et Cable, 1950) ; 10 : *Psilostrema spiculigerum* (Mathias, 1925) ; 11 : *Diplostomum phoxini* (Dönges, 1969) ; 12 : *Cyathocotyle bushiensis* (Khan, 1962) ; 13 : *Hypoderaeum essexensis* (Khan, 1960) ; 14 : *Holostephanus volgensis* (Vojtkova, 1966-1970) ; 15 : *Heronimus chelidrae* (Lynch, 1933) ; 16 : *Neodiplostomum lucidum* (Park, 1936) ; 17 : *Strigea tarda* (Mathias, 1925) ; 18 : *Apatemon cobitidis* (Vojtek : 1964) ; 19 : *Ribeiroia marini* (Basch et Sturrock, 1969) ; 20 : *Echinostoma marinum* (Lie, 1967) ; 21 : *Echinostoma lindoense* (Lie, 1964) ; 22 : *Hypoderaeum concideum* (Mathias, 1925) ; 23 : *Hypoderaeum dingerie* (Lie, 1964).



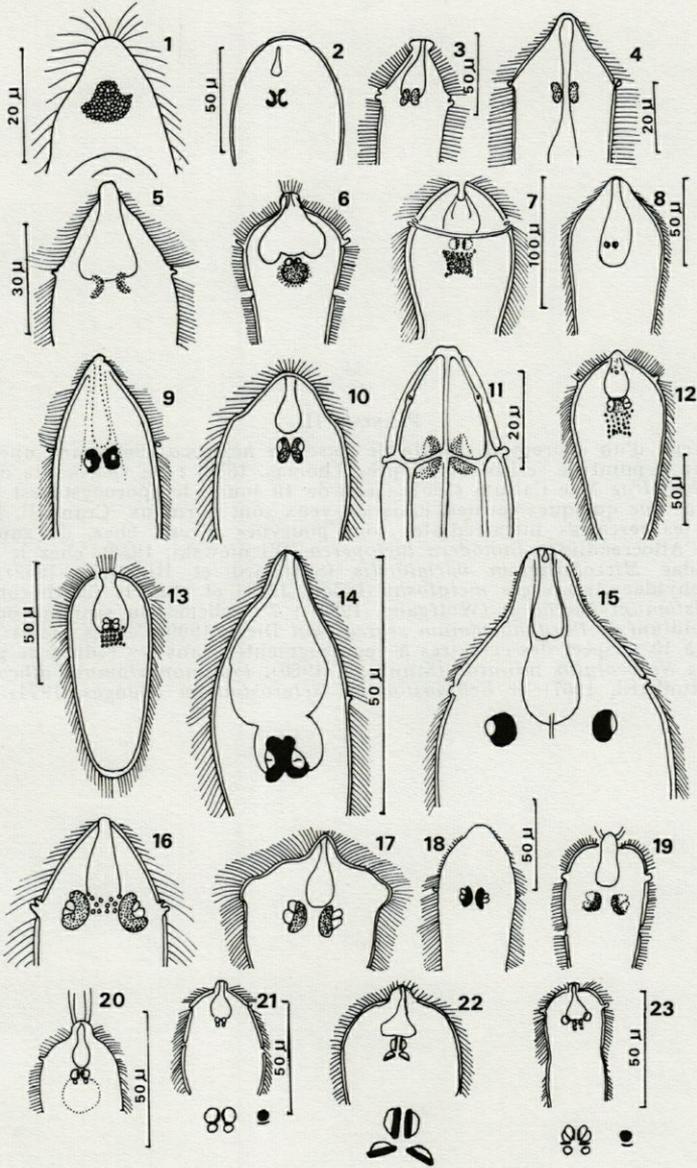


PLANCHE III

1 : les yeux d'un sporocyste adulte de *Fasciola hepatica*, contenant une rédie mûre, sur le point de se libérer (d'après Thomas, 1883) ; 2 : sporocyste d'*Heronimus chelydrae* Mac Callum (1902) ; âgé de 40 jours, le sporocyste est épuisé et n'a plus que quelques germes, mais ses yeux sont normaux (Crandall, 1960) ; 3 à 6 : les cercaires intra-rédiales sont pourvues d'yeux chez, de gauche à droite : l'Allocreadiidae *Bunodera lucioperca* (Wisniewski, 1958), chez le Schistosomatidae *Microbilharzia variglandis* (Stunkard et Hincliffe, 1952), chez l'Heterophyidae *Ascocotyle mcintoshi* (Leigh, 1974) et chez le Cyathocotylidae *Stephanistomum baccatum* (Wolfgang, 1955) ; 7 : schéma du système oculaire du miracidium de *Paryphostomum segregatum* Dietz, 1909 d'après Lie et Basch, 1967 ; 8 à 10 : aspect des cercaires à yeux pigmentés dans les rédies, de gauche à droite : *Notocotylus minutus* (Stunkard, 1960), *Paramonostomum alveolatum* (Stunkard, 1967) et *Echinostomum heterostomum* (Dönges, 1974).

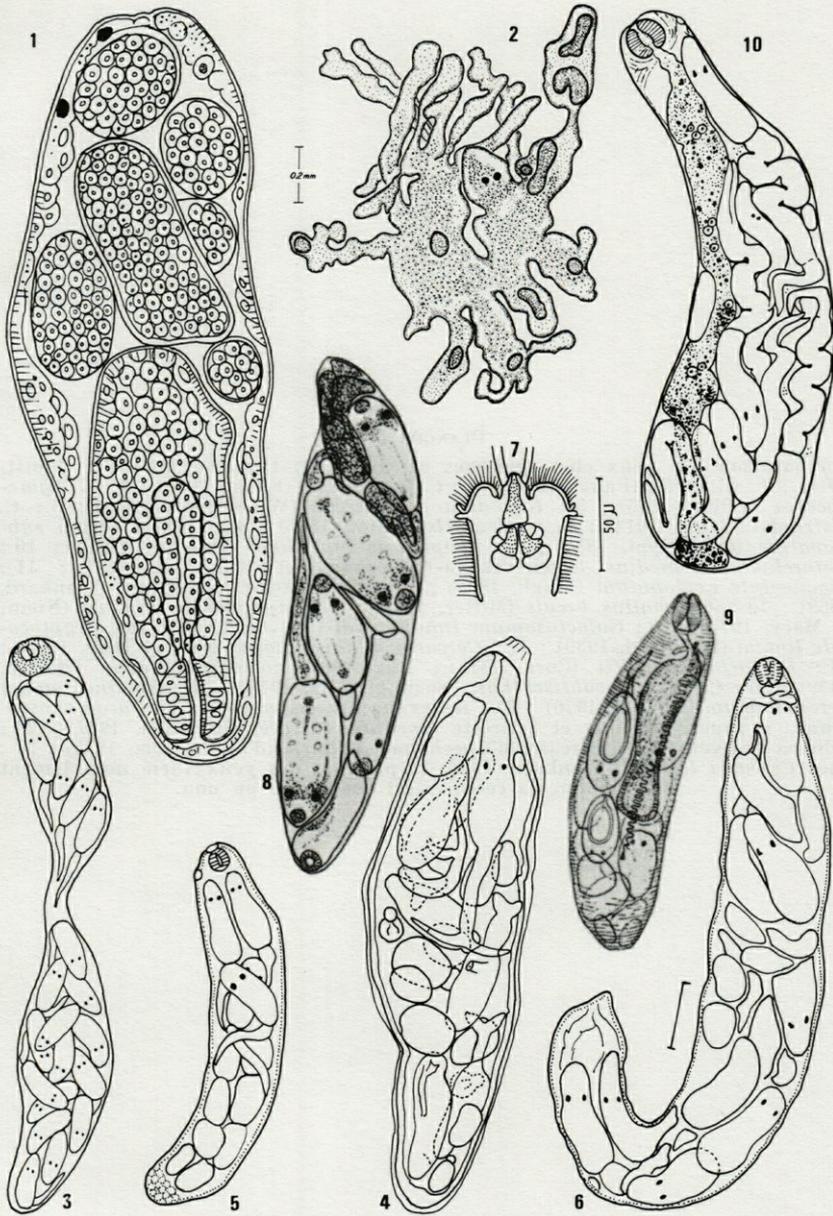


PLANCHE IV

Comparaison des yeux chez quelques cercaires. 1 : *Cercaria inhabilis* (Faust, 1914) ; 2 : *C. aurita* (Faust, 1918) ; 3 : *C. konadensis* (Faust, 1917) ; 4 : *C. hymenocerca* (Villot, 1875) ; 5 : *Bunodera luciopercae* (Wisniewski, 1958) ; 6 : *C. distropha* (Faust, 1914) ; *C. fascicularis* (Villot, 1875) ; 8 : *Amphistomum subclavatum* (de Filippi, 1855) ; 9 : *Apophallus muehlingi* (Odening, 1970) ; 10 : *Metorchis intermedius* (Bychovskaya-Pavloskaya et Kulakova, 1971) ; 11 : *Gigancotyle explanatum* (Singh, 1958) ; 12 : *Neopechona pyriformis* (Stunkard, 1969) ; 13 : *Apophallus brevis* (Miller, 1946) ; 14 : *Apophallus donicus* (Niemi et Macy, 1974) ; 15 : *Galactosomum timondavidi* (Prévot, 1973) ; 16 : *Cryptocotyle lingua* (Stunkard, 1930) ; 17 : *Cercaria kuhniarmigeri* (Nasi et Diaz, 1973) ; 18 : *Cercaria douthitti* (Cort, 1917) ; 19 : *Stephanostomum tenue* (Martin, 1939) ; 20 : *Cercaria jacobfischthali* (Nasir et Diaz, 1973) ; 21 : *Euclinostomum heterostomum* (Dönges, 1970) ; 22 : les yeux chez les cercaires de *Paramonostomum* : à gauche *parvum* et à droite *alveatum* (d'après Stunkard, 1967) ; 23 : schéma des yeux de la cercaire d'*Opechona bacillaris* (d'après KØIE, 1975) ; 24 : chez *Cercaria lebouri*, Stunkard, 1932, la position des yeux varie notablement suivant que la cercaire est contractée ou non.

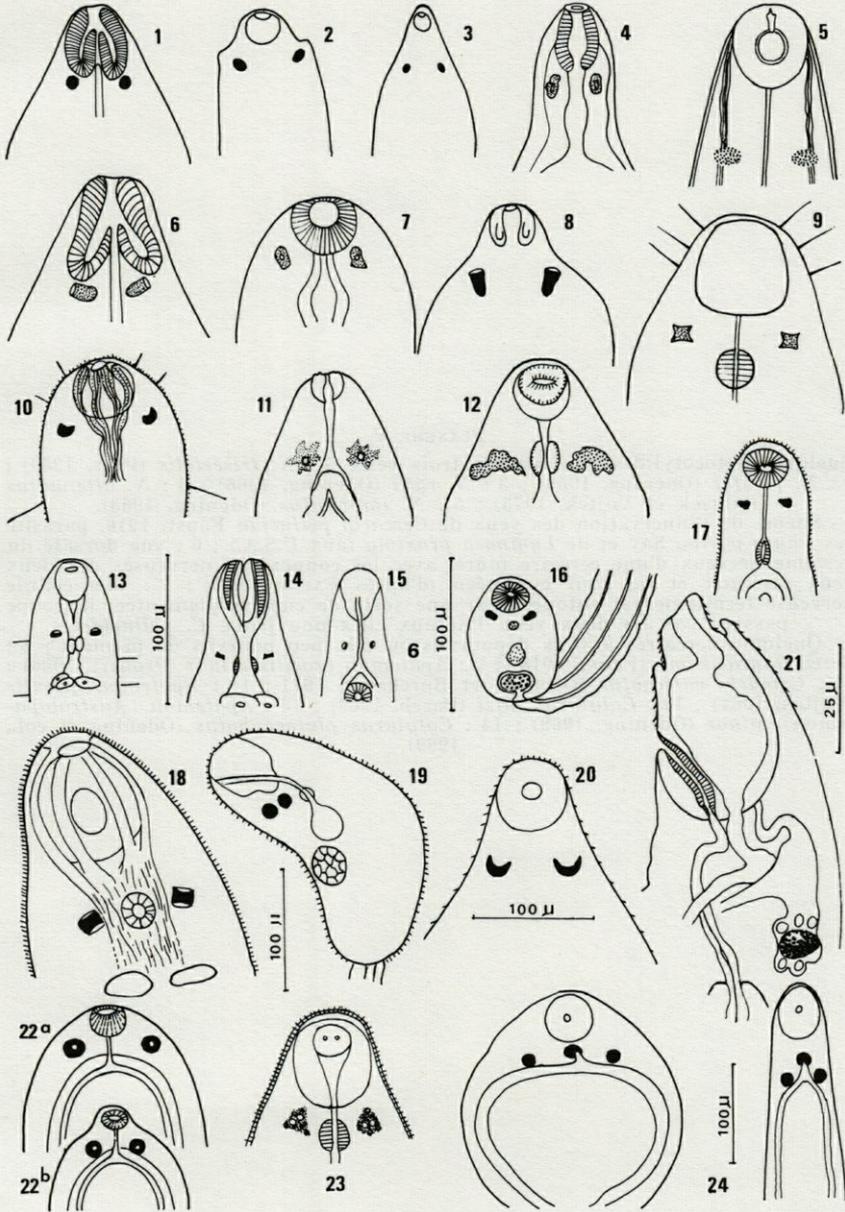


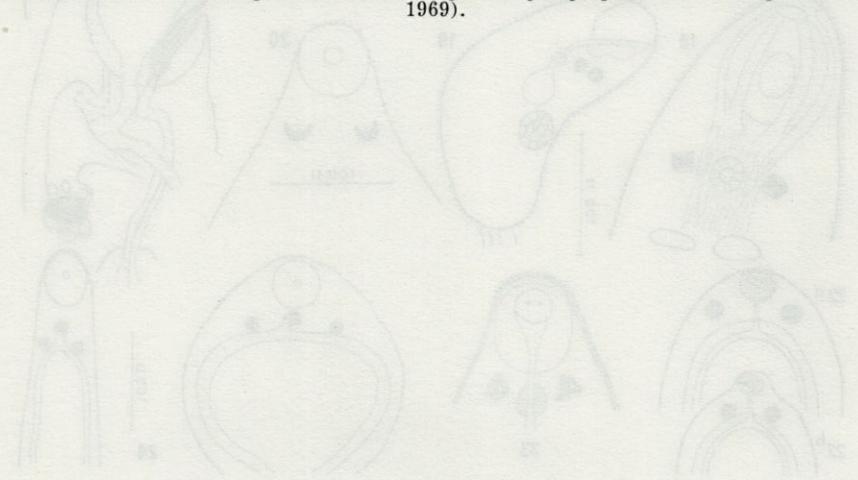


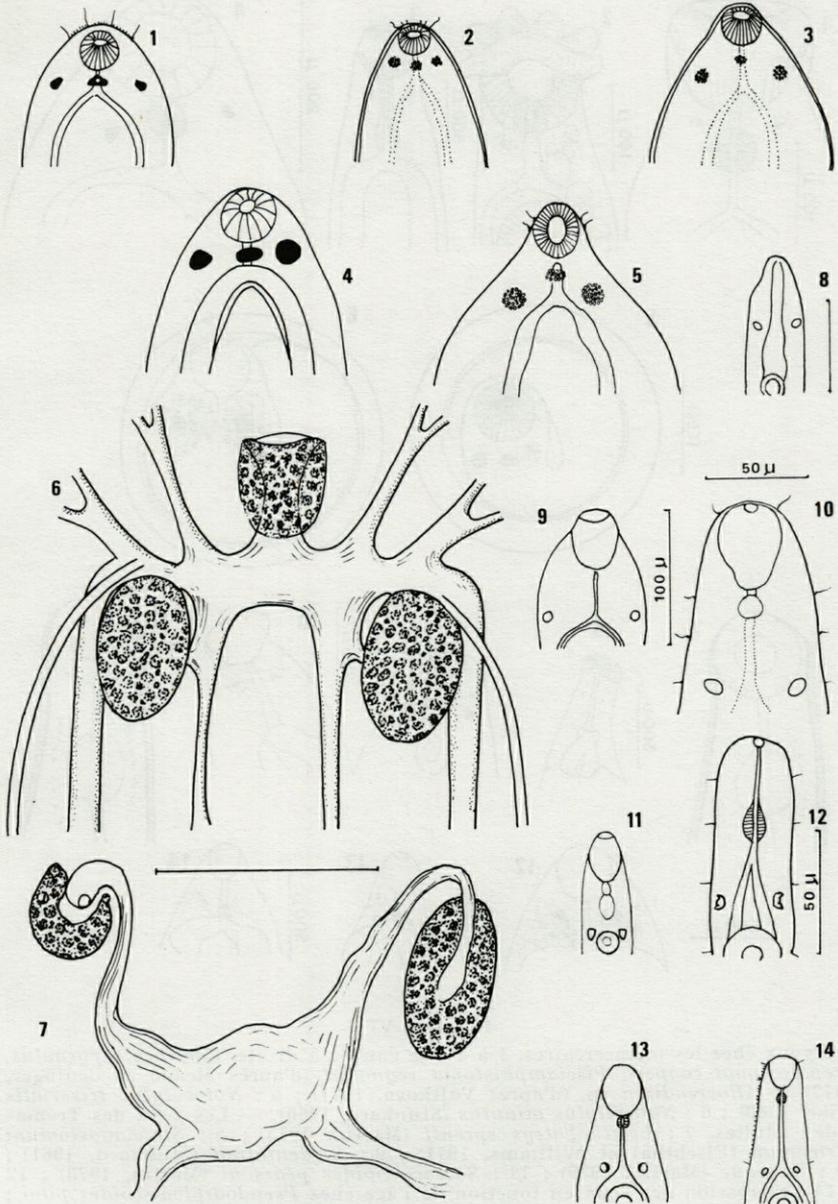
PLANCHE V

Quelques notocotylidés pourvues de trois yeux. 1 : *N. triserialis* (Pike, 1969) ; 2 : *N. pacifer* (Odening, 1966) ; 3 : *N. ralli* (Odening, 1966) ; 4 : *N. attenuatus* (Balusek et Vojtek, 1973) ; 5 : *N. imbricatus* (Odening, 1963).

— Schéma de l'innervation des yeux de *Cercaria pellucida* Faust, 1916, parasite des *Physa gyrina* Say et de *Lymnaea proxima* (aux U.S.A.) ; 6 : vue dorsale du système nerveux d'une cercaire mûre, avec les connexions nerveuses des deux yeux latéraux et de l'œil cyclopéen (d'après FAUST, 1935) ; 7 : une cellule nerveuse terminale est entourée par une sorte de cupelle pigmentée, la coupe passant par les deux yeux latéraux chez une jeune *C. pellucida*.

— Quelques cercaires à yeux dépourvus ou très peu pourvus de pigment ; 8 : *Cercaria gracillima* (Faust, 1918) ; 9 : *Apatemon gracilis minor* (Probert, 1966) ; 10 : *Cercaria variegatus* (Odening et Burckardt, 1971) ; 11 : *Apatemon gracilis* (Vojtek, 1964) ; 12 : *Cotylurus lutzi* (Basch, 1969) ; 13 : *Apatemon (Australapatemon) minor* (Odening, 1969) ; 14 : *Cotylurus platycephalus* (Odening et col., 1969).





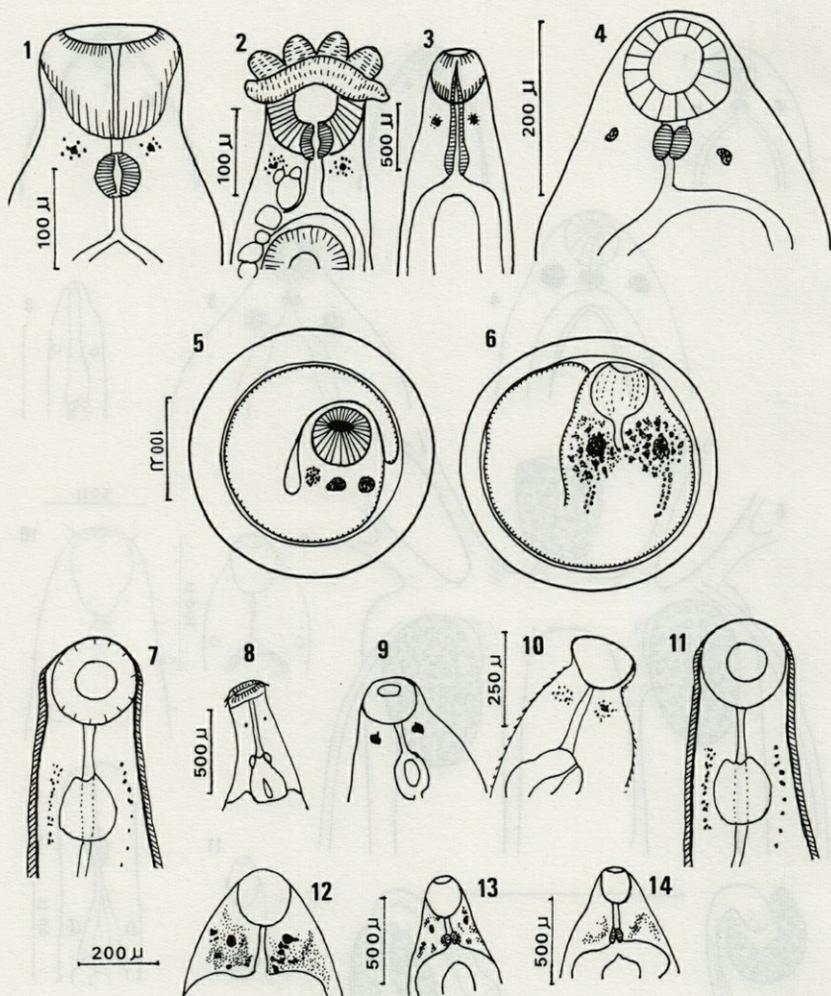


PLANCHE VI

Les yeux chez les métacercas. 1 à 4 : de gauche à droite, *Caecincola parvulus*, *Crepidostoma cooperi*, *Pisciamphistoma reynoldii* (d'après Meade et Bedinger, 1972) et *Allocreadium* sp. (d'après Vojtkova, 1971) ; 5 : *Notocotylus triserialis* (Pike, 1969) ; 6 : *Notocotylus minutus* (Stunkard, 1960). — Les yeux des Trématodes adultes. 7 : *Lecithobotrys sprengi* (Martin, 1973) ; 8 : *Stephanostomum africanum* (Fischthal et Williams, 1971) ; 9 : *S. dentatum* (Stunkard, 1961) ; 10 : *S. tenue* (Martin, 1939) ; 11 : *Saccocoelioides pearsoni* (Martin, 1973) ; 12 à 14 : régression des yeux en fonction de l'âge chez *Pseudodiplodiscoides pilai* ; 12 : 2 semaines ; 13 : 2 mois ; 14 : 3 mois (Murty, 1973).

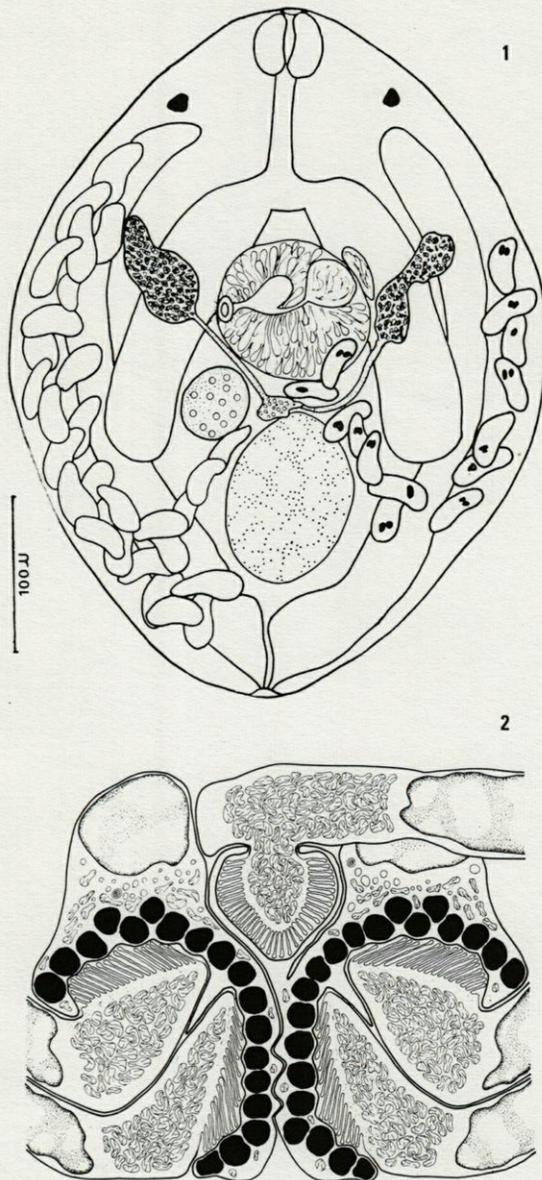


PLANCHE VII

1 : vue ventrale de *Paucivitellosus fragilis*, d'après COIL et col., in : *Trans. Am. microsc. Soc.*, 1965, **84** : 365-368 ; 2 : schéma en vue dorsale de la « tache oculaire » du miracidium de *Fasciola hepatica*, d'après ISSEROFF et CABLE, in : *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.*, 1968, **86** : 511-534.