

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
Classe des Sciences naturelles et médicales - N.S. - XVII-3 - Bruxelles 1967

Contribution à l'anatomie comparée
et à la systématique des Mormyroïdes

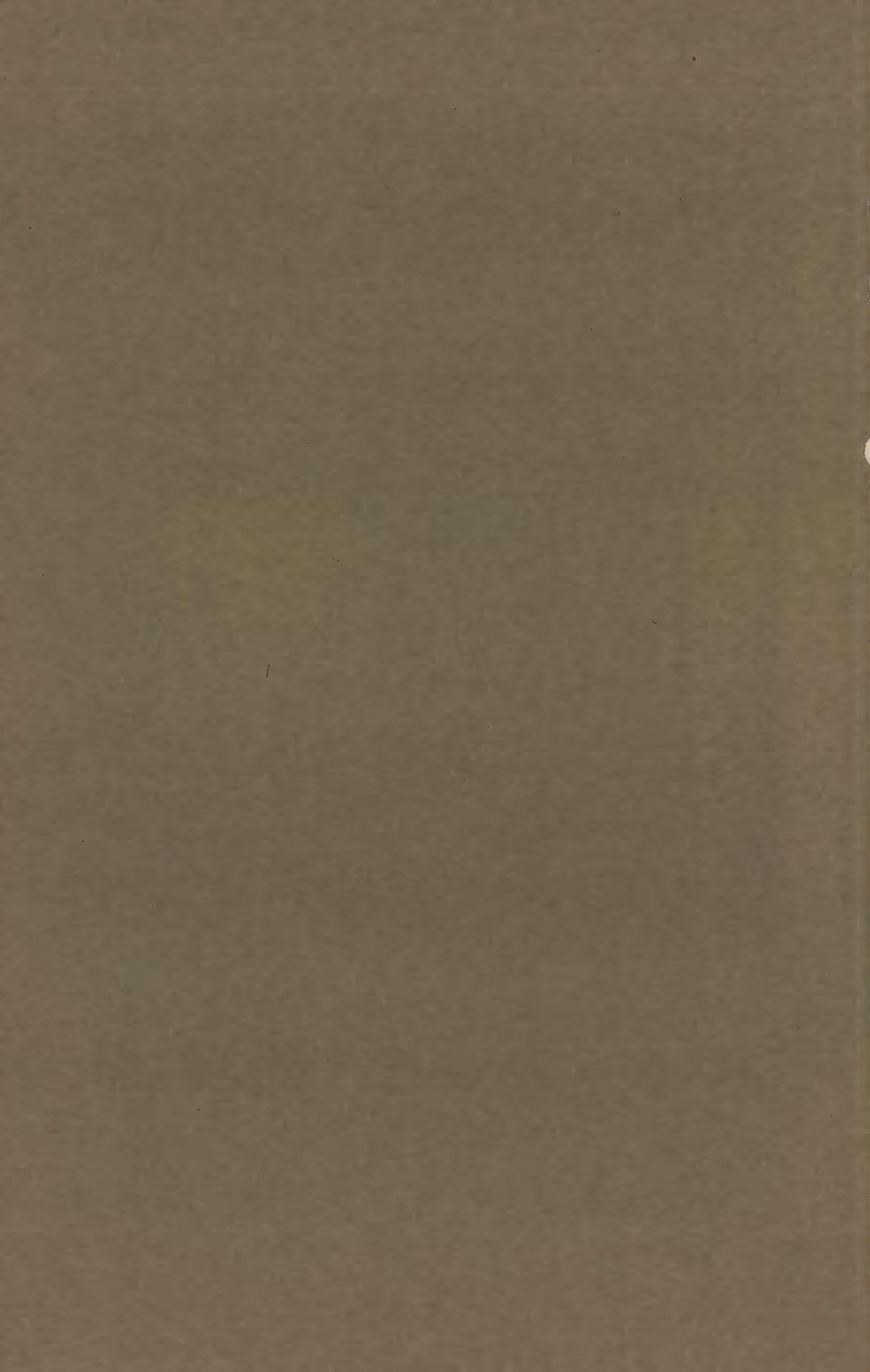
PAR

Stéphane ORTS

Licencié en Sciences zoologiques
Lauréat de l'ARSOM (1966)

300 F

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen - N.R. - XVII-3 - Brussel 1967





Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
Classe des Sciences naturelles et médicales - N.S. - XVII-3 - Bruxelles 1967

Contribution à l'anatomie comparée
et à la systématique des Mormyroïdes

PAR

Stéphane ORTS

Licencié en Sciences zoologiques
Lauréat de l'ARSOM (1966)

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen - N.R. - XVII-3 - Brussel 1967

Mémoire présenté à la Séance du 12 juillet 1966 en réponse à la 4^e question du concours annuel 1966, à savoir: *On demande une étude systématique des Mormyridae basée sur leur anatomie comparée.* Il a été couronné par la Classe des Sciences naturelles et médicales en sa Séance du 12 juillet 1966 (Rapporteurs: MM. P. BRIEN et P. BENOIT).

(D/1967/0149/3)

RESUME

Dans ce travail, l'auteur étudie successivement l'anatomie du tube digestif, de l'appareil uro-génital, de la vessie natatoire, de l'oreille interne et du cerveau des genres *Mormyrops*, *Petrocephalus*, *Mormyrus*, *Hyperopisus*, *Marcusenius*, *Gnathonemus*, *Stomatorhinus*, *Isichthys* et *Gymnarchus*. Ces recherches mettent l'accent sur l'existence de très curieuses dispositions anatomiques à savoir: une paroi péritonéale divisant la cavité générale en deux étages, la réduction ou l'absence éventuelle de canal pneumatique chez certains genres avec parfois une glande à résorption gazeuse en battant de cloche, la structure remarquable de l'oreille interne dont les canaux semi-circulaires entourent une vésicule gazeuse détachée de la vessie hydrostatique et en relation avec le saccule-lagena, et les variations du mormyrocerbellum.

Ces diverses structures ont un intérêt systématique que l'auteur essaye d'interpréter en vue d'une meilleure compréhension de la classification des Mormyroïdes.

SAMENVATTING

In dit werk bestudeert de auteur achtereenvolgens de anatomie van het spijsverteringskanaal, het urogenitaal systeem, de zwemblaas, het inwendig oor en de hersenen van de genera *Mormyrops*, *Petrocephalus*, *Mormyrus*, *Hyperopisus*, *Marcusenius*, *Gnathonemus*, *Stomatorhinus*, *Isichthys* en *Gymnarchus*. Deze opzoeken leggen de klemtoon op het bestaan van zeer merkwaardige anatomische bijzonderheden, te weten: een buikvliesscheiding die de algemene lichaamsholte in twee verdiepingen verdeelt; een reductie — of eventueel het ontbreken — van het pneumatisch kanaal bij bepaalde genera met soms een klier in klepelvorm voor gasvormige opslorping; de merkwaardige bouw van het inwendig oor waarvan de cirkelvormige kanalen een gasblaas omringen die gescheiden is van de hydrostatische blaas en die in betrekking staan met de saccule-lagena; ten slotte de variaties van het mormyrocerbellum.

Deze verschillende structuren zijn belangrijk op systematisch vlak; de auteur tracht ze te interpreteren om tot een beter inzicht te komen in de classificatie der Mormyroïeden.

I. HISTORIQUE GENERAL ET BUT DU TRAVAIL

Nous ne donnerons qu'un aperçu général des études anatomiques qui furent effectuées sur les Mormyroïdes et spécialement dans le domaine de nos investigations. L'historique sera repris d'une manière plus détaillée dans les chapitres suivants pour les organes et les genres considérés.

L'anatomie générale des Mormyroïdes (2 familles, 14 genres, environ 200 espèces) a été décrite jusqu'à présent principalement chez le genre *Mormyrus* par VALENCIENNES (1846) et HYRTL (1856), et chez le genre *Gymnarchus* par ERDL (1847), HYRTL (1856) et FRITSCH (1885). Seul MARCUSEN (1854-1864) étendit cette étude aux genres *Mormyrops*, *Hyperopisus* et *Petrocephalus* mais de façon très sommaire. ERDL et HYRTL mirent en évidence un diverticule qui prolonge le bulbe aortique et qui est particulier aux Mormyroïdes.

MARCUSEN (1854-1864) signala l'importance considérable que prend le cervelet dans l'ensemble de l'encéphale, phénomène que CUVIER avait déjà remarqué. FRANZ (1911) et STENDELL (1914) approfondirent la question en pratiquant des coupes dans le cerveau et donnèrent le nom de « mormyrocerebellum » à la partie anormalement développée de la valvule cérébelleuse. Le cerveau des Mormyroïdes équivaut au 1/50 du poids total du corps, rapport voisin de celui des Oiseaux et des Mammifères, alors que chez les vertébrés inférieurs, ce rapport n'excède pas le 1/100. La morphologie du cerveau et son anatomie furent décrites chez :

— *Mormyrus*: par ERDL (1846), MARCUSEN (1854-64), ECKER (1854), OEFFINGER (1867), SANDERS (1882), FRANZ (1911-36), STENDELL (1914), NAWAR (1961);

— *Mormyrops*: par MARCUSEN (1854-64), OEFFINGER (1867), STENDELL (1914);

— *Petrocephalus*: par MARCUSEN (1854-64), OEFFINGER (1867), FRANZ (1911-36);

— *Hyperopisus*: par MARCUSEN (1854-64), OEFFINGER (1867), NAWAR (1961);

— *Gnathonemus*: par FRANZ (1911-36);

— *Gymnarchus*: par STENDELL (1914);

WESTON (1937) étudia l'histologie du cerveau chez *Mormyrus* et *Gnathonemus*.

L'oreille interne des Mormyroïdes intrigua plusieurs auteurs par l'importance qu'elle occupe dans le crâne. HEUSINGER (1826) découvrit la vésicule auditive chez *Petrocephalus*. VALENCIENNES (1846), ERDL (1847), MARCUSEN (1854), FISCHER (1854) et EVANS (1935) décrivent la structure générale de l'oreille chez *Mormyrus*. STIPETIC (1939) étendit cette étude aux genres *Gnathonemus* et *Marcusenius*. FROST (1925) donna une description de certains otolithes chez *Gymnarchus*, *Petrocephalus*, *Mormyrus*, *Hyperopisus*, *Gnathonemus* et *Genyomyrus*. BALLANTYNE (1927) étudia l'embryogénèse de la vésicule auditive. Enfin, nous devons à GOTTBEHÜT (1935) une description des otolithes chez *Hyperopisus*.

Le développement embryonnaire fut décrit chez *Gymnarchus* d'une façon très détaillée par BUDGETT (1900-06), et chez *Mormyrus* par JOHNELS (1954) et DAGET (1958).

On constate que l'anatomie générale des Mormyroïdes a été très peu étudiée et qu'elle fut limitée à un très petit nombre de genres. Le *situs viscerum* fut décrit chez 5 genres sur 14. Il en est de même pour l'oreille interne: si celle-ci fut observée chez six genres, elle ne fut cependant décrite d'une manière relativement précise, que chez *Mormyrus* (par FISCHER, 1854) et *Gnathonemus* (par STIPETIC, 1939). La vessie natatoire ne fut que mentionnée et ne fit jamais l'objet d'une description complète, excepté chez *Gymnarchus* où elle s'est révélée être pulmonoire.

Nous nous proposons d'étudier chez les Mormyroïdes, l'anatomie, d'une part, de la vessie natatoire et de ses annexes et, d'autre part, de l'oreille interne et de ses annexes. Cette description sera précisée par une étude histologique.

Nous comparerons l'anatomie de ces organes chez 9 genres de Mormyroïdes. A partir de ces données, nous tenterons de tirer des conclusions sur la valeur systématique des critères anatomiques étudiés.

Nous décrirons d'abord le *situs viscerum* sans insister sur la vessie natatoire; ensuite, nous étudierons celle-ci en particulier. A la description de l'oreille interne, nous ajouterons, pour chaque genre, nos observations sur le cerveau qui fut également disséqué, pour montrer ses rapports avec l'oreille interne.

Nous avons entrepris l'anatomie comparée des Mormyroïdes chez les espèces suivantes:

1. *Mormyrops deliciosus* (LEACH);
2. *Petrocephalus bane* (LACEP.);
3. *Mormyrus rume proboscivostris* CUV. et VAL.;
4. *Hyperopisus bebe occidentalis* (GILL);
5. *Marcusenius brachistiis* GILL;
6. *Gnathonemus petersii* (GUNT.);
7. *Stomatorhinus puncticulatus* BLGR.;
8. *Isichthys henryi* GILL;
9. *Gymnarchus niloticus* CUV.

Un nombre variable de spécimens a été utilisé pour l'étude anatomique. C'est ainsi que, pour commencer, et dans le but d'avoir une connaissance parfaite de l'espèce prise comme point de départ (*Mormyrops deliciosus*), une dizaine d'exemplaires de ce *Mormyridae* fut nécessaire. Dans la suite, 1, 2 ou 3 spécimens des autres genres furent suffisants. Pour le genre *Stomatorhinus*, l'abdomen de quatre autres espèces fut ouvert à titre de vérification sans pousser la dissection plus loin (voir « La vessie nata-toire — Anatomie comparée »).

L'histologie a porté sur 3 genres représentés par les espèces suivantes (fixées au Bouin):

1. *Petrocephalus microphthalmus* PELLEGR.;
2. *Gnathonemus greshoffi* (SCHILTHUIS);
3. *Stomatorhinus puncticulatus* BLGR.

Techniques de coloration.

- Hematoxyline, Phloxine, Vert lumière;
- Bleu Alcian pH 3, Hemalun, Phloxine.

Tous les exemplaires étudiés proviennent des collections du Musée royal d'Afrique centrale. Les spécimens fixés au Bouin ont été récoltés lors de l'expédition zoologique au Stanley-Pool de MM. les professeurs P. BRIEN, M. POLL et J. BOUILLON en 1957 et 1958.

Les dissections ont été effectuées au laboratoire des Vertébrés du Musée royal d'Afrique centrale de Tervuren, sous la direction de M. le professeur POLL. Je remercie vivement M. POLL pour les nombreux conseils et la bienveillante attention avec lesquels il m'a guidé dans ce travail.

II. SYSTEMATIQUE DES MORMYROIDES

Les Mormyroïdes forment un sous-ordre de l'ordre des Clupéiformes, sous-classe des Actinoptérygiens, classe des Téléostomes. Les Clupéiformes ou Isospondyles constituent l'ordre moderne le plus primitif des Poissons « Téléostéens », terme dont l'usage se perd de plus en plus car il ne représente que l'aboutissement de l'évolution du grand groupe des Actinoptérygiens qui commence avec l'ordre des Palaeonisciformes au Primaire. L'ordre des Clupéiformes est formé d'Actinoptérygiens malacoptérygiens physostomes et isospondyles, ce qui veut dire que les nageoires sont molles et que les nageoires paires sont très écartées, que la vessie natatoire s'ouvre par un canal pneumatique dans l'oesophage et que toutes les vertèbres sont équivalentes. Les familles qui composent cet ordre, encore relativement ancien, sont assez disparates et il convient de les grouper en sous-ordres.

Les poissons du sous-ordre des « Mormyroïdes » ont la bouche bordée par le prémaxillaire (impair) et les maxillaires. Les os pariétaux forment une suture médiane et séparent le supra-occipital des frontaux; une profonde cavité s'ouvre de chaque côté du crâne, entre le ptérotique, l'épiotique et l'exoccipital, et elle est recouverte d'une mince plaque osseuse (le supratemporal ou *scale bone*); le suboperculaire est petit et caché sous l'operculaire, ou absent; l'interoperculaire est bien développé. Les pièces de l'opercule sont cachées sous la peau; les fentes operculaires sont étroites. Les dents pharyngiennes n'existent pas. Les côtes antérieures sont sessiles. Les nageoires pectorales se replient sur les côtés du corps, pouvant être dirigées vers le haut; les ventrales ont 6 ou 7 rayons. Les Mormyroïdes sont encore caractérisés par la présence constante d'un organe électrique dans le pédoncule caudal.

Le sous-ordre des Mormyroïdes est divisé à l'heure actuelle en deux familles: celle des *Gymnarchidae* et celle des *Mormyridae* (Fig. 1).

a) Les *Gymnarchidae* ne comprennent qu'une seule espèce: *Gymnarchus niloticus* CUV., à corps très allongé (120 vertèbres), avec queue atténuée en arrière et dépourvue de nageoire caudale;

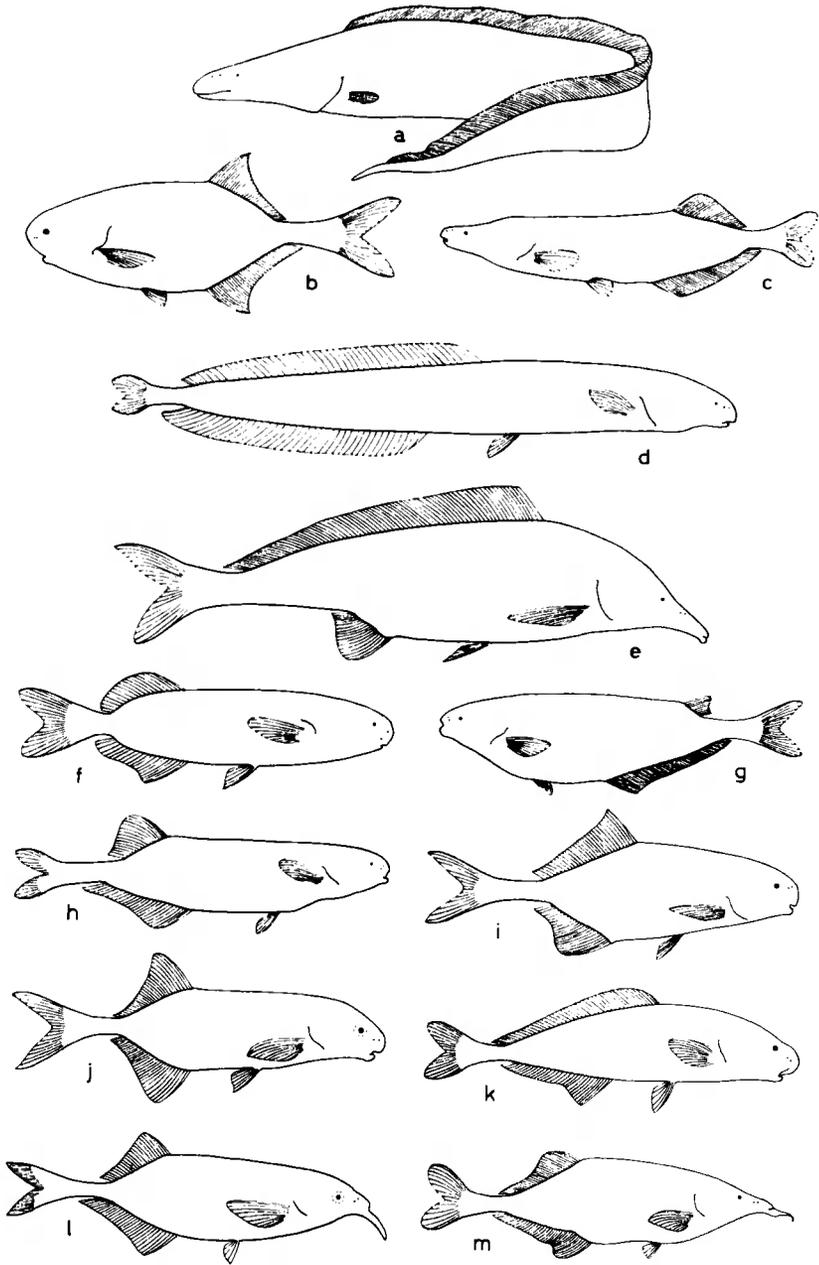


FIG. 1. — Les genres actuellement connus du sous-ordre des Mormyroïdes
 a: *Gymnarchus niloticus* CUV.; b: *Petrocephalus bane* (LACEP.); c: *Mormyrops anguilloides* (L.); d: *Isichthys henryi* GILL; e: *Mormyrus cashive* L.; f: *Stomatorhinus microps* BLGR.; g: *Hyperopsius bebe* (LACEP.); h: *Marcusenius brachistius* GILL; i: *Cyphomyrus psittacus* (BLGR.); j: *Hippopotamyrus castor* PAPPENH.; k: *Myomyrus macrodon* BLGR.; l: *Gnathonemus petersii* (GUNT.)
 m: *Genyomyrus donnyi* BLGR.

les nageoires pectorales sont présentes mais les ventrales et l'anale manquent totalement; la nageoire dorsale, très longue, court tout le long du dos jusqu'à proximité de l'extrémité du corps. La tête est forte mais normale, le museau est fendu d'une large bouche garnie à chaque mâchoire d'une assez longue série de dents au nombre de 14/24-28. La vessie natatoire est cellularisée et pulmoïde.

b) Les *Mormyridae*, au contraire, ont un corps moins allongé (moins de 70 vertèbres). Ils sont caractérisés par la présence constante d'une nageoire caudale, bien que souvent réduite dans cette famille, nageoire qui reste indépendante des nageoires dorsale et anale tout en présentant un caractère constant d'atrophie si on la compare à la nageoire caudale d'autres poissons. Les nageoires ventrales sont également toujours présentes de même que les pectorales. La vessie natatoire n'est jamais cellularisée, ni respiratoire. La bouche est variable.

Douze genres sont admis à l'heure actuelle: *Mormyrops*, *Petrocephalus*, *Mormyrus*, *Marcusenius*, *Cyphomyrus*, *Myomyrus*, *Hippopotamyrus*, *Hyperopisus*, *Gnathonemus*, *Genyomyrus*, *Stomatobrinus*, *Isichthys*.

III. RECHERCHES SUR L'ANATOMIE DES MORMYROÏDES

A. APPAREIL DIGESTIF

1. OBSERVATIONS PERSONNELLES

L'appareil digestif n'a été décrit d'une manière complète (mais pas toujours précise) que chez le genre *Mormyrus* (*M. cashive*: VALENCIENNES, 1846; *M. oxyrhynchus*: HYRTL, 1856): petit estomac de forme arrondie, longs caecums dépassant en arrière le bord postérieur de l'estomac, un foie plus développé à droite qu'à gauche, une rate allongée, un régime herbivore par opposition au régime carnivore de *Mormyrops (anguillaris)* à large estomac de forme ovale et à courts caecums pyloriques (HYRTL, 1856). Quant à *Hyperopisus* et *Petrocephalus*, ils furent comparés entre eux, ainsi qu'à *Mormyrops*, uniquement sur la forme de l'estomac et la longueur des caecums pyloriques (MARCUSEN, 1845: sans précision des noms d'espèces). *Gymnarchus* est décrit

comme ressemblant fort à un *Mormyrops (anguillaris)* et ayant également un régime carnivore (HYRTL, 1856).

Dans ce chapitre les dimensions de l'oesophage, de l'estomac, des caecums pyloriques et de l'intestin sont comparées à la longueur du tube digestif. Cette longueur totale est comprise comme étant la somme de la longueur de l'oesophage, de celle de l'estomac et de celle de l'intestin. Ces différentes mesures ont été faites séparément suivant la méthode élaborée dans le schéma de la fig. 2. La longueur de l'intestin est mesurée en suivant les courbes externes de toutes les circonvolutions.

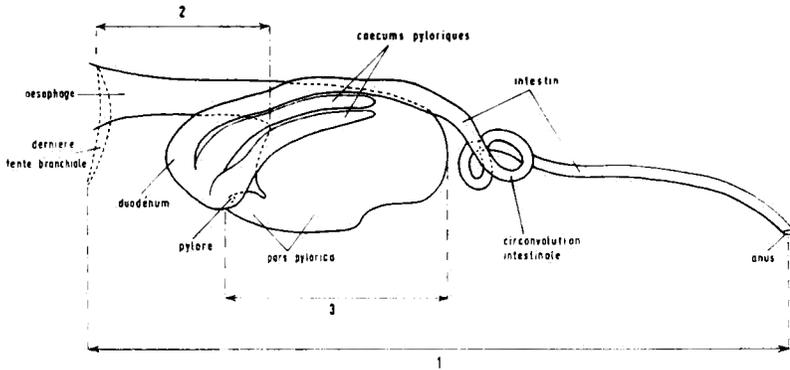


FIG. 2. — Méthode de mensuration du tube digestif

1. longueur du tube digestif=2+3+longueur de l'intestin; 2. longueur de l'oesophage; 3. longueur de l'estomac

— *Mormyrops deliciosus* LEACH (fig. 3 et 4)

Le situs viscerum de *Mormyrops deliciosus* est situé entre 23 paires de côtes bien développées. Le tube digestif est le plus long de tous les *Mormyridae* par rapport à la longueur de la cavité péritonéale (2,1 fois celle-ci). L'oesophage est court; il débute en face de l'extrémité antérieure de la vessie natatoire qui, chez les poissons de ce groupe, remplit le haut de la cavité générale et surplombe les viscères. Ensuite, il passe sous celle-ci avant de s'élargir en estomac.

La paroi oesophagienne est musculeuse, plissée intérieurement et pourvue d'une glotte dorsale: en avant de cette dernière, les plis longitudinaux, au nombre d'une dizaine et visibles à l'œil nu, sont épais et arrondis; en arrière de la glotte, ils s'amincissent

et augmentent considérablement en nombre jusqu'à l'entrée de la cavité gastrique.

La pars cardiaca n'est qu'un prolongement élargi de l'œsophage, dépourvu de plis profonds et constituant la partie supérieure de l'estomac. A ce niveau, le tube digestif s'élargit brusquement ventralement, et sans transition, en une cavité gastrique (*infundibulum*) dont le fond repose sur la paroi ventrale de l'abdomen. L'estomac est, avec celui d'*Isichthys*, le plus grand de tous les Mormyroïdes; vu de profil, il est plus ovoïde que rond, plus long que haut et atteint en arrière presque le milieu de la cavité générale. Sa paroi, épaisse et musculeuse, est presque lisse intérieurement parce que les plis y sont rares et peu pro-

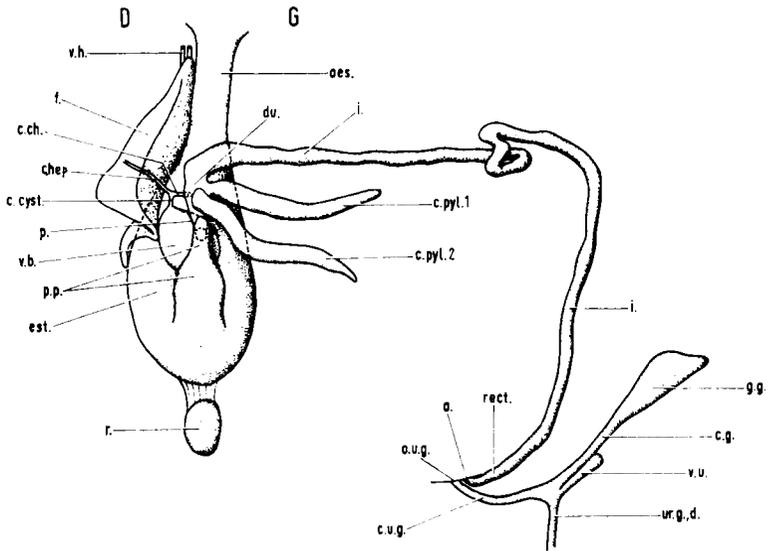


FIG. 3. — Tube digestif de *Mormyrops deliciosus* (LEACH)
 a.: anus; c.ch.: canal cholédoque; c.cyst.: canal cystique; c.hép.: canal hépatique;
 c.g.: canal génital; c.pyl.1, 2: caecum pylorique n° 1, n° 2; c.u.g.: canal
 uro-génital; du.: duodénum; est.: estomac (vue ventrale); f.: foie; g.g.: glande
 génitale; i.: intestin; oes.: œsophage; o.u.g.: orifice uro-génital; p.: pylore;
 p.p.: pars pylorica; r.: rate; rect.: rectum; ur.g., d.: urètre gauche, droite;
 v.b.: vésicule biliaire; v.h.: veine hépatique; v.u.: vessie urinaire

fonds. Chez un spécimen de 183 mm de longueur standard, l'estomac contenait un petit poisson recroquevillé, long de 50 mm, dont la moitié postérieure s'allongeait dans l'œsophage

dilaté ainsi qu'une petite crevette de l'ordre des Décapodes nageurs; il y fut trouvé aussi de nombreuses élytres d'insectes. La *pars pylorica* est une gouttière creusée ventralement et longitudinalement dans la paroi ventrale de la partie antérieure de l'estomac; elle se prolonge horizontalement vers l'avant en un conduit en forme de doigt de gant dont la structure est la même que celle de la paroi stomacale et dont l'extrémité arrondie est rétrécie en un pylore. Le pylore est un canal extrêmement court et plissé intérieurement; il prolonge la paroi dorsale de la *pars pylorica* un peu en arrière de son extrémité et légèrement à droite. L'estomac est donc un sac dont l'entrée et la sortie sont dirigées vers l'avant et susceptible de se dilater vers l'arrière.

Au-delà du pylore, la structure macroscopique du tube digestif change complètement: le duodénum et l'intestin ont des parois minces, molles, plus ou moins transparentes et non musculeuses; intérieurement, ils sont caractérisés par de minces et nombreux plis transversaux. Juste à la sortie du pylore, deux caecums pyloriques relativement courts, de dimensions à peu près égales, aboutissent dans le duodénum qui débute horizontalement, l'un latéralement à gauche, l'autre dorsalement. Nous appelons duodénum la partie de l'intestin qui commence au débouché des caecums et qui longe verticalement la paroi de l'estomac. A première vue, par leur disposition, on serait amené à affirmer que le caecum latéral s'ouvre le premier dans le tube digestif. En fait, c'est le caecum dorsal qui débouche d'abord (=caecum pylorique n° 1) peu avant l'autre qui, lui, présente une embouchure plus grande et plus allongée vers l'avant. Les deux caecum sont appliqués sur le côté gauche de l'estomac et dépassent en arrière le milieu de celui-ci sans atteindre son bord postérieur. Leur diamètre est légèrement inférieur à celui de l'intestin. Ils offrent intérieurement des plis plus grands que ceux du duodénum.

L'intestin est long, il prolonge vers l'arrière la partie intestinale verticale que nous avons dénommée duodénum et longe la vessie natatoire en passant au-dessus de l'estomac; il redescend ensuite derrière celui-ci présentant à ce niveau une double circonvolution avant de se poursuivre d'une façon presque rectiligne jusqu'à l'anus. L'intestin se termine par une simple section terminale extérieurement indifférenciée mais plus musculeuse: le

rectum et l'anus, fortement plissé intérieurement et longitudinalement; leur paroi musculeuse rappelle celle de l'oesophage. L'orifice anal est ovale.

Le foie, plus développé sur le côté droit, apparaît dans le *situs viscerum* en avant de l'estomac et de la courbe antérieure de l'intestin, recouvrant partiellement l'oesophage à gauche; vers le bas, il s'étend jusqu'à la *pars pylorica*. La vésicule biliaire est enfouie dans le tissu hépatique, à droite de la courbure intestinale et des caecums pyloriques; elle est reliée au canal cholédoque par un canal cystique assez large. Un pancréas plus ou moins diffus, reconnaissable quand le tissu adipeux n'est pas trop développé, est situé au centre du complexe digestif, en-dessous de la vésicule biliaire, et par conséquent entre le lobe droit du foie et les caecums pyloriques. Il n'est signalé nulle part dans la littérature; bien que plus étendu que la surface de la vésicule biliaire, il est difficile de le repérer au cours d'une dissection à cause des nodules de graisse qui envahissent souvent cet endroit et d'un réseau sanguin particulièrement bien développé, issu de l'artère coeliaque, mais son existence est confirmée par des coupes histologiques que nous avons pratiquées chez *Petrocephalus*, *Stomatorhinus* et *Gnathonemus*. Le canal pancréatique longe le canal hépatique à partir de la bifurcation biliaire et tous deux s'enferment dans un même manchon de tissu conjonctif, débouchant ensemble et au même endroit dans le duodénum, dorsolatéralement à droite et à peu près en face de l'ouverture du caecum pylorique n° 2.

La rate, assez grande et en forme de croissant, est appliquée contre la paroi postérieure de l'estomac, entre celle-ci et l'intestin. Elle est irriguée par un important réseau sanguin.

En résumé, *Mormyrops deliciosus* se caractérise par un long tube digestif constitué d'un très grand estomac et d'un intestin possédant une double circonvolution.

— *Petrocephalus bane* (LACEP.) (fig. 5)

Le *situs viscerum* de *Petrocephalus bane* est situé entre 15 paires de côtes bien développées. Le tube digestif est relativement court par rapport à la longueur de la cavité péritonéale (1,7 fois celle-ci). L'oesophage est, avec celui de *Mormyrus*, le plus court de tous les Mormyroïdes. L'estomac plus haut que long et

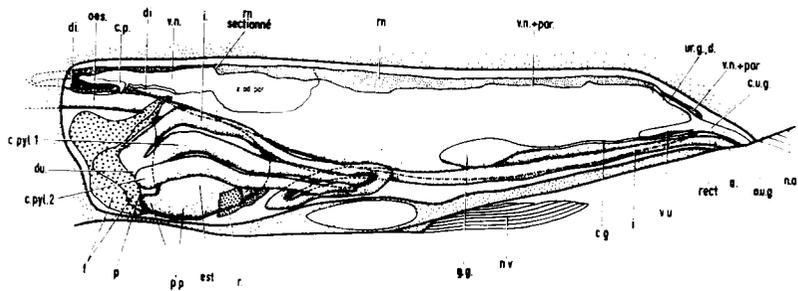
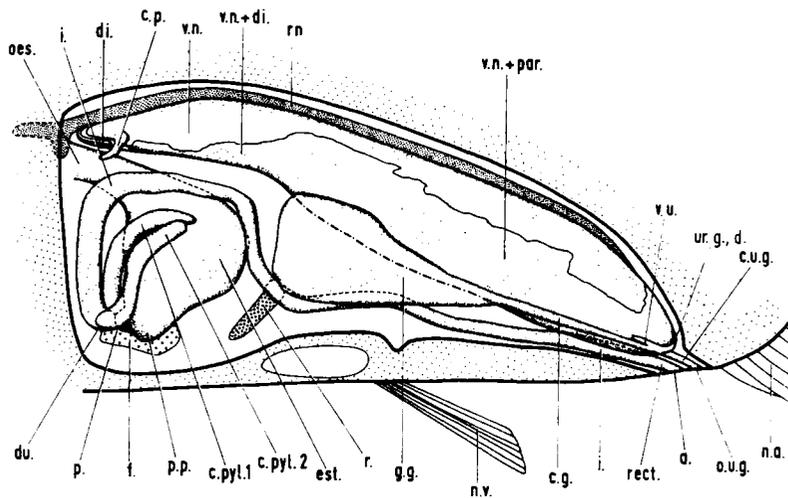
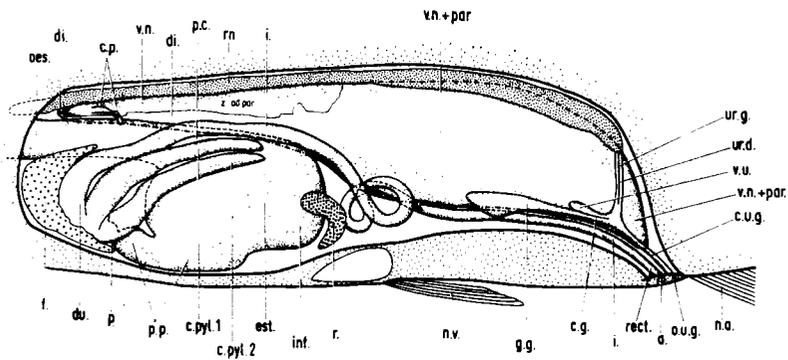


FIG. 4. — *Mormyrops deliciosus* LEACH

FIG. 5. — *Petrocephalus bane* (LACEP.)

FIG. 6. — *Mormyrus rume proboscivostris* CUV. et VAL.

a.: anus; c.g.: canal génital; c.p. canal pneumatique; c.pyl.1, 2: caecums pyloriques 1, 2; c.u.g.: canal uro-génital; di.: diaphragme
 du.: duodénum; est.: estomac; f.: foie; g.g.: glande génitale; i.: intestin;
 inf.: infundibulum; n.a.: nageoire anale; n.v., nageoire ventrale; oes.: oesophage;
 o.u.g.: orificie uro-génital; p.: pylore; par.: pariétoleure; p.c.: pars cardiaca;
 p.p.: pars pylorica; r.: rate; rect.: rectum; rn.: rein; ur. g., d.: uretères gauche,
 droit; v.n.: vessie natatoire
 v.u.: vessie urinaire; z.ad.par.: zone d'adhérence de la pariétoleure

piriforme, est de grandeur moyenne; il atteint en arrière les $\frac{3}{10}$ de la cavité générale. La pars pylorica, très développée, est dirigée obliquement vers le bas, tandis que le duodénum débute horizontalement. Les caecums pyloriques sont un peu plus courts que chez le précédent, et non plus longs comme l'affirmait MARCUSEN (1854); ils sont en dimensions égales et leurs extrémités ne dépassent pas en arrière le milieu de l'estomac. L'intestin est long bien qu'il ne présente aucune circonvolution dans la région spléniale. La rate est très petite et de forme allongée.

En résumé, le tube digestif de *Petrocephalus bane* se caractérise par un oesophage très court et un intestin dépourvu de circonvolution.

— *Mormyrus rume probosciostris* CUV. et VAL. (fig. 6)

Le *situs viscerum* de *Mormyrus rume probosciostris* est situé entre 22 paires de côtes bien développées. Le tube digestif est court par rapport à la longueur de la cavité péritonéale (moins de 1,7 fois celle-ci). L'oesophage est également le plus court avec celui de *Petrocephalus*. L'estomac, de dimensions moyennes, est presque rond de profil et n'atteint pas en arrière le $\frac{1}{3}$ de la cavité générale. La *pars pylorica* assez petite, se prolonge à peu près horizontalement tandis que le duodénum est complètement rabattu au-dessus du pylore. Les caecums pyloriques, d'égale grandeur, sont très longs: ils dépassent largement en arrière le bord postérieur de l'estomac, étant environ deux fois plus longs que le diamètre antéropostérieur de celui-ci. L'intestin est long; il présente dans la région spléniale une large circonvolution dans laquelle aboutissent les extrémités des deux caecums. La rate, très développée et allongée, forme un large croissant qui tapisse le bord postérieur de l'estomac.

En résumé, le tube digestif de *Mormyrus rume probosciostris* est caractérisé par un oesophage très court, de longs caecums et un intestin possédant une large circonvolution.

— *Hyperopisus bebe occidentalis* (GILL) (fig. 7)

Le *situs viscerum* d'*Hyperopisus* est situé entre 19 paires de côtes bien développées. Le tube digestif est court par rapport à la longueur de la cavité péritonéale (un peu plus de 1,6 fois celle-ci). L'oesophage est court. L'estomac est très petit; il est de

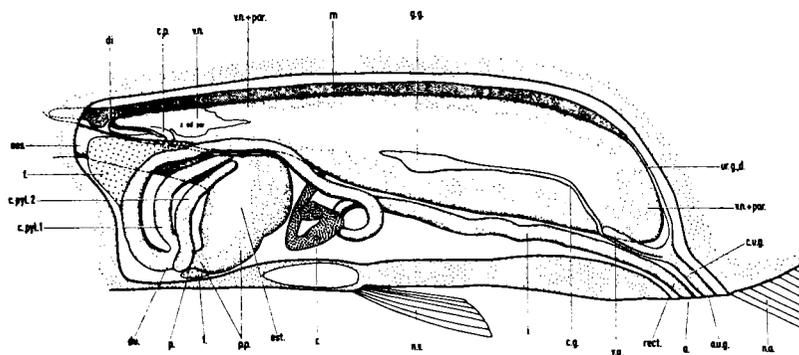
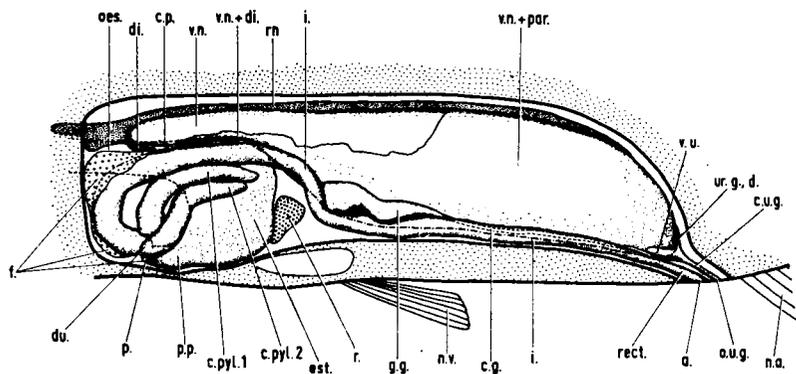
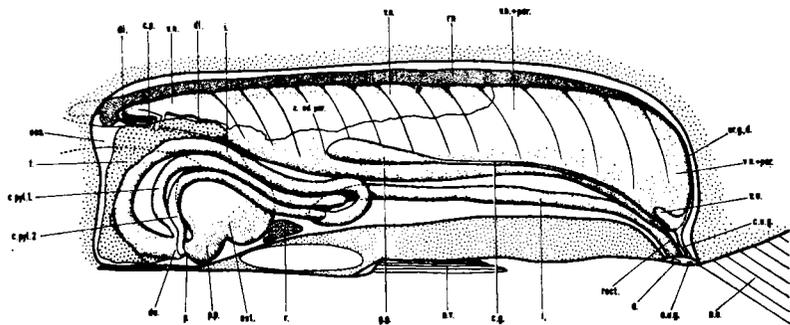


FIG. 7. — *Hyperopisus bebe occidentalis* (GILL)

FIG. 8. — *Marcusenius brachistius* GILL

FIG. 9. — *Gnathonemus petersii* (GUNTHER)

a.: anus; c.g.: canal génital; c.p.: canal pneumatique; c.pyl.1, 2: caecums pyloriques 1, 2; c.u.g.: canal uro-génital; di.: diaphragme
 du.: duodénum; est.: estomac; f.: foie; g.g.: glande génitale; i.: intestin;
 n.a.: nageoire anale; n.v.: nageoire ventrale; oes.: oesophage; o.u.g. orifice uro-génital; p.: pylore; par.: pariétoleure
 p.p.: pars pylorica; r.: rate; rect.: rectum; rn.: rein; ur. g., d.: uretères gauche, droit; v.n.: vessie natatoire
 v.u.: vessie urinaire; z.ad.par.: zone d'adhérence de la pariétoleure

forme très sphérique et n'atteint pas en arrière le $\frac{1}{3}$ de la cavité générale. La pars pylorica, très développée et globuleuse, est dirigée verticalement vers le bas. Le duodénum débute horizontalement. Les caecums pyloriques sont étroits et les plus longs de tous les Mormyroïdes: de grandeurs inégales, le premier étant légèrement plus long que le second, ils dépassent largement en arrière le bord postérieur de l'estomac, étant plus de deux fois plus longs que le diamètre antéropostérieur de celui-ci. L'intestin est long et présente dans la région spléniale une courte circonvolution dans laquelle viennent se loger les extrémités des deux caecums. La rate, de grandeur moyenne, a une forme allongée.

En résumé, le tube digestif d'*Hyperopisus*, se caractérise par un très petit estomac et des caecums très longs.

— *Marcusenius brachistius* GILL (fig. 8)

Le *situs viscerum* de *Marcusenius brachistius* est situé entre 18 paires de côtes bien développées. Le tube digestif est le plus court de tous les Mormyroïdes par rapport à la longueur de la cavité péritonéale (1,6 fois celle-ci). L'œsophage est également court. L'estomac, beaucoup plus haut que long a une forme cylindrique et une grandeur moyenne; il atteint en arrière le $\frac{1}{3}$ de la cavité générale. La pars pylorica, bien développée, se prolonge horizontalement de même que le début du duodénum. Les caecums pyloriques de dimensions égales sont relativement courts: leurs extrémités ne dépassent guère en arrière, le milieu de l'estomac. L'intestin est long bien qu'il ne présente aucune circonvolution dans la région spléniale. La rate, relativement grande, est légèrement allongée.

En résumé, le tube digestif de *Marcusenius brachistius* se caractérise par un intestin dépourvu de circonvolution.

— *Gnathonemus petersii* (GUNT.) (fig. 9)

Le *situs viscerum* de *Gnathonemus petersii* est situé entre 18 paires de côtes bien développées. Le tube digestif est de dimension moyenne par rapport à la longueur de la cavité péritonéale (1,8 fois celle-ci). L'œsophage est court. L'estomac, piriforme, est très petit comme celui d'*Hyperopisus*: il constitue le plus petit estomac de tous les Mormyroïdes; il atteint en arrière le

1/3 de la cavité générale. La *pars pylorica* est très développée et dirigée obliquement vers le bas tandis que le duodénum débute horizontalement. Les caecums pyloriques, d'égale grandeur, sont les plus courts de tout le groupe avec ceux d'*Isichthys* et ne dépassent pas en arrière le milieu de l'estomac. L'intestin qui est le plus long de tous les genres examinés, présente une courte circonvolution dans la région spléniale. La rate, fort développée est très allongée et repliée sur elle-même.

En résumé, le tube digestif de *Gnathonemus petersii* se caractérise par un très petit estomac, des caecums très courts et un très long intestin.

— *Stomatorhinus puncticulatus* BLGR. (fig. 10)

Le *situs viscerum* de *Stomatorhinus puncticulatus* est situé entre 13 paires de côtes bien développées. Le tube digestif est court par rapport à la longueur de la cavité péritonéale (près de 1,75 fois celle-ci). L'œsophage est long et descend très obliquement vers l'estomac. Celui-ci est très grand, le plus grand de tous les Mormyroïdes; il est légèrement plus long que haut et atteint en arrière les 2/5 de la cavité générale. Dans la cavité gastrique, nous avons trouvé un grand nombre d'élytres de Coléoptères. La *pars pylorica*, moyennement développée se prolonge horizontalement de même que le début du duodénum. Les caecums pyloriques, très épais et de dimensions égales, sont de moyenne grandeur: leurs extrémités ne dépassent guère en arrière le milieu de l'estomac. L'intestin est court et ne présente aucune circonvolution dans la région spléniale. La rate, arrondie, est minuscule.

En résumé, le tube digestif de *Stomatorhinus puncticulatus* se caractérise par un long œsophage, un très grand estomac et un intestin dépourvu de circonvolutions.

— *Isichthys henryi* GILL (fig. 11)

Le *situs viscerum* d'*Isichthys* est situé entre 26 paires de côtes bien développées. Le tube digestif est court par rapport à la longueur de la cavité péritonéale (un peu plus de 1,75 fois celle-ci) qui, fait unique chez les *Mormyridae*, se prolonge d'environ 7 % au-delà et en arrière de l'anus. L'œsophage est le plus long de tous les Mormyroïdes, sa longueur étant environ double de celle des genres à œsophage court que nous avons décrits

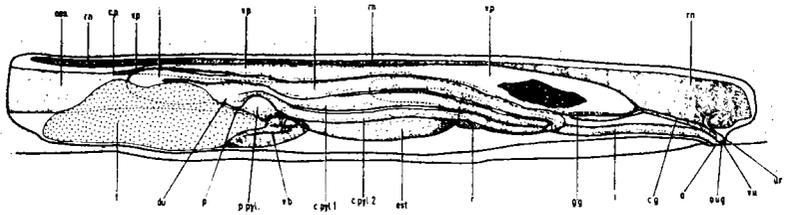
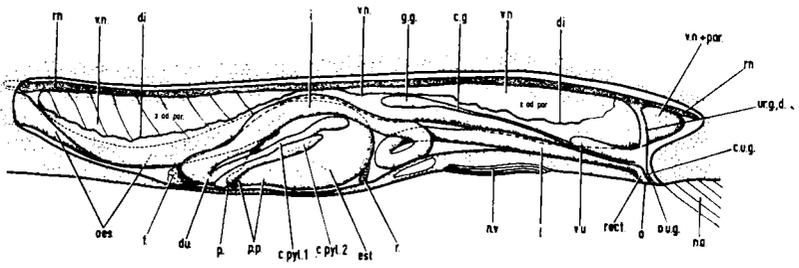
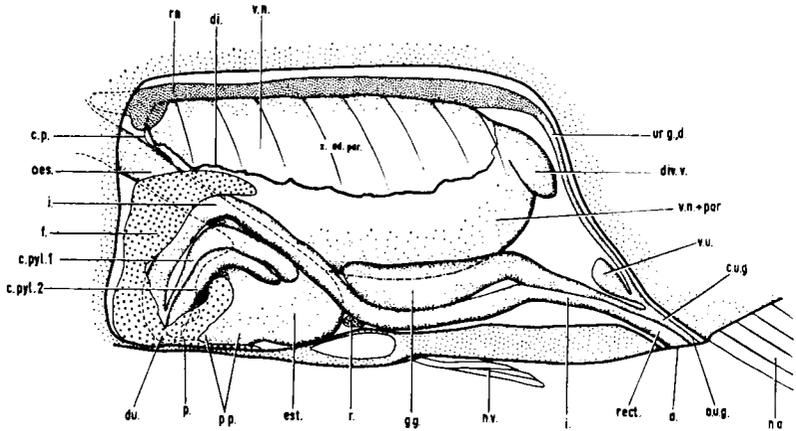


FIG. 10. — *Stomatorbinus puncticulatus* BLGR.

FIG. 11. — *Isichtbys henryi* GILL

FIG. 12. — *Gymnarchus niloticus* CUV.

a.: anus; c.g.: canal génital; c.p.: canal pneumatique; c.pyl.1, 2: caecums pyloriques 1, 2; c.u.g.: canal uro-génital; di.: diaphragme; div.v.: diverticule de la vessie ou organe de résorption gazeuse; du.: duodénum; est.: estomac; f.: foie; g.g.: glande génitale; i.: intestin.
 n.a.: nageoire anale; n.v.: nageoire ventrale; oes.: oesophage; o.u.g.: orifice uro-génital; p.: pylore; par.: pariéto-pleure.
 p.p.: pars pylorica; r.: rate; rect.: rectum; rn.: rein; urg.: uretères gauche, droit; v.n.: vessie natatoire, v.b.: vésicule biliaire; v.p.: vessie pulmoïde ou (pulmonaire) v.u.: vessie urinaire; z.ad.par.: zone d'adhérence de la pariéto-pleure

jusqu'à présent et un tiers plus grande que celle de *Stomatorhinus*. A l'avant, il est ventral et déprimé sous la vessie natatoire, ensuite vers l'arrière, il remonte pour déboucher dans le plafond de l'estomac qui est situé presque au milieu de la cavité générale. L'œsophage n'a pas de structure musculieuse comme les autres Mormyroïdes: au contraire, sa paroi est mince, molle et plus ou moins transparente comme un intestin; de plus, il est un peu plissé intérieurement; dans sa lumière, il fut trouvé un grand nombre d'élytres de Coléoptères. L'estomac, de forme allongée, est très grand; il est situé aux 4/10 de la cavité générale et dépasse en arrière les 5/10 de celle-ci. La *pars pylorica* est relativement développée et se prolonge horizontalement comme le début du duodénum. Le foie, contrairement à tous les autres Mormyroïdes qui copiaient le modèle hépatique de *Mormyrops*, est presque invisible du côté gauche. Les caecums pyloriques, minces, sont les plus courts avec ceux de *Gnathonemus* et les plus inégaux de tout le groupe: la longueur du caecum n° 1 (donc le caecum dorsal) vaut environ les 13/10 de celle du second; leurs extrémités dépassent en arrière le milieu de l'estomac sans toutefois en atteindre le bord postérieur. L'intestin est également le plus court de tous les Mormyroïdes, et présente une courte circonvolution dans la région spléniale. La rate est petite et allongée.

En résumé, *Isichthys* se caractérise par une cavité péritonéale qui se prolonge au-delà de l'anus, un œsophage extrêmement long, des caecums très courts et un très court intestin.

— *Gymnarchus niloticus* Cuv. (fig. 12)

Le *situs viscerum* de *Gymnarchus* est situé entre environ 45 paires de côtes bien développées. Le tube digestif est plus long que chez tous les autres Mormyroïdes par rapport à la longueur de la cavité péritonéale (plus de 2,2 fois celle-ci) qui se prolonge, comme chez *Isichthys*, au-delà et en arrière de l'anus, d'environ 5 %. L'œsophage est très long. Aussi, l'estomac, de grandes dimensions, occupe-t-il une position centrale dans la cavité générale, son bord postérieur atteignant en arrière les 6/10 de celle-ci. Il a une forme très allongée; ses parois sont très musculieuses et fortement plissées intérieurement. La *pars pylorica*, très développée, constitue à elle seule un compartiment distinct de la cavité

gastrique, séparée de celle-ci par un étranglement. Cette chambre pylorique ne s'ouvre pas ventralement dans la région antérieure de l'estomac comme chez les *Mormyridae*, mais bien dans la paroi gauche du tube digestif un peu en avant de la cavité stomacale, à l'endroit où l'œsophage commence à s'élargir en estomac; elle est assez globuleuse et est située dans un plan horizontal ainsi que le début du duodénum. Les caecums pyloriques assez épais et d'égale grandeur, sont très allongés; ils dépassent largement en arrière le bord postérieur de l'estomac, d'environ 50 % de leur longueur. Le foie est, contrairement aux *Mormyridae*, un peu plus développé à gauche qu'à droite. La vésicule

Tableau des mensurations de l'appareil digestif

	Circonvolution intestinale (présente +, absente 0)	Intestin % tube digest.	Caec.pyl. % tube digest.	Estomac % tube digest.	Oesophage % tube digest.	Tube digest. % sit.visc.	Sit.visc. % long.stand.
<i>Mormyrops deliciosus</i>	+	73,5	14	14	12,5	207	37
<i>Petrocephalus bane</i>	0	78	14	11	11	172	35
<i>Mormyrus rume proboscirostris</i>	+	78	18	11	11	168	41
<i>Hyperopisus bebe occidentalis</i>	+	78	22	9	13	164	32
<i>Marcusenius brachistius</i>	0	75	15	12	13	162	42
<i>Gnathonemus petersii</i>	+	79	12	8	13	180	37
<i>Stomatorhinus puncticulatus</i>	0	67	16	15	18	175	37
<i>Isichthys henryi</i>	+	62	12	13	25	175	38
<i>Gymnarchus niloticus</i>	+	69	21	13	18	224	30

biliaire est très grande et bien visible en arrière de celui-ci, sous la *pars pylorica*. L'intestin est court par suite du recul prononcé de l'estomac et malgré une très grande circonvolution qu'il présente dans la région spléniale: cette circonvolution, dans laquelle aboutissent les extrémités des caecums, déborde vers l'avant jusqu'au milieu du côté gauche de l'estomac entre celui-ci et les appendices cæcales. La rate est relativement grande et de forme compacte.

En résumé, *Gymnarchus* se caractérise par une cavité péritonéale qui se prolonge en arrière de l'anus, un long œsophage, des caecums très longs et un court intestin possédant une très grande circonvolution.

2° Conclusions

La disposition générale du tube digestif est sensiblement la même pour tous les Mormyroïdes, à savoir: un estomac dont les deux orifices (œsophage et pylore) s'ouvrent vers l'avant, deux caecums pyloriques s'allongeant sur le côté gauche de l'estomac, un intestin qui contourne l'estomac dorsalement avant de se prolonger en arrière vers l'anus, un foie visible sous l'œsophage en avant du complexe digestif.

Nous constatons que l'œsophage est long et l'intestin court chez *Isichthys* et *Gymnarchus* tandis que c'est l'inverse chez les autres Mormyroïdes (excepté chez *Stomatorhinus* dont nous parlerons plus loin). Chez ces deux genres nous trouvons également un grand estomac qui occupe une position centrale dans une cavité péritonéale, qui, d'autre part, se prolonge au-delà et en arrière de l'anus. *Gymnarchus* est muni de longs caecums pyloriques tandis qu'ils sont courts chez *Isichthys*; ce dernier possède à la fois le plus long œsophage et le plus court intestin de tous les Mormyroïdes.

Parmi les genres à court œsophage et long intestin, *Mormyrops* se distingue par son grand estomac qui rappelle celui d'*Isichthys*; *Petrocephalus*, *Mormyrus* et *Marcusenius* ont un estomac moyen; *Hyperopisus* et *Gnathonemus* en ont un petit, *Gnathonemus* possédant d'ailleurs le plus petit estomac et le plus long intestin de tous les Mormyroïdes. *Mormyrus* et *Hyperopisus* se signalent par de très longs caecums pyloriques dont les extrémités

aboutissent dans une circonvolution intestinale comme c'est le cas chez *Gymnarchus*, alors que les autres genres sont munis de caecums courts qui ne dépassent pas en arrière le bord postérieur de l'estomac.

Quant à *Stomatorhinus*, par les proportions de son tube digestif, il rappelle *Isichthys* (œsophage long, grand estomac, caecums courts, intestin court) bien que l'aspect général du *situs viscerum* soit tout à fait différent.

De tous les Mormyroïdes, seuls *Petrocephalus*, *Marcusenius* et *Stomatorhinus* ne possèdent pas de circonvolution intestinale. Enfin, chez tous les *Mormyridae*, nous trouvons un foie qui se développe principalement à droite tandis que chez *Gymnarchus* il se forme presque entièrement à gauche.

B. L'APPAREIL URO-GÉNITAL

1. HISTORIQUE

VALENCIENNES (1846) écrit à propos des *Mormyridae* que

(...) l'organe génital du côté gauche se développe beaucoup plus que celui de droite (...);

il trouve chez *Mormyrus* des reins

(...) oblongs et étendus tout le long des vertèbres abdominales.

Pour HYRTL (1856),

(...) les organes sexuels de *Gymnarchus* ne se différencient pas de ceux des Mormyres.

Il remarque que celui-ci semble posséder comme eux une seule glande génitale, mais

(...) située plus vers la droite. (?)

On ne sait rien de la vessie urinaire des Mormyroïdes: elle n'est que mentionnée chez les *Gymnarchidae* par HYRTL (1856) à propos de la vessie natatoire:

La vessie natatoire de *Gymnarchus* s'étend à travers toute la carcasse jusqu'à la vessie urinaire (...).

En fait, l'extrémité postérieure de la vessie natatoire est située loin en avant de la vessie urinaire.

Donc, seul l'appareil uro-génital de *Mormyrus (cashive)* fut décrit jusqu'à présent.

2. OBSERVATIONS PERSONNELLES

— *Mormyrops deliciosus* LEACH (fig. 3 et 4)

Les reins gauche et droit, situés de part et d'autre de l'aorte dorsale, tapissent le plafond de la cavité générale, juste au-dessus de la vessie natatoire. Ils se prolongent en avant de celle-ci, au-dessus de l'œsophage jusqu'à l'élargissement pharyngial en-dessous de l'oreille interne. Postérieurement, les reins envoient chacun un uretère, un gauche et un droit, qui sont contigus, et latéralement à gauche de l'extrémité postérieure de la vessie natatoire. Vers le bas de celle-ci, ils débouchent dans une mince vessie urinaire en forme de doigt de gant aplati qui s'allonge fortement vers l'avant.

Mormyrops ne possède qu'une seule glande génitale, la glande droite n'a pas été reconnue, fait qui semble habituel chez les Mormyroïdes. La glande gauche, qui seule est visible et fonctionnelle, s'allonge sur le côté gauche de la vessie natatoire, latéro-ventralement; lorsqu'il s'agit d'ovaire, elle peut atteindre en avant, le bord postérieur de l'estomac, tandis que le testicule, moins développé, n'atteint jamais le niveau de la double circonvolution intestinale.

En arrière, le conduit génital (oviducte ou spermiducte) rejoint l'urètre, issu de la vessie urinaire, sans cependant y déboucher. Ces deux canaux descendent ensemble, entourés d'une même gaine conjonctive, et ensemble, débouchent vers l'extérieur, en arrière de l'anus. Comme les deux conduits sont très rapprochés l'un de l'autre, leurs orifices à cet endroit, fusionnent en un orifice unique élargi. Cet orifice uro-génital est rond et beaucoup plus petit que l'orifice anal. Des pores abdominaux sont visibles de part et d'autre de cette ouverture, légèrement en arrière.

En résumé, l'appareil uro-génital de *Mormyrops deliciosus* se caractérise par des uretères latéraux et une grande vessie urinaire.

— *Petrocephalus bane* LACEP. (fig. 5)

Les deux uretères descendent dorsalement sur l'extrémité postérieure de la vessie natatoire. La vessie urinaire est très petite

et peu allongée. L'ovaire, à maturité, peut atteindre en avant, le bord postérieur de l'estomac.

— *Mormyrus rume proboscirostris* CUV. et VAL. (fig. 6)

Les deux uretères descendent sur le côté gauche de l'extrémité postérieure de la vessie natatoire. La vessie urinaire est très allongée.

Le testicule n'atteint pas en avant, le niveau de la circonvolution intestinale.

— *Hyperopisus bebe occidentalis* (GILL) (fig. 7)

Les deux uretères descendent dorsalement sur l'extrémité postérieure de la vessie natatoire. La vessie urinaire est très petite et peu allongée.

Le testicule atteint en avant, le niveau de la circonvolution intestinale.

— *Marcusenius brachistius* GILL (fig. 8)

Les deux uretères descendent dorsalement sur l'extrémité postérieure de la vessie natatoire. La vessie urinaire est énorme: à la fois très large et allongée.

Le testicule atteint en avant, la région pelvienne sans toutefois aboutir dans la région spléniale.

— *Gnathonemus petersii* (GUNT.) (fig. 9)

Les deux uretères descendent dorsalement sur l'extrémité postérieure de la vessie natatoire. La vessie urinaire est très mince et très allongée.

Le testicule dont le spermiducte n'est pas rectiligne, atteint en avant le niveau de la circonvolution intestinale.

— *Stomatorhinus puncticulatus* BLGR. (fig. 10)

Les reins ne tapissent pas l'arrière de la vessie natatoire qui est atrophiée, chez ce poisson. Les deux uretères, extrêmement longs, descendent en arrière de celle-ci, le long de l'extrémité postérieure de la cavité générale. La vessie urinaire est relativement grande et de forme plus globuleuse qu'allongée.

Le testicule, bien développé à maturité, atteint en avant, le bord postérieur de l'estomac.

— *Isichthys henryi* GILL (fig. 11)

Les reins s'allongent en arrière de la vessie natatoire se terminant en arrière de l'anus. Les uretères sortent des reins, nettement en avant de l'extrémité postérieure de ceux-ci et descendent sur le côté gauche de la vessie natatoire. La vessie urinaire est épaisse et très allongée.

Le testicule atteint en avant, le niveau postérieur de l'estomac.

— *Gymnarchus niloticus* CUV. (fig. 12)

Contrairement aux *Mormyridae*, les reins s'épaississent considérablement dans leur partie postérieure, en arrière de la vessie pulmonaire de ce poisson et se terminent nettement en arrière de l'anus. Les uretères quittent les reins latéralement à gauche, loin derrière la vessie pulmonaire. Quant à la vessie urinaire, elle diffère de celle des *Mormyridae* tant par sa forme que par ses dimensions: elle est ronde, presque sphérique, sans prolongement vers l'avant et extrêmement petite si on la compare à toutes celles qui furent décrites jusqu'à présent. De plus, elle se trouve plus en arrière, à proximité de l'anus.

La glande génitale, chez *Gymnarchus*, est située à droite et demeure en arrière de la circonvolution intestinale.

3. CONCLUSIONS

L'appareil uro-génital est sensiblement le même chez tous les *Mormyridae*, à savoir: des uretères enveloppés dans une même gaine conjonctive, une vessie urinaire allongée en forme de doigt de gant et une unique glande génitale développée à gauche. Ces caractères s'opposent à la vessie urinaire ronde et à la glande génitale droite de *Gymnarchus*. Le développement considérable de la partie postérieure du rein de ce poisson est probablement en relation avec le raccourcissement de la vessie pulmonaire (que nous décrivons plus loin), qui ménage, à cet endroit, un espace propice à une extension de cet organe.

Les uretères sont latéraux chez *Gymnarchus*, *Isichthys*, *Mormyrops* et *Mormyrus* tandis qu'ils sont dorsaux chez les autres Mormyroïdes. Quant à la vessie urinaire et à la glande génitale, les variations de leurs dimensions sont probablement purement fonctionnelles. Nous retiendrons cependant que chez trois *Mor-*

myridae à uretères dorsaux (*Stomatorbinus*, *Marcusenius* et *Gnathonemus*), nous trouvons une grande vessie urinaire.

C. LA VESSIE NATATOIRE

1. HISTORIQUE

La vessie natatoire des *Mormyridae* est décrite par VALENCIENNES (1846):

Au-dessus du replis d'un péritoine très mince, on trouve une longue vessie natatoire pointue aux deux extrémités et qui communique avec le canal digestif par un petit conduit pneumatique étroit et court, ouvert dans le haut de l'œsophage.

A propos de *Mormyrus cashive*, seule espèce dont il décrit l'anatomie viscérale, il précise que la vessie natatoire

(...) est simple, grande et étendue dans toute la longueur de la cavité abdominale.

HYRTL (1856) ajoutera que le canal pneumatique de *Mormyrus* est très court.

ERDL (1847) décrit la vessie natatoire de *Gymnarchus niloticus* comme un poumon. FÖRG (1853) complète cette description. DUVERNOY, la même année, met en doute les assertions de FÖRG en affirmant que cette vessie n'a pas de fonction pulmonaire. Pour HYRTL (1856) la vessie joue à la fois un rôle hydrostatique et un rôle de poumon, mais, selon lui, à des moments différents de la vie du poisson.

2. OBSERVATIONS (voir méthode des mensurations de la vessie natatoire *fig. 13*).

— *Mormyrops deliciosus* LEACH. (*fig. 4, et 14 à 19, pl. I et II*)

La vessie natatoire de *Mormyrops* débute sous les reins et au-dessus de l'œsophage, au niveau de la 3^e ou 4^e vertèbre, entre la 2^e et la 4^e paire de côtes.

Elle occupe les 32 % de la longueur standard du poisson, soit les 85 % de la longueur de la cavité péritonéale. Sa partie postérieure (60 %) est beaucoup plus enflée que sa partie antérieure (40 %), qui est rétrécie et aplatie ventralement au-dessus de l'œsophage et de l'estomac. La vessie atteint son développement

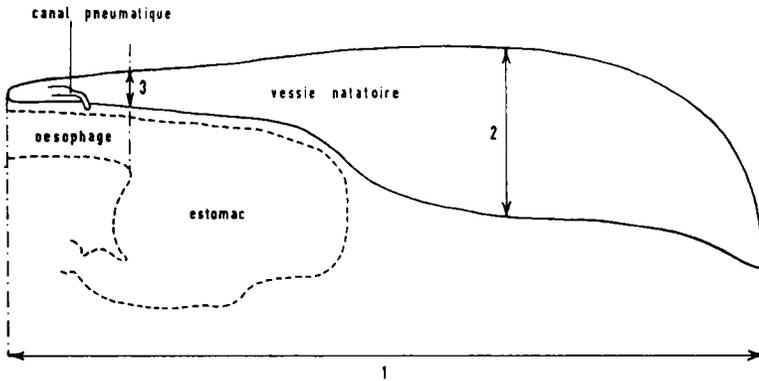


FIG. 13. — Méthode de mensuration de la vessie natatoire

1. Longueur de la vessie natatoire; 2. hauteur maximum; 3. hauteur dans la région antérieure, mesurée au niveau de l'entrée de l'estomac

maximum dans la région postpelvienne: là, sa hauteur (= diamètre vertical) vaut 37 à 40 % de la hauteur du corps et 80 à 86 % de celle de la cavité péritonéale en cet endroit; tandis que, dans sa région antérieure, où la vessie est plus large que haute, sa hauteur ne vaut plus que les 33 % de sa hauteur maximum et les 22 % de la hauteur du *situs viscerum* en ce point. Son extrémité antérieure est effilée. Le profil dorsal de la vessie est horizontal. Quant à son extrémité postérieure, quoique large, elle est pointue et atteint le niveau de l'anus, se terminant légèrement en avant de celui-ci. Le volume de la vessie natatoire occupe les 40 à 45 % de la cavité abdominale.

La vessie natatoire est soutenue, dans la cavité générale, par une splanchnopleure qui l'entoure intimement et complètement. Cette splanchnopleure ne semble pas varier d'épaisseur d'un bout à l'autre de la vessie (voir histologie p. 41-42).

En avant de la cavité générale, au niveau de l'œsophage et de l'estomac, on remarque, sous la vessie, une sorte de diaphragme épais (environ 3 à 8 fois plus grand que la paroi vésicale selon les endroits), qui apparaît être complètement indépendant de la vessie dont il est séparé par une lacune que nous appellerons « lacune infravésicale ». Le diaphragme est nettement dépendant de la pariétopleure dont on ne peut pas le détacher des côtes auxquelles il adhère fortement (*fig. 15 à 18*).

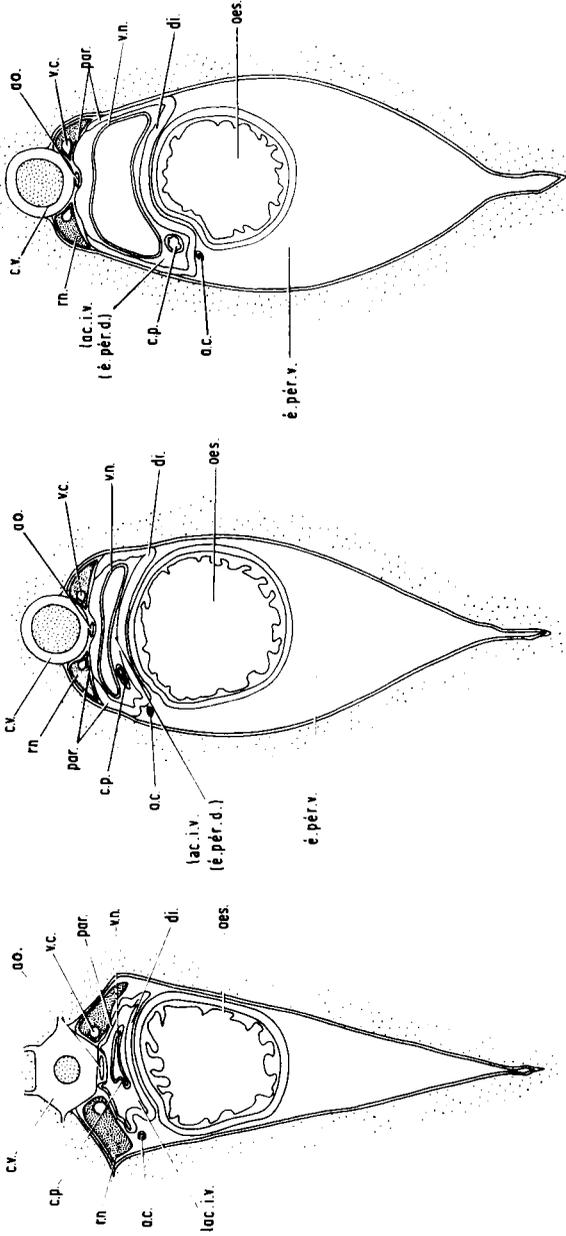


Fig. 16

Fig. 15

Fig. 14

FIG. 14 à 19. — Coupes macroscopiques transversales (vues par leur face postérieure) de la cavité péritonéale de *Mormyrops deliciosus* (LEACH), pratiquées à partir de l'extrémité antérieure de la vessie natatoire jusqu'aux 3/4 de la longueur de celle-ci.
 FIG. 14. — Niveau de l'oesophage et de la commissure du canal pneumatique; le diaphragme n'adhère pas encore aux parois latérales de la cavité péritonéale.

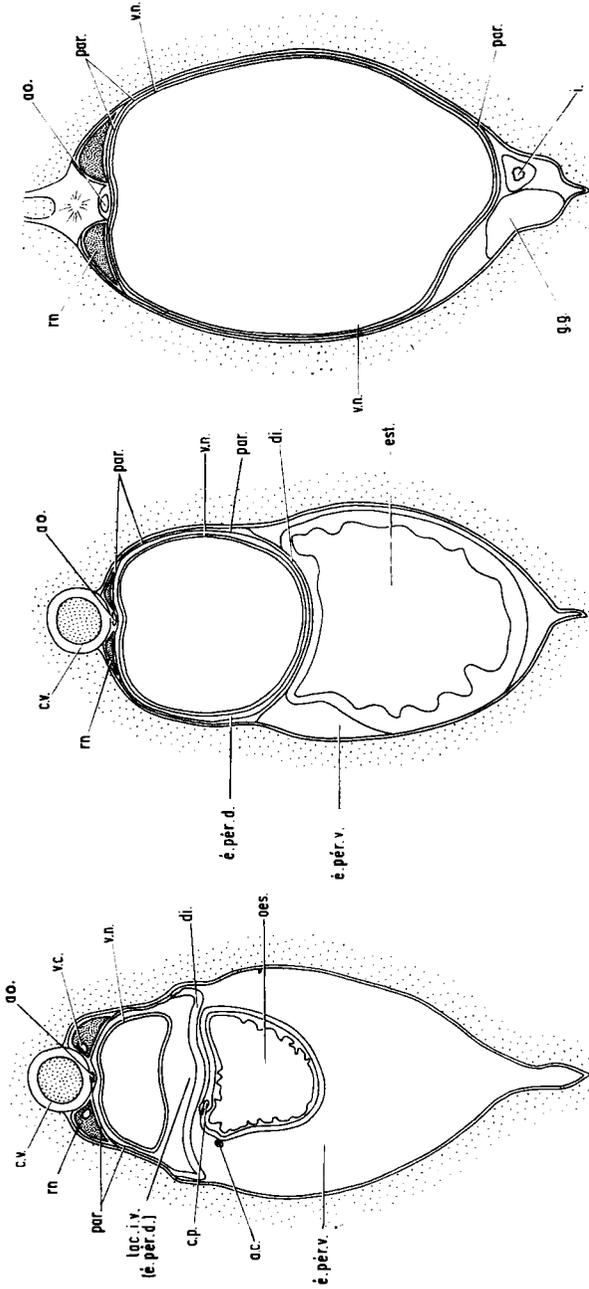


Fig. 17

Fig. 18

Fig. 19

FIG. 15 à 18. — Niveau de l'œsophage ou de l'estomac, en arrière de la commissure pneumatique; le diaphragme adhère aux parois latérales

FIG. 19. — Niveau situé en arrière de l'estomac; la parietopleure n'est plus spécialisée en diaphragme et n'adhère plus aux parois latérales

a.o.: aorte; a.c.: artère coeliale; cav.abd.: cavité abdominale; c.p.: canal pneumatique; c.v.: canal pneumatique; di.: diaphragme; é.pér.d.: étage périfonéal dorsal; é.pér.v.: étage périfonéal ventral; est.: estomac; g.g.: glande génitale; i.: intestin; lac.i.v.: lacune infravésicale; oes.: œsophage; par.: parietopleure; rn.: rein; v.c.: veine cardinale; v.n.: vessie natatoire

Si la vessie semble, à ce niveau, pouvoir se dilater quelque peu dans son étage péritonéal dorsal, ainsi isolé de l'étage péritonéal ventral viscéral, elle ne peut pas être gênée ici par l'extensibilité des viscères antérieurs et de l'estomac en particulier.

L'épaisse pariétoleure infravésicale, jouant le rôle de septum horizontal, ne se continue pas inchangée tout le long de la vessie natatoire. Là où elle est épaisse et forme un vrai diaphragme, elle remonte sur les côtés par une adhérence à partir d'une ligne d'insertion que l'on peut reconnaître en dissection, si l'on veut dégager entièrement la vessie (*fig. 4, pl. I, 1 et 2*). Cette adhérence porte sur la moitié antérieure de la vessie, à l'exception de la région située en avant de la commissure du canal pneumatique où le diaphragme n'atteint pas les côtés de la cavité péritonéale (*fig. 14, pl. I, 1 et 2*). Dans la moitié postérieure de la vessie, la pariétoleure s'amincit considérablement et s'accolle progressivement, de plus en plus, contre la vessie elle-même dont elle double la splanchnopleure (*fig. 19, pl. II, 4 à 6*); de plus, elle n'adhère plus aux parois et la vessie semble être libre dans la cavité générale.

Le diaphragme atteint 1 mm d'épaisseur chez un spécimen de 485 mm, dans la région latéroventrale gauche en avant du canal pneumatique, où il est toujours le plus épais (fait qui semble généralisé chez les *Mormyridae*).

Le canal pneumatique prend naissance à gauche de la vessie, juste en arrière de son extrémité antérieure, sous forme d'un long renflement latéroventral qui correspond à son embouchure vésicale; cependant, il ne se sépare véritablement de la vessie que plus en arrière, à 3 mm de son extrémité pour une vessie de 58 mm et à 6 ou 7 mm pour une vessie de 157 mm. Il se prolonge horizontalement vers l'arrière, en se rétrécissant, traverse le diaphragme qui présente, en avant de cet endroit, un fort épaississement latéroventral gauche; ensuite, il descend verticalement vers l'œsophage dans lequel il s'ouvre assez en arrière. Chez l'exemplaire de 485 mm (vessie = 157 mm), le canal pneumatique mesurait 21 mm: 9 mm pour la partie horizontale et 12 mm pour la partie verticale, cette mesure ayant été prise à partir du point où le canal se sépare de la vessie. La glotte s'ouvre dans l'œsophage, dorsalement, légèrement à gauche; c'est un petit trou circulaire qui, chez le même spécimen n'atteignait que 0,4 mm

de diamètre; elle est entourée à gauche et à droite d'un épais pli œsophagien.

A l'extrémité antérieure de la vessie natatoire, on aperçoit une glande à gaz, peu développée; celle-ci n'est pas toujours nettement visible dans les dissections. Elle est alimentée par une artériole provenant de l'artère cœliaque.

— *Petrocephalus bane* (LACEP.) (fig. 5)

La vessie natatoire de *Petrocephalus bane* occupe les 32 % de la longueur standard du poisson, soit les 91 % de la longueur de la cavité générale. Sa hauteur maximum, située dans la région postpéviennne vaut les 23 % de la hauteur du corps et les 78,5 % de celle de la cavité péritonéale en cet endroit. Le 1/3 antérieur de la vessie est rétréci et aplati: au niveau de l'entrée de l'estomac, sa hauteur vaut les 54,5 % de sa hauteur maximum et les 25 % de la hauteur du *situs viscerum* en ce point. Son extrémité antérieure est arrondie. Le profil dorsal de la vessie n'est pas horizontal mais s'infléchit obliquement vers le bas, immédiatement après le premier tiers de sa longueur. Son extrémité postérieure est arrondie et touche presque l'anus. Le volume de la vessie natatoire occupe les 40 à 45 % de la cavité générale.

Le diaphragme atteint 0,5 mm d'épaisseur chez un *Petrocephalus* de 147 mm et la pariétoleure diaphragmique adhère fortement aux côtes, sur les trois premiers quarts de la vessie.

Le canal pneumatique débute par un large renflement; chez l'exemplaire de 147 mm (vessie = 47,5 mm), il se sépare de la vessie à 3 mm de son extrémité antérieure et descend légèrement obliquement vers l'arrière, sur environ 3 mm avant de déboucher dans l'œsophage. La glotte, très petite, est souvent encombrée de mucus. La glande à gaz est peu développée.

— *Mormyrus rume proboscirostris* (CUV. et VAL.) (fig. 6)

La vessie natatoire occupe les 36,5 % de la longueur standard du poisson, soit les 89 % de la longueur de la cavité générale. Sa hauteur est maximum dans la région pelvienne et légèrement en avant de celle-ci: elle vaut les 22,5 % de la hauteur du corps et les 65,5 % de celle de la cavité péritonéale en cet endroit. Le 1/3 antérieur de la vessie est rétréci et aplati: au niveau de l'entrée de l'estomac, sa hauteur ne vaut pas plus que les 28,5 % de

sa hauteur maximum et les 16,5 de la hauteur du *situs viscerum* en ce point. Son extrémité antérieure est effilée comme chez *Mormyrops*. Le profil dorsal de la vessie est horizontal: son extrémité postérieure, légèrement rétrécie et arrondie, se termine peu avant l'anus. Le volume de la vessie natatoire occupe les 45 % de la cavité générale.

Le diaphragme est moins épais que celui de *Mormyrops*: il atteint 0,5 mm chez un *Mormyrus* de 218 mm; la pariétoleure diaphragmique adhère fortement aux côtes sur les 2/3 antérieurs de la vessie.

Le canal pneumatique ne débute pas par un renflement développé. Chez le spécimen de 218 mm (vessie = 80 mm), il se sépare de la vessie à 4 mm de son extrémité antérieure et à une longueur de 5 mm: il part d'abord horizontalement vers l'arrière sur 2,5 mm, ensuite il descend verticalement sur 2,5 mm avant de déboucher dans l'œsophage. Chez un exemplaire deux fois plus long, toutes ces mesures se sont trouvées doublées. Le rapport existant entre ces différentes dimensions semble donc rester constant au cours de la croissance. Quant à la glotte, libre et bien visible, elle ne mesurait que 0,3 à 0,4 mm de diamètre chez un spécimen de 438 mm. La glande à gaz est bien développée et s'étend jusqu'à l'embouchure du canal pneumatique.

— *Hyperopisus bebe occidentalis* (GILL) (fig. 7)

Plus courte que celle de *Mormyrops*, elle occupe les 28 % de la longueur standard du poisson, soit les 89 % de la longueur de la cavité générale. Sa hauteur est maximum juste en arrière de la région pelvienne: elle vaut les 34,5 % de la hauteur du corps et les 69 % de celle de la cavité péritonéale en cet endroit. Le 1/5 antérieur de la vessie est moyennement aplati: au niveau de l'entrée de l'estomac, sa hauteur ne vaut plus que les 50 % de sa hauteur maximum et les 33,5 % de la hauteur du *situs viscerum* en ce point. Son extrémité antérieure est effilée et pointue; elle contient une glande à gaz très développée. Son profil dorsal est horizontal. Son extrémité postérieure, quoique épaisse, est relativement pointue et se termine légèrement au-delà de l'anus. Le volume de la vessie natatoire occupe les 55 à 60 % de la cavité générale.

Le diaphragme est épais: son épaisseur maximum atteint 0,5 mm chez un spécimen de 173 mm; la pariétoleure diaphragmique adhère fortement aux côtes sur les deux premiers tiers ou les trois premiers quarts de la vessie.

Le canal pneumatique débute sur la vessie sans renflement particulier. Chez l'exemplaire de 173 mm (vessie = 48,5 mm), il se sépare de celle-ci à 2 mm de son extrémité antérieure et à une longueur de 5 mm: il part d'abord horizontalement vers l'arrière sur 3 mm, ensuite, légèrement obliquement vers l'avant sur 2 mm, avant de déboucher dans l'œsophage. La glotte est minuscule et encombrée de mucus. La glande à gaz est bien développée et s'étend jusqu'à l'embouchure du canal pneumatique.

— *Marcusenius brachistiis* GILL (fig. 8)

La vessie natatoire occupe les 35 % de la longueur standard du poisson, soit les 85 % de la longueur de la cavité générale. La hauteur maximum, située dans la région postpelvienne vaut les 34 % de la hauteur du corps et les 83,5 % de celle de la cavité péritonéale en cet endroit. Le 1/3 antérieur de la vessie est fortement rétréci et aplati: au niveau de l'entrée de l'estomac, la hauteur de celle-ci ne vaut plus que les 28 % de sa hauteur maximum et les 20 % de la hauteur du *situs viscerum* en ce point. Son extrémité antérieure est relativement effilée et débute assez en arrière, dans la cavité générale (du moins plus en arrière que chez les *Mormyridae* précédents mais pas autant que chez *Isichthys* comme nous le verrons plus loin). Le profil dorsal de la vessie s'infléchit très légèrement en son milieu, marquant comme un faible creux à cet endroit. Son extrémité postérieure est épaisse et arrondie, et se termine en avant de l'anus. Le volume de la vessie natatoire occupe les 55 à 60 % de la cavité générale.

Le diaphragme est moyennement épais: il atteint 0,3 mm d'épaisseur chez un spécimen de 101 mm; la pariétoleure diaphragmique n'adhère fortement aux côtes que sur le premier tiers de la vessie.

Le canal pneumatique débute très en avant et latéralement par un renflement à 1 mm de l'extrémité antérieure de la vessie et

mesure 4 mm de long chez l'exemplaire de 101 mm (vessie = 35,6 mm). Il se dirige d'abord vers l'arrière sur 2 mm, ensuite, il descend obliquement vers l'avant sur de nouveau 2 mm, avant de déboucher dans l'œsophage. La glotte est petite et encombrée de mucus. La glande à gaz est bien développée et s'étend jusqu'à l'embouchure du canal pneumatique.

— *Gnathonemus petersii* (GUNT.) (fig. 9)

Elle est légèrement plus courte que chez *Mormyrops*, et plus volumineuse. Elle occupe les 31,5 % de la longueur standard du poisson, soit les 85 % de la longueur de la cavité générale. Sa hauteur est maximum dans la région postpelvienne: elle vaut les 27,5 % de la hauteur du corps et les 70 % de celle de la cavité péritonéale en cet endroit. Le 1/3 antérieur de la vessie est rétréci et aplati: au niveau de l'entrée de l'estomac, sa hauteur ne vaut plus que les 38 % de sa hauteur maximum et les 23,5 % de la hauteur du *situs viscerum* en ce point. Son extrémité antérieure est effilée. Le profil dorsal de la vessie est horizontal; son extrémité postérieure est épaisse et arrondie et se termine un peu en avant de l'anus. Le volume de la vessie natatoire occupe les 45 à 50 % de la cavité générale.

Le diaphragme est relativement épais: il atteint 0,4 mm chez un spécimen de 163 mm; la pariétoleure diaphragmique n'adhère fortement qu'aux toutes premières côtes.

Le canal pneumatique, contrairement à *Mormyrops*, débute sans renflement particulier. Chez l'exemplaire de 163 mm (vessie = 51 mm), il se sépare de la vessie à 3 mm de son extrémité antérieure et à la longueur de 5 mm: il descend d'abord obliquement vers l'arrière sur 3 mm, ensuite obliquement vers l'avant, sur 2 mm avant de déboucher dans l'œsophage. La glotte, très petite, est encombrée de mucus. La glande à gaz est peu développée.

— *Stomatorbinus puncticulatus* BLGR. (fig. 10 et pl. III)

C'est chez ce genre qu'elle est la plus courte. Elle n'occupe que les 25 % de la longueur standard du poisson, soit les 68 % de la longueur de la cavité générale. Sa hauteur est maximum dans la région pelvienne: elle vaut les 37 % de la hauteur du corps et les 66,5 % de celle de la cavité péritonéale en cet endroit. La

moitié antérieure de la vessie se rétrécit progressivement vers l'avant sans marquer de véritable aplatissement: au niveau de l'entrée de l'estomac, sa hauteur vaut encore les 71,5 % de sa hauteur maximum et les 47,5 % de la hauteur du *situs viscerum* en ce point. Son extrémité antérieure est conique mais largement arrondie; elle contient une glande à gaz bien développée. Son profil dorsal est horizontal. Quant à son extrémité postérieure, elle est très particulière: la vessie présente dorsalement un diverticule (voir « Histologie », p. 44) court et large, en forme de battant de cloche, qui s'appuie sur l'extrémité postérieure bombée de celle-ci. Le diverticule a une longueur de 4 mm chez un spécimen de 64 mm, sa longueur représentant les 22 % de celle de la vessie. Il a une couleur laiteuse qui se détache du reste de la vessie, indiquant qu'il contient une glande (voir « Histologie »). Le diverticule de la vessie natatoire a été trouvé aussi chez les 4 autres espèces que nous avons également examinées:

- *Stomatorhinus polli* (MATTHES)
- *Stomatorhinus fuliginosus* POLL
- *Stomatorhinus patrizii* VINCIGU.
- *Stomatorhinus kununguensis* POLL

De tous les *Mormyridae* étudiés, *Stomatorhinus puncticulatus* est celui dont la vessie se termine le plus en avant dans la cavité péritonéale, n'occupant en longueur que les 75,5 % de cette cavité. Quant à son volume, il occupe les 50 % de la cavité générale.

Le diaphragme est relativement épais pour un si petit *Mormyridae*: son épaisseur maximum atteint près de 0,2 mm chez un spécimen de 64 mm. De plus, il se continue jusqu'au niveau du diverticule postérieur. La pariéto-pleure diaphragmique adhère fortement aux côtes, également sur toute la longueur de la vessie; elle enveloppe aussi le diverticule mais par une paroi beaucoup plus mince.

Le canal pneumatique est un très fin cordon qui débute à l'extrémité même de la vessie, juste en-dessous de l'aboutissement de la ramification de l'artère cœliaque. Ensuite, il longe la vessie ventralement sur près de 2 mm chez l'exemplaire de 64 mm (vessie = 16 mm) avant de rejoindre l'œsophage. Il se termine

par une glotte tout à fait normale mais beaucoup plus petite que chez les autres *Mormyridae*.

— *Isichthys henryi* GILL (fig. 11)

C'est chez ce genre, ainsi que chez *Stomatorhinus*, qu'elle est la plus spéciale et la plus haute dans sa partie antérieure, ne présentant, à ce niveau, aucun aplatissement comme chez les autres *Mormyridae*. Elle est la plus longue de tous les Mormyroïdes: elle occupe les 36,5 % de la longueur standard du poisson, soit les 100 % de la longueur de la cavité générale (si on considère que cette dernière se termine à l'anus). Sa hauteur est maximum dans son premier tiers antérieur, c'est-à-dire, chez *Isichthys*, dans la région préstomacale: elle vaut les 35,5 % de la hauteur du corps et les 81,5 % de celle de la cavité péritonéale en cet endroit. Aux 2/3 de sa longueur, au-dessus de l'estomac, qui chez ce genre, est situé beaucoup plus en arrière, la vessie offre un fort retrécissement: sa hauteur minimale ne vaut plus que les 19 % de sa hauteur maximum et les 12,5 % de la hauteur du *situs viscerum* en ce point. Dans la région poststomacale, elle s'élargit à nouveau: sa hauteur atteint les 80 % de sa hauteur maximum et les 66,5 % de la hauteur de la cavité péritonéale. Donc, la vessie natatoire d'*Isichthys* est constituée de deux vastes chambres gazeuses reliées entre elles par un mince canal. Son extrémité antérieure est obtuse et arrondie. Son profil dorsal est horizontal. Son extrémité postérieure, relativement pointue, se prolonge largement en arrière et au-delà de l'anus: fait unique chez les *Mormyridae*. Ce prolongement représente 4 à 6 % de la longueur totale de la vessie, tandis que la cavité péritonéale semble s'allonger de 7 %. Le volume de la vessie natatoire occupe les 40 à 45 % de la cavité générale.

Le diaphragme est continu et d'épaisseur à peu près constante ventralement sur toute la longueur de la vessie: son épaisseur est d'environ 0,15 mm chez un spécimen de 135 mm. De même, la pariétoleure diaphragmique adhère fortement aux côtes, de l'avant à l'arrière.

Chez l'unique et rare exemplaire que nous avons disséqué, nous n'avons pas trouvé de trace de canal pneumatique. Ou bien ce genre n'en possède pas, ou bien le canal est vestigial et non fonctionnel comme celui de *Stomatorhinus*. La vessie natatoire d'*Isich-*

thys aurait donc une fonction physocliste. La glande à gaz, quoique petite, est nettement visible à la pointe antérieure de la vessie.

— *Gymnarchus niloticus* CUV. (fig. 12)

La vessie pulmonaire de *Gymnarchus* commence beaucoup plus en arrière que chez les *Mormyridae*. Elle débute au premier huitième de la cavité générale et se termine à un peu moins des 7/8 de celle-ci. Elle ne s'étend pas à travers toute « la carcasse » et ne dépasse pas, comme le dit HYRTL, la vessie urinaire qui lui est nettement postérieure. Elle occupe les 21,5 % de la longueur standard du poisson. A l'état de repos, c'est-à-dire de non gonflement, la hauteur maximum de la vessie est située en arrière de l'estomac, au niveau des extrémités caecales: elle vaut les 28 % de la hauteur du corps et les 77 % de celle de la cavité péritonéale en cet endroit. Les 3/4 antérieurs de la vessie se trouvent aplatis entre les reins et le tube digestif: au niveau de l'entrée de l'estomac, sa hauteur ne vaut plus que les 20 % de sa hauteur maximum et les 13,5 % de la hauteur du *situs viscerum* en ce point. Son extrémité antérieure, vue de profil est extrêmement mince et pointue. Le profil dorsal est horizontal sur plus des 2/3, ensuite il s'infléchit vers le bas sous l'épaississement postérieur des reins. Son extrémité postérieure est épaisse et pointue. Le volume de la vessie pulmonaire occupe les 15 % à 30 % de la cavité générale selon qu'elle est dégonflée ou gonflée.

Nous n'avons pas trouvé l'épaisse aponévrose signalée par HYRTL,

(...) située sous la vessie, fixée à la partie supérieure des côtes fixées de chaque côté et transpercée à son extrémité antérieure par le *ductus pneumaticus* qui est court.

Il n'y a en fait ici qu'un péritoine banal. On peut se demander si le signalement donné par HYRTL de cette « aponévrose » se rapporte bien au genre *Gymnarchus*?

Voici la description qu'il donne de la vessie natatoire et les conclusions auxquelles il est arrivé:

La vessie natatoire de *Gymnarchus* s'étend à travers toute la carcasse jusqu'à la vessie urinaire qu'elle dépasse, et se trouve en-dessous des reins, près de ceux-ci. Elle est séparée de l'appareil digestif, qui se trouve

sous elle, par une épaisse aponévrose. Cette dernière est fixée à la partie supérieure des côtes fixées de chaque côté. A son extrémité antérieure, l'aponévrose est transpercée par le *ductus pneumaticus*, qui est court.

HYRTL remarque la grande élasticité de cette vessie qui est facilitée, à la fois par une disposition particulière des côtes antérieures qui sont relevées vers le haut, et aussi, selon lui, par l'aponévrose qui est constituée de fibres élastiques. Il décrit l'intérieur de la vessie comme étant « un corps caverneux et gonflé ». Il fait également une description histologique des différents feuillets qui constituent l'organe, mais elle demeure touffue et imprécise: il voit des fibres musculaires dans le parenchyme interne de la vessie et des cellules pavimenteuses dans son épithélium. Il décrit la glotte comme étant large et le canal pneumatique comme étant très court. Il constate, à son grand étonnement

(...) une très grande richesse en vaisseaux pour une vessie natatoire.

Il explique comment s'effectue l'irrigation sanguine de cette vessie.

a) une grosse artère pulmonaire amène à la vessie la presque totalité du sang provenant des arcs branchiaux 3 et 4; une courte anastomose relie cette artère à la bifurcation de l'aorte et de l'artère cœliaque. D'après HYRTL, cette anastomose permettrait la régulation de l'apport sanguin de la vessie pulmonaire:

— Lorsque la vessie est dégonflée: le sang des arcs branchiaux 3 et 4 est détourné vers l'artère cœliaque.

— Lorsque la vessie est gonflée: le sang des arcs branchiaux 3 et 4 et une partie de celui des arcs 1 et 2 est dirigé vers la vessie.

b) la veine pulmonaire, qui est constituée de 2 branches, ramène le sang artériel vers le canal de Cuvier gauche.

HYRTL conclut que la vessie jouerait le rôle d'« un organe de respiration de remplacement », qui permettrait au *Gymnarchus* de survivre un certain temps lorsqu'il se trouverait « enfermé dans de la boue sèche ». Il fait allusion à une observation de l'explorateur PEROTTET, qui a trouvé vivant des *Gymnarchus* emprisonnés « dans des trous sans eau » au moment où, à la saison sèche, les eaux supérieures du fleuve Sénégal s'étaient retirées.

HYRTL explique:

La respiration branchiale, une fois suspendue provoque le passage direct de sang veineux dans les veines branchiales; ce sang parvient dans l'artère de la vessie natatoire, qui fonctionne maintenant selon le principe d'un véritable poumon. Il revient au cœur artérialisé où il se mêle avec le reste du sang veineux du corps et dépasse les branchies, sans subir de modifications. Pour cette raison, l'aorte conduira du sang mêlé (...). Etant donné que l'opercule de *Gymnarchus* se ferme très exactement et sans permettre à l'air de pénétrer (...), la cavité branchiale est protégée à suffisance contre le danger d'assèchement et le système des vaisseaux capillaires des branchioles reste, comme dans l'eau, perméable; vu aussi que l'eau ne se retire que peu à peu des marais, dans lesquels le poisson a trouvé refuge, il est évident que la respiration branchiale n'entrera en action également que petit à petit et que la fonction pulmonaire de la vessie natatoire ne commencera, elle aussi, que peu à peu.

BALLANTYNE (1927) étudie le développement embryonnaire de la vessie natatoire de *Gymnarchus*. Il décrit avec précision l'évolution de l'irrigation sanguine de l'organe, la formation de la cavité vésicale et sa spécialisation progressive en poumon. Dans cette longue étude, où il s'attache davantage aux connections que réalise la vessie avec l'oreille interne qu'aux stades larvaires précoces, il ne parle aucunement de l'aponévrose signalée par HYRTL. Le travail de BALLANTYNE sera repris plus loin à propos de l'oreille interne des Mormyroïdes.

Le canal pneumatique qui débute à l'extrémité antérieure de la vessie est en effet, très court et s'ouvre par une large glotte dans l'œsophage comme l'a montré HYRTL. Il descend obliquement vers l'avant sur 3 ou 4 mm chez un spécimen de 388 mm avant de déboucher dans l'œsophage. La glotte est de forme circulaire: elle mesure 2 mm de diamètre chez le même exemplaire; sa paroi très élastique est fortement plissée intérieurement rappelant celle de l'anus.

Au travers d'une fine peau transparente (l'aponévrose de HYRTL) qui limite la vessie, on distingue de larges alvéoles (*fig. 12*) qui augmentent considérablement la surface de l'épithélium interne de ce poumon, un peu comme une éponge. L'artère et la veine, signalées par HYRTL et irriguant celui-ci, sont nettement visibles sur la surface ventrale du péritoine transpa-

rent. Nous n'observons pas de glande à gaz spéciale à l'extrémité antérieure de la vessie.

Une description plus précise de la structure du poumon de *Gymnarchus* demanderait, à elle seule, une étude histologique particulière qui n'a pas sa place dans le présent travail.

3. HISTOLOGIE

L'histologie de la vessie natatoire des Mormyroïdes n'a pas encore été étudiée.

a) La paroi vésicale et le diaphragme (Fig. 20)

Une coupe histologique transversale, pratiquée dans la région antérieure de la vessie natatoire, montre trois parties principales:

— Intérieurement: la paroi vésicale doublée extérieurement par les deux feuillets splanchnopleuraux;

— Extérieurement: la pariétoleure diaphragmétique.

La paroi vésicale est formée d'un épithélium interne cubique et monostratifié, contenant peu de granulations cytoplasmiques.

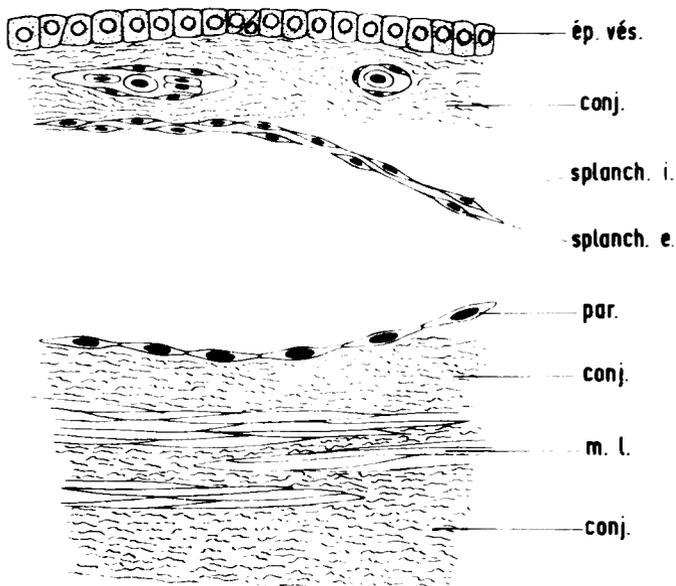


FIG. 20. — Coupe transversale dans la paroi ventrale de la vessie natatoire et du diaphragme de *Stomatorhinus puncticulatus*
 conj.: conjonctif (renfermant des capillaires); ép.vés.: épithélium vésical; m.l.: muscle lisse; par.: pariétoleure, splanch.i., e.: splanchnopleure interne, externe.

Cet épithélium est doublé extérieurement d'un anneau de fibres conjonctives, renfermant des capillaires sanguins, auxquelles s'ajoutent aussi une très grande quantité de fibres musculaires lisses.

Les deux feuillets splanchnopleuraux sont très ténus; ceux-ci sont chacun constitués par une seule couche de cellules aplaties, mais moins aplaties que celles de la pariétoleure. Le feuillet interne tapisse extérieurement la paroi vésicale, tandis que le second est généralement réfléchi sur la surface interne du diaphragme.

Le diaphragme est caractérisé intérieurement par un feuillet pariétoleural extrêmement mince, constitué par une seule couche de cellules très aplaties à noyaux allongés. Celle-ci est doublée extérieurement par un épais anneau de fibres conjonctives et de fibres musculaires, dépourvues de toute irrigation sanguine.

Une coupe transversale, pratiquée dans la région médiane ou postérieure de la vessie natatoire, montre une paroi vésicale dépourvue de fibres musculaires; ce manque de muscle semble contrebalancé par une beaucoup plus grande quantité de fibres conjonctives. Elle ne renferme plus de capillaires sanguins, excepté chez *Stomatorhinus* (fig. 20). A ce niveau, le diaphragme est moins épais et renferme ou non, selon les genres, du muscle lisse. En règle générale, le muscle semble pour les deux parois (vessie et diaphragme) prépondérant dans la région antérieure, tandis que le conjonctif semble l'emporter dans la région postérieure. De grandes différences paraissent cependant exister entre les différents genres de *Mormyridae*.

b) *La glande à gaz de Stomatorhinus* (fig. 21 et 22)

Tous les *Mormyridae* que nous avons examinés et décrits plus haut présentaient une glande à gaz dans l'extrémité antérieure de leur vessie natatoire. Cette glande est généralement peu développée, excepté chez *Stomatorhinus* où l'histologie mit en évidence à ce niveau un réseau admirable très étendu dans lequel courent un grand nombre de capillaires sanguins (fig. 21).

Chez ce poisson, les capillaires remplissent tout le conjonctif de la paroi vésicale et repoussent l'épithélium vésical vers l'intérieur de la vessie natatoire. A cet endroit, cet épithélium est plus cylindrique que cubique, monostratifié et hautement plissé.

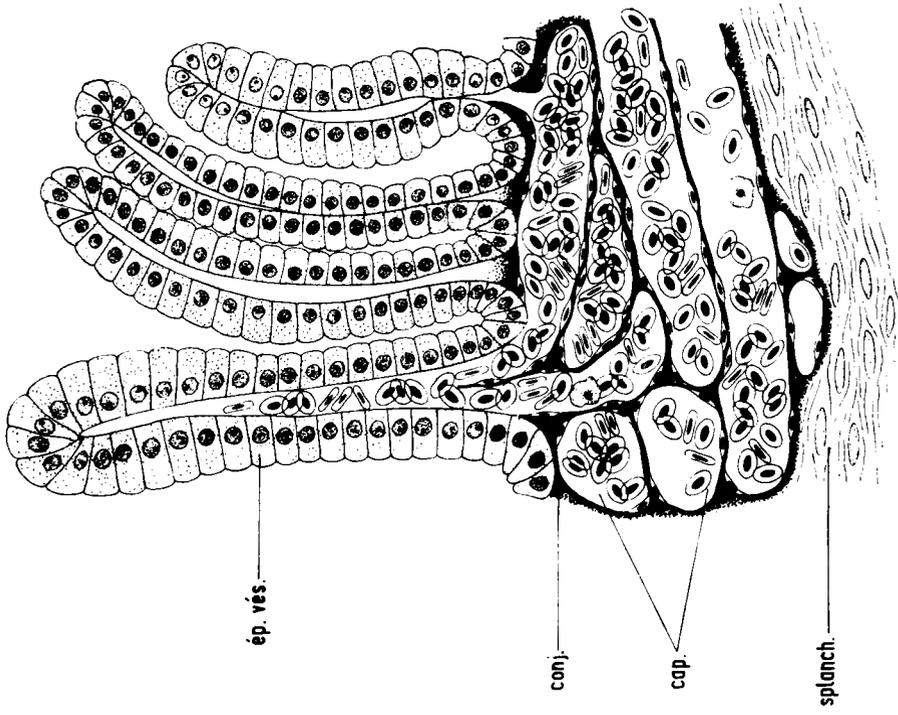


FIG. 21-22. — Glande à gaz de la ressie natatoire de *Stomatobrinus punctulatus*
BLGR

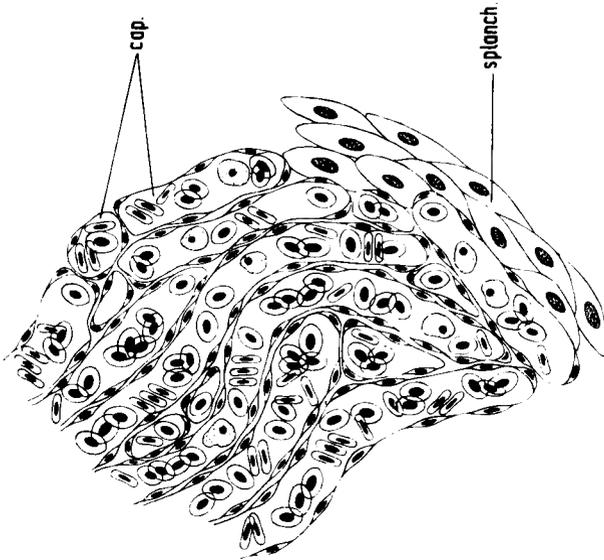


FIG. 21. — Coupe tangentielle
cap.: capillaires (réseau admirable); conj.: conjonctif; ép. vés.: épithélium vésical; splanch.: splanchnopleure.

L'intérieur de ces plis est, en principe, vide de tout tissu conjonctif et présente une mince lumière centrale délimitée uniquement par l'épithélium monostratifié. Les capillaires du réseau admirable sous-jacent s'ouvrent dans la lumière des plis épithéliaux où ils envoient leurs globules rouges (*fig. 22*).

De toute évidence l'épithélium vésical, associé à ce réseau admirable, joue le rôle de sécrétion gazeuse et contribue à maintenir une pression optimale dans la vessie natatoire.

A l'extérieur de la glande à gaz, nous trouvons les feuillets habituels: splanchnopleures et diaphragme.

c) *Le diverticule vésical de Stomatorhinus (fig. 23)*

Cet organe sort de la vessie dorsalement, en repoussant vers l'extérieur la pariétopleure qui, à ce niveau, est devenue très mince et n'offre plus aucune spécialisation. Le diverticule est constitué intérieurement d'un épithélium cubique monostratifié et plissé. Les plis sont beaucoup moins profonds que ceux de la glande à gaz. Les noyaux de ces cellules sont très gros et remplissent presque tout le cytoplasme. Cet épithélium est doublé à l'extérieur d'un anneau de fibres conjonctives, remplissant les plis et renfermant de nombreux capillaires sanguins qui entrent souvent en contact avec cet épithélium. Ensuite, s'ajoute à l'extérieur un chorion dense, pas très épais et constitué, semble-t-il, de feuillets splanchnopleuraux et pariétopleuraux, ainsi que d'une faible quantité de fibres conjonctives.

4. CONCLUSIONS

Nous constatons que la vessie natatoire des *Mormyridae* est toujours aplatie et rétrécie au niveau de l'estomac et que le diaphragme est toujours présent à cet endroit. Le canal pneumatique, lorsqu'il existe, s'ouvre dans l'extrémité antérieure de la vessie et débouche dans le plafond de l'œsophage par une glotte très étroite.

Stomatorhinus et *Isichthys* se distinguent des autres *Mormyridae* par leur canal pneumatique virtuel (*Stomatorhinus*) ou apparemment absent (*Isichthys*). La vessie natatoire du premier est munie d'un diverticule postérieur en forme de battant de cloche, caractère phyllogénique remarquable, tandis que celle

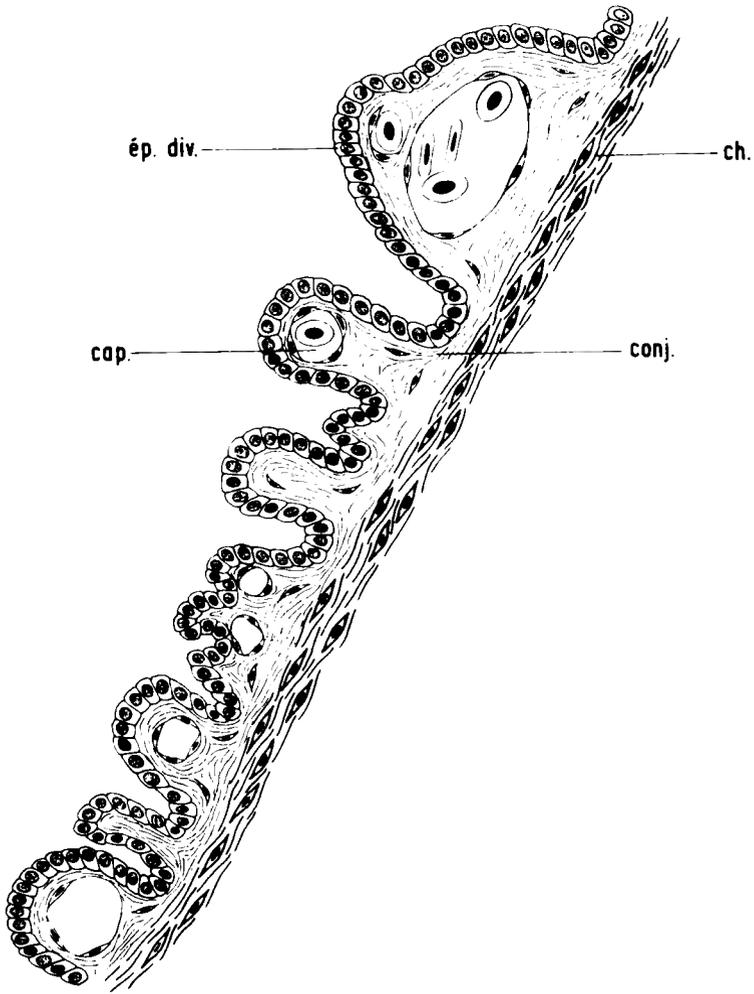


FIG. 23. — Coupe transversale dans la paroi du diverticule de la vessie natatoire de *Stomatorhinus punctulatus* BLGR.

cap.: capillaires; ch.: chorion; conj.: conjonctif; ép. div.: épithélium du diverticule

du second, par son étranglement médian, réalise deux chambres pneumatiques communiquant entre elles et dont la deuxième se prolonge au-delà et en arrière de l'anus.

Le volume de la vessie natatoire des *Mormyridae* est variable: il est inférieur ou égal à 45 % du volume de la cavité générale

chez *Isichthys*, *Mormyrops*, *Petrocephalus* et *Mormyrus*; compris entre 45 et 50 % chez *Gnathonemus* et *Stomatorhinus*; et supérieur à 50 % chez *Hyperopisus* et *Marcusenius*.

Quant à la vessie de *Gymnarchus*, elle se caractérise par le fait qu'elle est pulmonaire, hautement vacuolisée et fortement irriguée. De plus, elle est courte, de faible volume et débouche par une glotte très large dans l'œsophage; enfin, elle n'est protégée par aucun septum et est extensible.

D. L'OREILLE INTERNE

1. HISTORIQUE

La première description de l'oreille interne des Mormyroïdes est donnée par HEUSINGER (1826), chez *Petrocephalus bane*. Cet auteur découvrit la vésicule gazeuse de l'oreille interne au milieu des canaux semi-circulaires. D'après lui, le saccule ne forme qu'un seul organe avec la vésicule et il le désigne sous le nom de « sac à pierre du labyrinthe » ou « sac du limaçon ». VALENCIENNES (1846), chez *Mormyrus cashive*, précise davantage en faisant la distinction entre « vessie ovale » et saccule mais appelle encore ces deux organes « le petit sac membraneux » qui se trouve divisé en deux parties:

(...) l'une, plus grande et antérieure; l'autre, petite et profonde, et qui contient un petit osselet de l'oreille.

ERDL (1847) découvre chez le même genre « le deuxième sac à pierre » qui recevra plus tard le nom de « lagena ». Il voit erronément une communication entre ce sac et le canal semi-circulaire postérieur.

MARCUSEN (1854) découvre chez *Mormyrus*

(...) la troisième pierre qui est située dans un petit sac spécial (= utricule), situé lui-même à côté des ampoules des canaux semi-circulaires antérieurs et horizontaux.

Il croit aussi à une communication entre la lagena et le labyrinthe.

FISCHER (1854) nous donne la première description précise, bien qu'encore incomplète de l'oreille interne chez *Mormyrus*. Il note que les organes auditifs du *Mormyrus* se trouvent en par-

tie dans la substance des os du crâne et en partie dans la cavité crânienne, qu'ils sont limités vers l'intérieur de la cavité otique par les méninges et vers l'extérieur par la paroi crânienne osseuse à laquelle s'adjoint le « dôme tympanique » (= *scale bone*). Il ne distingue pas la communication lagena-labyrinthe signalée par ERDL et MARCUSEN.

A propos de la vésicule gazeuse, il distingue deux vessies, l'une dans l'autre: une externe, qu'il appelle « vessie en forme d'œuf », et une interne qu'il appelle « vessie douce ». Celle-ci est constituée de fibres élastiques.

En plus de la localisation des os crâniens limitant la cavité otique, qui sera reprise avec plus de précision par STIPETIC, il décrit pour la première fois la nervation de l'oreille; en plus des rameaux nerveux qui innervent les ampoules, le saccule et la lagena (il ne décrit pas l'innervation de l'utricule), FISCHER distingue un petit nerf qui innerve ventralement la vésicule auditive: nous verrons plus loin qu'il n'en est rien.

BUDGETT (1901-1906) a décrit le développement embryonnaire de l'oreille interne de *Gymnarchus*. Il explique que chez la larve de 5 jours, « l'organe auditif » est un « sac » presque sphérique qui subit par la suite une transformation en saccule, en utricule et en trois canaux semi-circulaires. Après 43 jours, il n'y a plus de grands changements: les canaux verticaux antérieurs gauche et droit recouvrent la partie supérieure du cervelet et se rejoignent presque. Il ajoute que

(...) la *bulla* (vésicule auditive) de la vessie natatoire a considérablement grandi et se trouve maintenant plus haut, au-dessus du cartilage du canal horizontal.

BUDGETT termine en précisant que le saccule et la lagena, ayant leur propre réseau nerveux, se trouvent complètement séparés de l'utricule. Il ne nous parle pas de la position de la lagena qui, comme nous le verrons, est très particulière chez *Gymnarchus*; il dit simplement:

La lagena est très longue et couchée dans la matière osseuse.

BALLANTYNE (1927) étudie le développement embryonnaire de la vessie natatoire de *Gymnarchus*. Il nous dit que pendant les premiers stades larvaires, celle-ci est en communication avec

les vésicules auditives gauche et droite par un canal ayant la forme d'un Y. Plus tard, lors de l'ossification du crâne, la branche médiane ainsi que l'extrémité postérieure des conduits latéraux, régressent et disparaissent, séparant ainsi totalement les trois organes en question. BALLANTYNE prouve ainsi que la vésicule gazeuse de l'oreille interne des Mormyroïdes est en fait une dépendance de la vessie natale. On sait que les harengs conservent à l'état adulte cette communication entre l'oreille et la vessie.

GOTTBEHÜT (1935) confirme entre autres l'inexactitude de l'unité du complexe vésicule auditive-sacculé et distingue correctement la communication sacculé-lagena chez *Hyperopisus*.

EVANS (1935) donne une description et un schéma un peu simpliste du labyrinthe que STIPETIC qualifiera plus tard de

(...) très superficiel et présentant des obscurités dans les détails.

Elisabeth STIPETIC (1939) est le premier auteur qui étudia l'histologie et la physiologie de l'oreille interne des Mormyroïdes (*Gnathonemus macrolepidotus* et *Marcusenius isidori*) et montra comment la vésicule gazeuse pouvait jouer un rôle acoustique. Voici les conclusions qu'elle a tirées de ses observations:

(1) Dans le labyrinthe acoustique des Mormyres se trouve une vessie à cloison mince qui représente une dépendance de la vessie natale; elle se trouve en liaison étroite avec le sacculé et est recouverte, vers l'extérieur par une plaque osseuse.

(2) Il n'existe pas de liaison entre utricule et sacculé; le sacculé et la lagena sont reliés l'un à l'autre par un court canal de faible diamètre.

(3) L'opercule osseux (= *scale bone*) est extrascapulaire: il est situé un peu au-dessus de la vessie et est contenu dans un tissu conjonctif lâche (qui assure la liaison entre l'*epioticum* et le *ptericum*).

(4) La cloison de la vessie est formée de tissu conjonctif fort, qui est sillonné de fibres élastiques.

(5) La limite entre le sacculé et la vessie est formée par une membrane extrêmement mince et sans structure, qui est tendue au moyen d'un gros anneau de fibres élastiques. D'éventuelles vibrations de la vessie peuvent donc être répercutées par l'endolymphe du sacculé, grâce à l'intervention de cette membrane.

(6) A l'intérieur de la vessie ovale, se trouve un épithélium contenant des plages de cellules glandulaires gazeuses. Un *rete mirabile*, issu de ramifications latérales de l'*aorta dorsalis*, envoie ses capillaires dans l'épithélium glandulaire et lui fournit le sang dont il a besoin.

(7) L'efficacité du système auditif des *Mormyridae* a été précisée par dressage. (...) Les *Mormyridae* peuvent distinguer l'intervalle d'une petite tierce d'une façon absolue, ce qui, jusqu'à nos jours, n'a pu être établi que dans un seul cas, chez le varion.

STIPETIC apporte quelques précisions à l'irrigation sanguine de la vésicule gazeuse:

L'épithélium glandulaire occupe toute l'étendue de la paroi médiane de la vessie. Son épaisseur (...) est constituée d'une à quatre rangées de cellules. (...) Ce dernier réseau, le réseau admirable est (...), unipolaire (?), ce qui équivaut à dire que les capillaires qui sont issus de lui ne se réunissent plus pour former des vaisseaux plus grands, mais pénètrent ventralement dans l'épithélium glandulaire.

STIPETIC indique qu'elle n'a pas trouvé la petite branche nerveuse provenant du nerf vague que FISCHER avait signalée.

En résumé, nous constatons que l'oreille interne, à l'exception des otolithes, n'a encore jamais été décrite chez *Mormyrops*, *Hyperopsis*, *Stomatorhinus*, *Isichthys* et *Gymnarchus*.

2. OBSERVATIONS PERSONNELLES

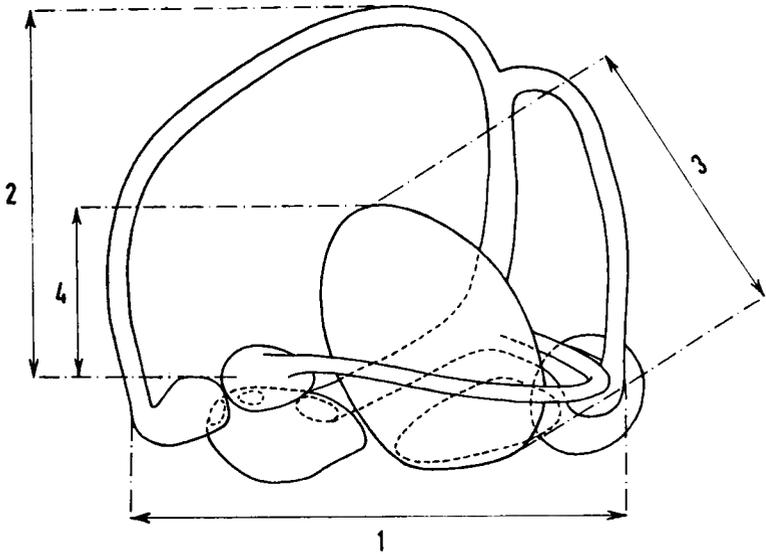


FIG. 24. — Méthode de mensuration de l'oreille interne
 1. longueur de l'oreille; 2. hauteur de l'oreille ou hauteur des canaux semi-circulaires verticaux; 3. grand axe de la vésicule auditive; 4. hauteur de la vésicule au-dessus du canal horizontal

Les mensurations de l'oreille interne des Mormyroïdes qui seront mentionnées dans ce chapitre ont été prises de la manière suivante (*fig. 24*):

— Ce qui est rapporté comme étant la « longueur de l'oreille » est la distance existant entre l'extrémité antérieure de l'ampoule antérieure et l'extrémité postérieure de l'ampoule postérieure.

— La « hauteur de l'oreille » (ou hauteur des canaux semi-circulaires verticaux) est la plus grande hauteur des canaux verticaux au-dessus du plan horizontal dans lequel est situé le canal horizontal. Ce canal n'étant pas rigoureusement dans ce plan, la mensuration en question a été prise, par convention, à partir du centre du canal horizontal juste à sa sortie de l'ampoule externe.

Afin de donner une échelle de grandeur aux figures qui sont présentées, nous précisons quelques valeurs numériques:

— La longueur de l'oreille interne, mesurée chez tous les exemplaires disséqués, variait entre 4,9 et 12 mm (longueur standard: 64 et 388 mm); chez la majorité, elle oscillait entre 8 et 10 mm (longueur standard: 160 à 210 mm).

— Le diamètre des canaux semi-circulaires des *Mormyridae* variait entre 0,35 et 0,6 mm pour le canal vertical antérieur, entre 0,3 et 0,35 mm pour le canal vertical postérieur et entre 0,15 et 0,25 mm pour le canal horizontal.

— *Gnathonemus petersii* (GUNT.) (*fig. 25 à 32, pl. IV, V; pl. VI, phot. 1*)

L'oreille interne de *Gnathonemus* a déjà été étudiée par STIPTIC chez l'espèce *G. marcrolepidotus* (voir « Historique » p. 48). Nous redécrivons ce genre en précisant davantage et en complétant le travail de cet auteur, notamment en parlant de la position du *scale bone* et de l'innervation du labyrinthe; cette dernière n'a été décrite jusqu'à présent que d'une façon incomplète chez *Mormyrus* par FISCHER (voir « Historique » p. 46).

Lorsqu'on enlève l'épiderme mince qui recouvre la face latéro-dorsale du crâne en arrière des yeux, on découvre un os triangulaire mince, bombé, plus ou moins transparent, souple et fragile (*fig. 25*). Cet os, qu'on appelle *scale bone* parce qu'il ressemble à une écaille, est allongé dans le sens antéropostérieur, sa base horizontale étant plus grande que sa hauteur; son côté an-

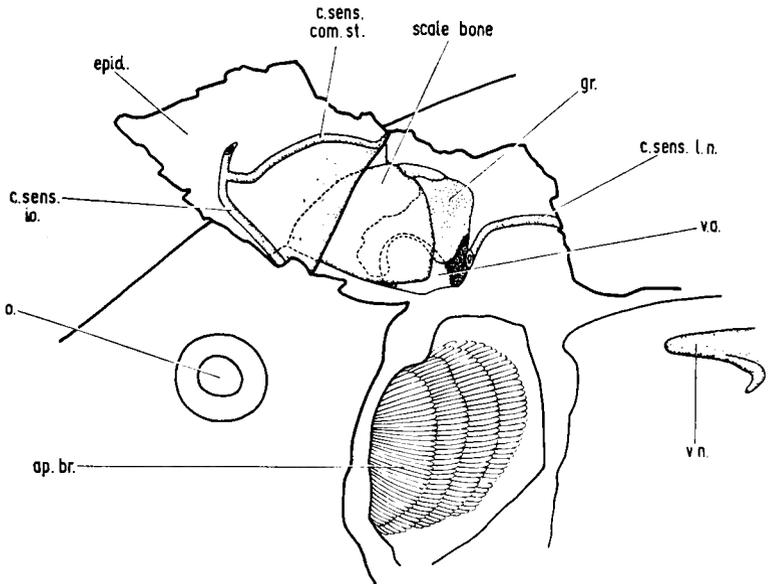


FIG. 25. — Aspect de la cavité otique de *Gnathonemus petersii* (GUNT.) après soulèvement de l'épiderme à cet endroit

ap.br.: appareil branchial; c. sens. com.st.: canal sensoriel de la commissure supratemporale; c.sens.io.: canal sensoriel infraorbitaire; c.sens.l.n.: canal sensoriel de la ligne latérale; ép.: épiderme; gr.: graisse; o.: œil; v.a.: vésicule auditive; v.n.: vessie natatoire

térieur est plus long que son côté postérieur. A l'arrière de l'anglé postérieur de ce triangle osseux, apparaît la cavité otique qui se prolonge en-dessous de lui: c'est à ce niveau qu'aboutit le canal sensoriel de la ligne latérale qui bifurque à cet endroit en formant, d'une part, la commissure supratemporale qui monte le long du bord postérieur du *scale bone* vers son sommet, et d'autre part le canal sensoriel infraorbitaire qui longe la base de l'os en question en direction de l'œil. De plus, un troisième canal préoperculaire quitte ce même carrefour et descend obliquement vers l'opercule.

Si on appuie légèrement sur le *scale bone* au moyen d'une épingle, on s'aperçoit qu'il s'enfonce très facilement et revient à sa position initiale dès qu'on cesse d'appuyer. Une fois les canaux sensoriels sectionnés au niveau de leur bifurcation, à l'angle postérieur de l'os, le *scale bone* se soulève facilement si l'on glisse en-dessous de celui-ci une épingle, par l'ouverture

située postérieurement, et si on exerce, au moyen de celle-ci, une légère pression vers l'extérieur. Une fois l'os soulevé, apparaît une cavité triangulaire (*pl. IV, 1*), de forme presque équilatérale, beaucoup plus petite que le *scale bone* lui-même: il s'agit de la cavité otique. Celle-ci, dont les bords sont arrondis, est limitée par des os crâniens très épais et durs. Le *scale bone* repose uniquement sur l'os pariétal qui borde en avant la cavité otique tandis que sa partie postérieure, en porte-à-faux au-dessus de cette cavité, ne ferme pas complètement l'ouverture de celle-ci (*fig. 25, pl. IV, 2*).

Par l'ouverture de la cavité otique apparaît émergeant légèrement au dehors, le sommet d'une grande vésicule arrondie entourée d'un manchon de graisse. Celui-ci enlevé, on s'aperçoit que cette vessie aux contours encore imprécis, est recouverte d'une fine membrane, transparente, pigmentée de chromatophores et abondamment innervée. La dissection montrera que ces ramifications nerveuses proviennent du nerf vague qui sort du cerveau en arrière de l'oreille interne. Cette fine membrane est tendue au travers de toute l'ouverture de la cavité otique et tapisse l'intérieur de celle-ci épousant la forme de la vésicule. Il semble bien qu'il s'agisse là de la vessie externe ou de la « vessie en forme d'œuf » de FISCHER. Cette membrane une fois supprimée, la vésicule apparaît plus petite, dans tout son éclat de nacre (*pl. IV, 1*), parsemée elle aussi, çà et là, de chromatophores comme l'ont décrits plusieurs auteurs chez d'autres genres de Mormyroïdes: il s'agit de la vésicule auditive. Sa membrane est souple et élastique mais légèrement plus épaisse, semble-t-il, que la membrane externe que l'on a enlevée. Contrairement à cette dernière, elle n'est pas innervée, du moins dans l'hémisphère supérieur que l'on peut apercevoir à ce stade de la dissection. Si on replace maintenant le *scale bone* dans sa position originelle, on s'aperçoit que:

1. Sa face interne, concave, repose contre la paroi de la vésicule auditive latérodorsalement: si on appuie légèrement sur cet os souple, ce dernier comprime celle-ci dans la cavité otique.

2. Le *scale bone* ménage en arrière une lacune au travers de laquelle on distingue souvent une petite partie de la vésicule

qui n'est pas recouverte par cet os (*fig. 25*) mais par le début de la section otique du canal sensoriel infraorbitaire.

Nous ne reviendrons plus sur l'ostéologie de la région otique du crâne des Mormyroïdes qui fut décrite d'une manière fort complète par STIPETIC à l'exception d'un nouveau petit os dont nous parlerons plus loin au sujet de la vésicule auditive; nous tenterons cependant de préciser davantage la morphologie de l'oreille à la lumière des connaissances actuelles.

L'oreille interne de *Gnathonemus petersii* occupe les 47 % de la longueur de l'encéphale. Le labyrinthe de l'oreille et la vésicule auditive sont situés contre les méninges du mormyrocerbellum. On découvre trois canaux semi-circulaires (*fig. 26 à 28, pl. V, 1*): deux canaux verticaux, l'un antérieur et l'autre postérieur, perpendiculaires entre eux, prenant naissance à l'extrémité supérieure d'un tronc vertical (= crosse commune) qui les soutient, et se terminant chacun vers le bas par une ampoule (= ampoule antérieure et ampoule postérieure); un canal horizontal, ou externe, débutant à l'extrémité inférieure de la crosse, en arrière de celle-ci et se terminant vers l'avant de l'oreille par une ampoule (= ampoule externe) juste en arrière de l'ampoule antérieure, après avoir contourné extérieurement la vésicule auditive. Ces trois ampoules débouchent toutes dans une même cavité: les deux ampoules, respectivement l'antérieure et l'externe, s'ouvrent individuellement dans l'utricule proprement dit qui contient un otolith (le *lapillus*); l'ampoule postérieure, de forme plus allongée que les deux premières, débouche à l'extrémité inférieure de la crosse commune, sous le canal horizontal, dans ce que nous appellerons « le vestibule utriculaire » qui prolonge l'utricule vers l'arrière: ce vestibule est plus ou moins de forme cylindrique mais est beaucoup plus épais que les canaux semi-circulaires. Ce sont donc cinq orifices qui s'ouvrent dans le complexe utricule-vestibule utriculaire, orifices mettant celui-ci en communication respectivement avec: les trois ampoules, la branche supérieure du canal horizontal et la crosse commune.

Des trois canaux semi-circulaires, c'est le canal vertical antérieur qui est le plus long et le plus large. Il est aussi le seul qui ne soit pas entièrement enveloppé dans la masse osseuse: seules, ses extrémités pénètrent dans l'os. Il est véritablement comprimé

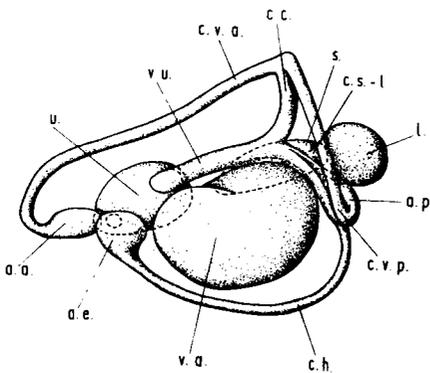
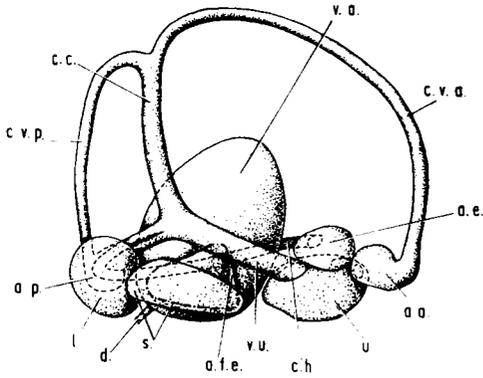
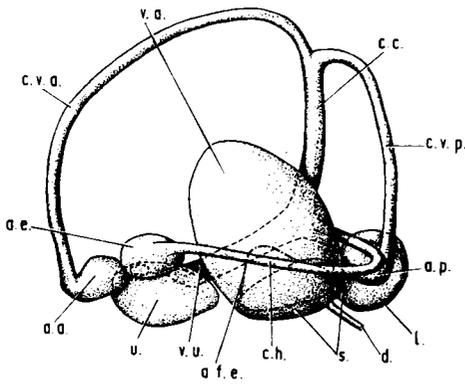


FIG. 26. — Vue latérale externe

FIG. 27. — Vue latérale interne

FIG. 28. — Vue dorsale

- a.a.: ampoule antérieure
- a.e.: ampoule externe
- a.f.e.: anneau de fibres élastiques
- a.p.: ampoule postérieure
- c.c.: crosse commune
- c.h.: canal horizontal
- c.s.-l.: canal sacculle-lagena
- c.v.a.: canal vertical antérieur
- c.v.p.: canal vertical postérieur
- d.: diverticule (ou canalicule aveugle de la vésicule)
- l.: lagena
- s.: sacculle
- u.: utricule
- v.a.: vésicule auditive
- vais.s.: vaisseau sanguin
- v.u.: vestibule utriculaire

FIG. 26 à 28. — Oreille interne gauche de *Gnathonemus petersii* (GUNT.)

entre l'os pariétal et les méninges du « mormyrocerecellum » (nom donné par FRANZ au cervelet des Mormyroïdes) à un point tel que non seulement, il est aplati latéralement et n'a plus la forme cylindrique dans sa région médiane et ventrale, mais encore, il pratique souvent à ce niveau une gouttière plus ou moins profonde dans le cervelet. Le canal antérieur se trouve enserré dans une enveloppe conjonctive mince qui a apparemment la même constitution que la méninge nacrée et pigmentée qui recouvre le mormyrocerebellum. Dans sa partie supérieure, juste avant de déboucher dans la crosse commune, le canal présente dans sa paroi dorsale un petit renflement, déjà signalé par GOTTBEHÜT, et appelé par celui-ci: « apex » parce qu'il est situé approximativement au sommet du labyrinthe. STIPETIC nous dit que le canal antérieur monte plus haut que le postérieur dans la voûte crânienne: c'est le cas, en effet, chez *Gnathonemus*, où le canal antérieur dépasse en hauteur le canal postérieur d'au moins trois diamètres, mais nous verrons que chez bien des genres ces deux canaux atteignent la même hauteur et que, chez quelques-uns même, le canal postérieur dépasse le canal antérieur.

Le canal antérieur, chez *Gnathonemus*, s'allonge légèrement en avant de l'ampoule antérieure.

Le canal postérieur est moins épais que le canal antérieur mais cependant plus large que le canal horizontal. Il est entièrement enveloppé dans la masse osseuse ainsi que son ampoule.

Le canal horizontal, très mince, est entouré aussi par l'os, mais très inégalement, le manchon osseux étant toujours beaucoup plus épais extérieurement et ventralement qu'intérieurement à la cavité otique où l'os, parfois, disparaît complètement au point de n'être plus qu'un support ou un rempart externe et ventral pour ce canal.

Le labyrinthe de l'oreille est, chez *Gnathonemus*, un peu plus long que haut, la hauteur des canaux verticaux valant les 74 % de la longueur de l'oreille.

La crosse commune est presque verticale et descend légèrement obliquement vers l'avant. Elle est comprise entre le mormyrocerebellum et les os occipitaux (exoccipital et basioccipital). Elle n'est pas visible latéralement parce qu'elle est recouverte entièrement par le lobe postérieur du mormyrocerebellum (*fig. 32*).

Elle est entourée, ainsi que le vestibule utriculaire, par une épaisse membrane conjonctive qui semble être issue des méninges.

Rappelons que les trois ampoules sont entièrement enveloppées dans la masse osseuse tandis que l'utricule ne l'est que sur son côté externe.

Le cercle limité par le canal horizontal et le complexe utriculaire est occupé par la vésicule auditive. Celle-ci présente la forme d'un œuf dont le bout pointu est dirigé vers le haut, obliquement vers l'avant, légèrement vers l'extérieur. Elle contient du gaz. Elle est petite: son grand axe, faiblement incliné, n'équivaut qu'aux 88 % de la hauteur des canaux verticaux et la hauteur de la vésicule au-dessus du canal horizontal aux 45 % de cette même hauteur. Sur son pourtour externe, elle ménage un large espace entre sa paroi et le canal horizontal. Le grand axe de la vésicule auditive vaut les 10 % de la longueur de la vessie nataoire. Ventralement, sur son côté interne par rapport au cerveau, est accolé le saccule (*fig. 27, 28, 29 et 31; pl. V, 3 et 4*): sac allongé et aplati dans le sens dorso-ventral, et qui contient un otolithe (la *sagitta*). Une fine membrane, presque transparente sépare cet otolithe de la cavité de la vésicule gazeuse; comme nous l'a dit STIPETIC, celle-ci est tendue par un anneau de fibres élastiques. Cet anneau et cette membrane sont facilement visibles si on sépare la vésicule du saccule; ce lien est d'ailleurs très fragile.

A l'extrémité postérieure du saccule s'ouvre un canal, très étroit et court, qui met celui-ci en communication avec la lagena (*fig. 27, 28, 29 et 31; pl. V, 3 et 4*) qui est un grand sac circulaire aplati dans le sens antéropostérieur et qui contient un otolithe (*l'asteriscus*) ayant, comme l'ont décrit certains auteurs, la forme d'un rein. La lagena est située, comme chez tous les *Mormyridae*, en arrière de la vésicule auditive (*pl. IV, 3*), à l'extérieur du labyrinthe, le long de l'extrémité horizontale de l'ampoule postérieure. En hauteur, elle ne dépasse pas le niveau du canal horizontal mais dépasse en arrière l'ampoule postérieure. Le saccule ainsi que la lagena sont enveloppés dans la masse osseuse. Une paroi osseuse sépare en avant le saccule de l'utricule. De plus, la masse osseuse qui recouvre ces deux sacs à otolithe se continue vers le haut contre la vésicule auditive, dont elle épouse

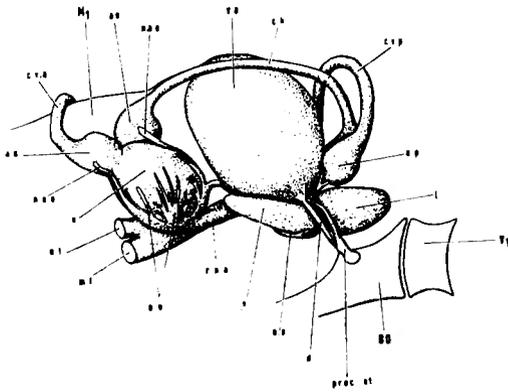
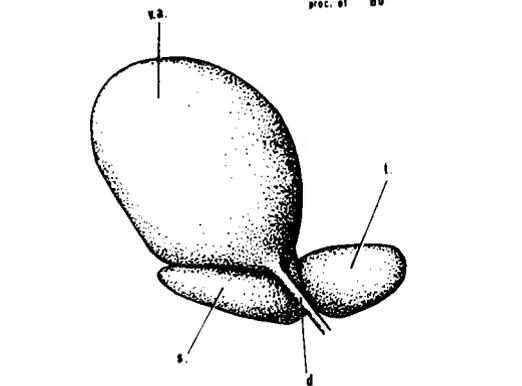
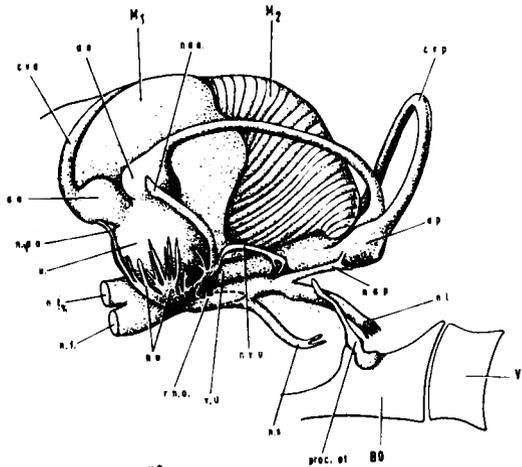


FIG. 29. — Labyrinthe (utricule et ses trois canaux semi-circulaires) et complexe vésiculaire (sacule, lagena et vésicule)

FIG. 30. — Labyrinthe seul

FIG. 31. — Complexe vésiculaire seul



- a.a.: ampoule antérieure
- a.e.: ampoule externe
- a.p.: ampoule postérieure
- b.o.: basioccipital
- c.h.: canal horizontal
- c.v.a.: canal vertical antérieur
- c.v.p.: canal vertical postérieur
- d.: diverticule (ou canalicule) aveugle de la vésicule
- l.: lagena
- M1.: mormyrocerebellum (lobe antérieur)
- M2.: mormyrocerebellum (lobe postérieur)
- n.a.a.: nerf de l'ampoule antérieure
- n.a.e.: nerf de l'ampoule externe
- n.a.p.: nerf de l'ampoule postérieure
- n.f.: nerf facial
- n.l.: nerf de la lagena
- n.s.: nerf du saccule
- n.t.: nerf trijumeau
- n.u.: nerf de l'utricule
- n.v.u.: nerf du vestibule utriculaire
- proc.ot.: processus otique
- r.n.a.: racine du nerf auditif (localisé sur le croquis par le trait pointillé)
- s.: saccule
- u.: utricule
- V1.: 1^{re} vertèbre
- v.a.: vésicule auditive
- v.u.: vestibule utriculaire

FIG. 29 à 31. — Oreille interne gauche de *Gnathonemus petersii* (GUNT.) vue latéroventrale externe

la courbe, jusqu'au niveau du canal horizontal, protégeant ainsi l'hémisphère ventral de celle-ci par un solide bouclier en forme de demi-coupe. Les trois otolithes sont visibles dans leur sac membraneux par transparence.

Nous n'avons trouvé aucune communication ni entre la lagena et l'ampoule postérieure (comme ERDL et MARCUSEN), ni entre le saccule et l'utricule (comme EVANS). Il résulte de cette structure, comme l'a montré STIPETIC, que le système vésicule auditive-saccule-lagena est indépendant du labyrinthe de l'oreille.

Expérience qui semble corroborer cette indépendance:

Nous avons injecté une petite bulle d'air dans l'endolymphe de chacun des canaux semi-circulaires; si, ensuite, nous exercions une pression externe soit sur l'utricule, soit sur une des trois ampoules, les trois bulles se déplaçaient dans les canaux; si, par contre, nous exercions une pression externe soit sur le saccule, soit sur la lagena, les bulles d'air demeuraient complètement immobiles. Cette expérience a été répétée chez plusieurs autres genres de *Mormyridae* au cours des dissections et donna le même résultat.

La vésicule auditive est ventralement prolongée au niveau du saccule, par un petit canal (*fig. 29 et 31; pl. V, 2*) qui descend obliquement vers l'arrière et vers l'intérieur en se rétrécissant; aveugle à son extrémité, celui-ci est lui-même prolongé par un mince vaisseau sanguin qui s'enfonce dans la masse osseuse du basioccipital. La structure de ces deux organes sera précisée dans la partie histologie (p. 69). Ils sont présents chez tous les autres Mormyroïdes. Vu la position de ce vaisseau sanguin, il paraît évident qu'il représente ce que FISCHER (voir « Historique ») pensait être un nerf. Quant à nous, comme STIPETIC, nous n'avons trouvé aucune innervation intéressant la vésicule auditive.

En arrière de ce diverticule, et presque parallèle à celui-ci, se dresse obliquement une très fine tige osseuse (*fig. 29 et 30*), faiblement sinueuse, dont l'extrémité postérieure, élargie et aplatie, est fixée dorsalement au basioccipital et dont l'extrémité antérieure, libre et pointue, s'appuie contre la paroi ventrale de la vésicule auditive, légèrement en arrière du diverticule et plus intérieurement. Mince et flexible, cette tige osseuse pourrait enregistrer les vibrations de la vésicule, ou lui transmettre de telles

vibrations ou encore simplement jouer le rôle d'un organe de soutien. Il nous est impossible de trancher cette question qui à elle seule mériterait une étude spéciale. Nous avons retrouvé cet os dont l'existence n'a encore jamais été signalée, chez tous les Mormyroïdes. Il s'agit peut-être d'un vestige de l'opisthotique que les auteurs (cf. RIDWOOD) considèrent comme absent chez les Mormyroïdes.

Quant à l'innervation de l'oreille interne, nous avons observé la même que celle signalée par FISCHER, à savoir l'innervation des trois ampoules, du saccule et de la lagena par le nerf auditif.

En plus, nous avons trouvé les ramifications du nerf auditif qui innervent l'utricule et le vestibule utriculaire ainsi qu'un petit nerf provenant du vague qui innerve la crosse commune et le canal horizontal. Ces différentes innervations n'ont pas encore été signalées chez les Mormyroïdes (*fig. 29 et 30*).

Les nerfs trijumeau et facial quittent le cerveau en avant du labyrinthe, au niveau de l'utricule, en passant ventralement entre ce dernier et l'encéphale et se dirigeant vers l'avant. Le nerf auditif sort au même endroit mais en-dessous et légèrement en arrière de l'utricule; à ce niveau il se divise en trois branches principales:

1) Une branche antérieure dorsale (dorsale, parce qu'elle est dirigée vers le haut) qui se subdivise en ramifications secondaires dont trois innervent latéroventralement et respectivement l'ampoule antérieure, l'ampoule externe et le vestibule utriculaire, et dont un grand nombre d'autres tapissent la partie latéroventrale externe de l'utricule.

2) Une branche médiane ventrale qui innerve la face latéroventrale externe du saccule après s'être ramifiée en deux rameaux.

3) Une branche postérieure qui se subdivise en deux nerfs: l'un, dorsal, longe la paroi ventrale du vestibule utriculaire avant d'innerver ventralement l'ampoule postérieure au moyen de deux rameaux; l'autre, ventral, descend obliquement vers l'arrière pour innerver, par un réseau étendu de rameaux, la face dorsale interne de la lagena.

Le nerf vague quitte le cerveau à la base de la crosse commune et longe postérieurement à cet endroit, le canal horizontal et

l'ampoule postérieure. De ce nerf, partent entre autres de très fins rameaux dont l'un remonte le long de la crosse tandis qu'un autre longe le canal horizontal; tous les deux se ramifient tout au long de leur trajet; innervant ainsi ces deux organes en plusieurs endroits. Un nerf plus épais, issu également du vague, vient innerver la fine membrane plus ou moins transparente qui recouvre la vésicule auditive.

L'oreille interne, comme chez tous les autres *Mormyridae* ne semble pas baigner dans la périlymphe alors que celle-ci est présente chez les autres poissons. Elle a peut-être régressé et n'est peut-être plus indispensable à la fonction de l'organe actuel. Il semble, comme on le verra qu'il n'en soit pas de même chez les *Gymnarchidae*.

— *Mormyrops deliciosus* (LEACH) (fig. 33; pl. VI, 2)

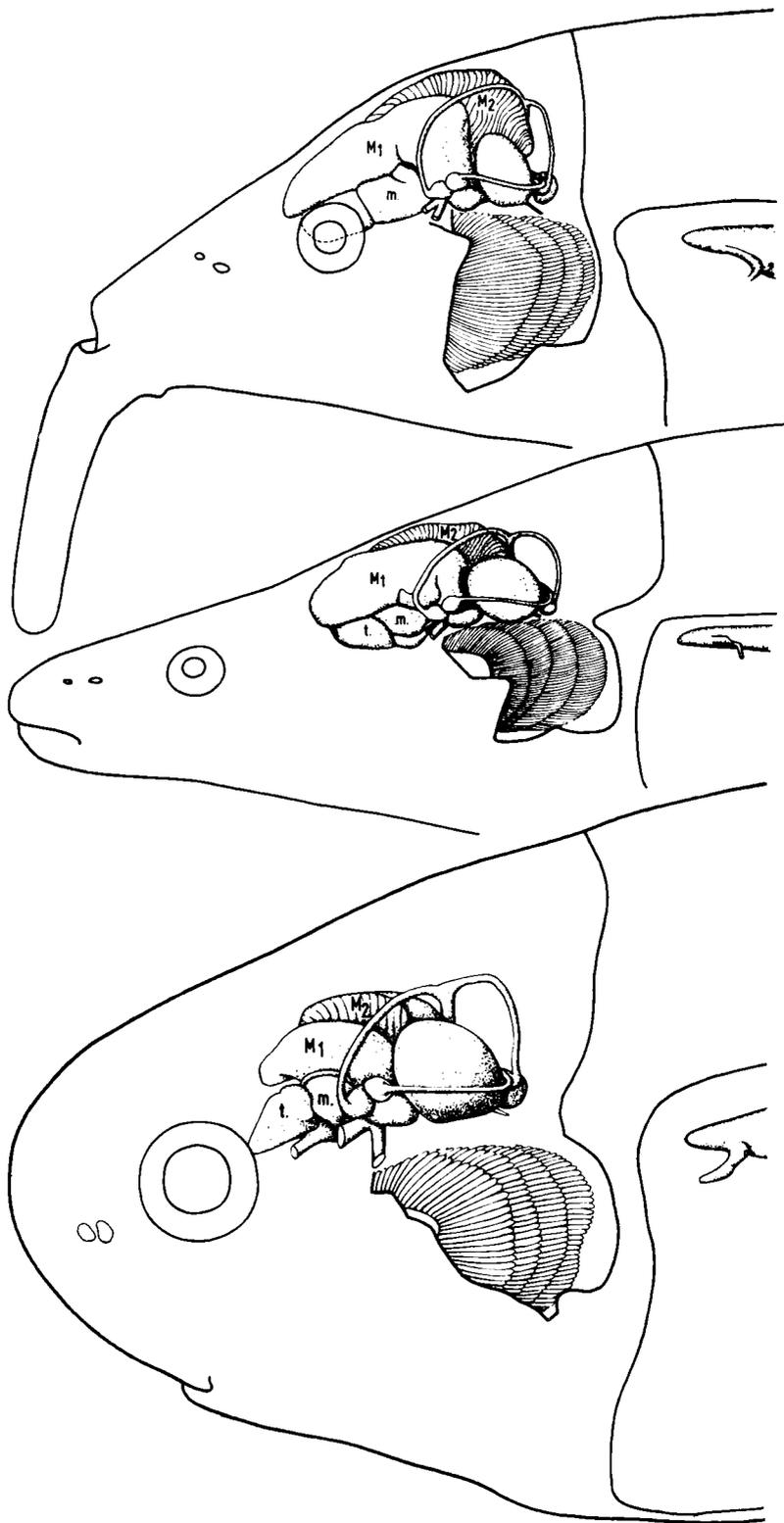
L'oreille interne de *Mormyrops* n'a pas encore été décrite.

Elle occupe les 63 % de la longueur de l'encéphale. Elle est beaucoup plus longue que haute: la hauteur des canaux semi-circulaires verticaux ne vaut que les 55 % de la longueur de l'oreille. Le canal vertical antérieur s'allonge loin en avant de l'ampoule antérieure: il ne dépasse en hauteur le canal postérieur que d'un demi-diamètre. La crosse commune est courte et est partiellement recouverte latéralement par le lobe postérieur du mormyrocerbellum.

La vésicule auditive, plus large que haute, a une forme ovale. Elle est grande: son grand axe, fortement incliné, équivaut aux 118 % de la hauteur des canaux verticaux et la hauteur de la vésicule au-dessus du canal horizontal aux 60 % de cette même hauteur. Sur son pourtour externe, elle ménage un large espace entre sa paroi et le canal horizontal. La lagena est petite et ne dépasse pas en arrière l'ampoule postérieure. Le grand axe de la vésicule auditive vaut les 12 % de la longueur de la vessie natatoire.

— *Petrocephalus bane* (LACEP.) (fig. 34; pl. VI, 3)

L'oreille interne de *Petrocephalus* a été décrite par HEUSINGER chez cette même espèce, mais d'une façon fort incomplète puisqu'il ne connaissait pas encore l'existence de l'utricule et de la



Oreille interne et cerveau de:

FIG. 32. — *Gnathonemus petersii* (GUNT.)

FIG. 33. — *Mormyrops deliciosus* (LEACH)

FIG. 34. — *Petrocephalus bane* (LACEP.)

M1: mormyrocerebellum (lobe antérieur); M2: mormyrocerebellum (lobe postérieur); m: mésencéphale; t: télencéphale.

lagna (voir « Historique » p. 46). Aucune autre étude n'a été faite depuis, si ce n'est sur les otolithes.

L'oreille interne occupe les 93 % de la longueur de l'encéphale. Elle est beaucoup plus longue que haute: la hauteur des canaux semi-circulaires verticaux ne vaut que les 59 % de la longueur de l'oreille. Le canal vertical antérieur ne s'allonge pas en avant de l'ampoule antérieure; il est d'un diamètre moins haut que le canal postérieur. La crosse commune est courte et n'est pas recouverte latéralement par le lobe postérieur du mormyrocerebellum.

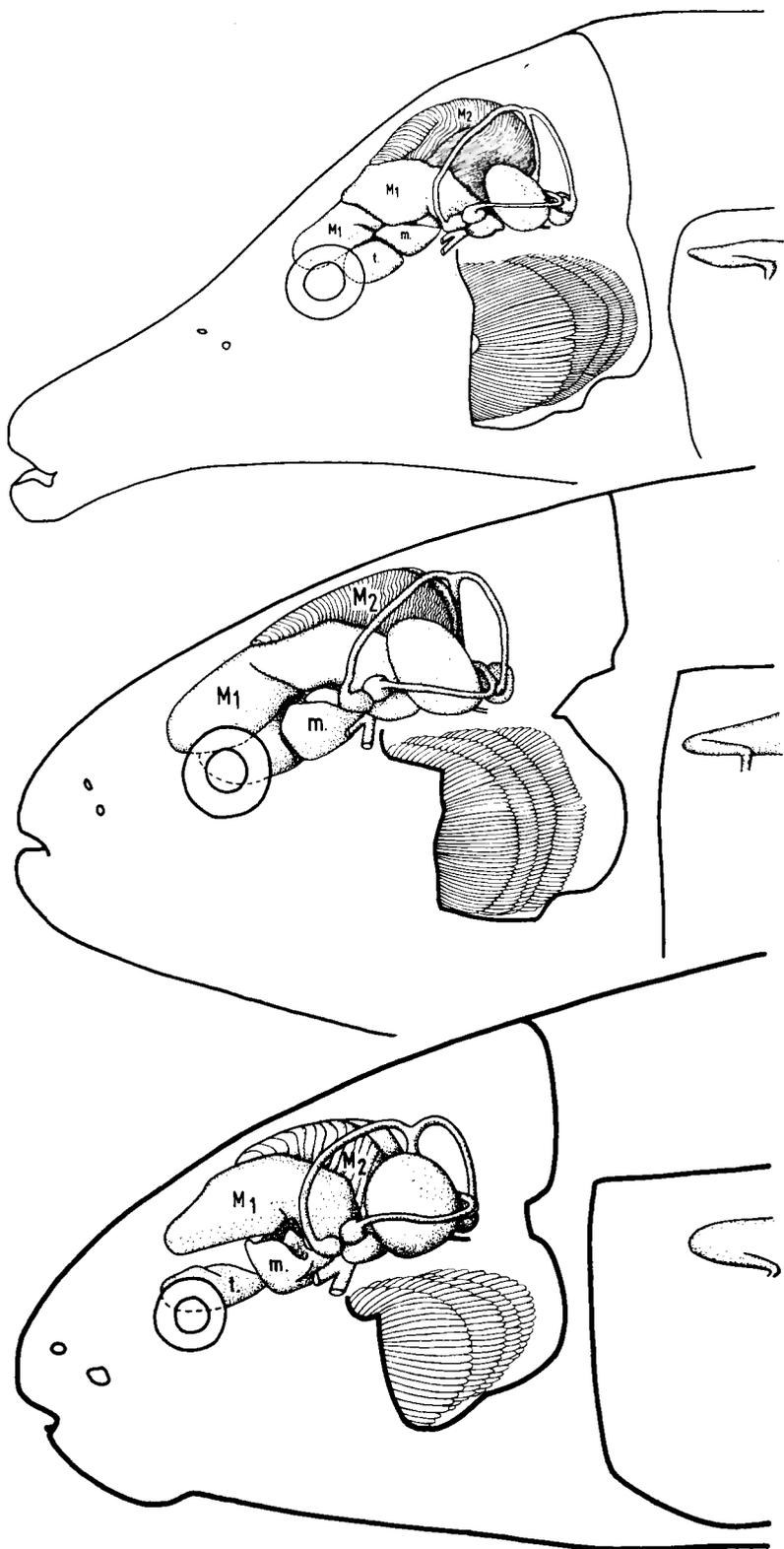
La vésicule auditive, plus haute que large, offre un profil irrégulier, plus polygonal qu'oval. Elle est très grande: son grand axe, très incliné, équivaut aux 117 % de la hauteur des canaux verticaux et la hauteur de la vésicule au-dessus du canal horizontal aux 72 % de cette même hauteur. Sur son pourtour externe, elle ménage un mince espace entre sa paroi et le canal horizontal. La lagena est très grande et dépasse largement en arrière l'ampoule postérieure. Le grand axe de la vésicule auditive vaut les 15 % de la longueur de la vessie natatoire.

— *Mormyrus rume proboscirostris* CUV. et VAL. (fig. 35; pl. VII, 1)

L'oreille interne de *Mormyrus* a déjà été décrite par VALENCIENNES (1846), ERDL (1847), FISCHER (1854), MARCUSEN (1854) et EVANS (1935). Seul FISCHER, nous en donne une description assez précise (voir « Historique »).

L'oreille interne de *Mormyrus rume proboscirostris* occupe les 50 % de la longueur de l'encéphale. Avec celle de *Gnathonemus*, elle est la plus haute de toutes les oreilles étudiées chez les Mormyroïdes; la hauteur des canaux semi-circulaires verticaux vaut les 74 % de la longueur de l'oreille. Le canal vertical antérieur s'allonge en avant de l'ampoule antérieure mais dans une mesure moindre que chez le précédent; il ne dépasse en hauteur le canal postérieur que d'un demi-diamètre. La crosse commune est longue et est partiellement recouverte latéralement par le lobe postérieur du mormyrocerebellum.

La vésicule auditive, beaucoup plus haute que large, a la forme d'un œuf. Elle est petite: son grand axe, moins incliné que chez *Mormyrops* et *Petrocephalus*, n'équivaut qu'aux 77 % de la hau-



Oreille interne et cerveau de:

FIG. 35. — *Mormyrus rume proboscicostris* CUV.

FIG. 36. — *Hyperopisus bebe occidentalis* (GILL)

FIG. 37. — *Marcusenius brachistius* GILL

M1: mormyrocerebellum (lobe antérieur); M2: mormyrocerebellum (lobe postérieur); m: mésencéphale; t: télencéphale.

teur du labyrinthe et la hauteur de la vésicule au-dessus du canal horizontal aux 42 % de cette même hauteur; ces valeurs sont les plus petites qui furent enregistrées chez les Mormyroïdes considérés. Sur son pourtour externe, elle ménage un très large espace entre sa paroi et le canal horizontal. La lagena est grande par rapport à l'utricule mais ne dépasse cependant pas en arrière l'ampoule postérieure. Le grand axe de la vésicule auditive vaut les 7,5 % de la longueur de la vessie natatoire.

— *Hyperopisus bebe occidentalis* (GILL) (fig. 36; pl. VII, 2)

L'oreille d'*Hyperopisus* occupe les 57 % de la longueur de l'encéphale. Elle est moyennement haute: la hauteur des canaux semi-circulaires verticaux vaut les 67 % de la longueur de l'oreille. Le canal vertical antérieur ne s'allonge pas en avant de l'ampoule antérieure et ne dépasse en hauteur le canal postérieur que d'un demi-diamètre. La crosse commune est relativement longue et partiellement recouverte par le lobe postérieur du mormyroce-rebellum.

La vésicule auditive, plus haute que large, a une forme ellipsoïdale. Elle est très allongée: son grand axe, assez incliné équivaut aux 107 % de la hauteur des canaux verticaux et la hauteur de la vésicule au-dessus du canal horizontal aux 60 % de cette même hauteur. Sur son pourtour externe, elle ménage un large espace entre sa paroi et le canal horizontal. La lagena est grande et dépasse en arrière l'ampoule postérieure. Le grand axe de la vésicule auditive vaut les 13 % de la longueur de la vessie natatoire.

— *Marcusenius brachistiis* GILL. (fig. 37; pl. VII, 3)

L'oreille interne de *Marcusenius* a été décrite par Elisabeth STIPETIC en même temps que celle de *Gnathonemus* en vue de préciser la structure générale d'une oreille de *Mormyridae*, mais elle ne différençia ces deux genres l'un par rapport à l'autre qu'au point de vue de la forme de leurs otolithes. Elle ne donne qu'un schéma de l'oreille d'un *Marcusenius isidori* afin de montrer la localisation de celle-ci dans la tête, sans détailler la structure anatomique.

L'oreille interne de *M. brachistiis* occupe les 59 % de la longueur de l'encéphale. Son labyrinthe est assez aplati: la hauteur

des canaux semi-circulaires vaut les 60 % de la longueur de l'oreille. Le canal vertical antérieur ne s'allonge pas en avant de l'ampoule antérieure; il ne dépasse pas en hauteur le canal postérieur. La crosse commune est courte et n'est pas recouverte latéralement par le cercelet.

La vésicule auditive, légèrement plus haute que large, est presque sphérique. Elle est grande, son grand axe faiblement incliné, équivaut aux 113 % de la hauteur des canaux verticaux et la hauteur de la vésicule au-dessus du canal horizontal aux 73 % de cette même hauteur. Sur son pourtour externe, elle ménage en arrière un espace moyen et en avant un faible espace entre sa paroi et le canal horizontal. La lagena est petite et ne dépasse pas en arrière l'ampoule postérieure. Le grand axe de la vésicule auditive vaut les 9,5 % de la longueur de la vessie nata-toire.

— *Stomatorhinus puncticulatus* BLGR. (fig. 38; pl. VIII, 1)

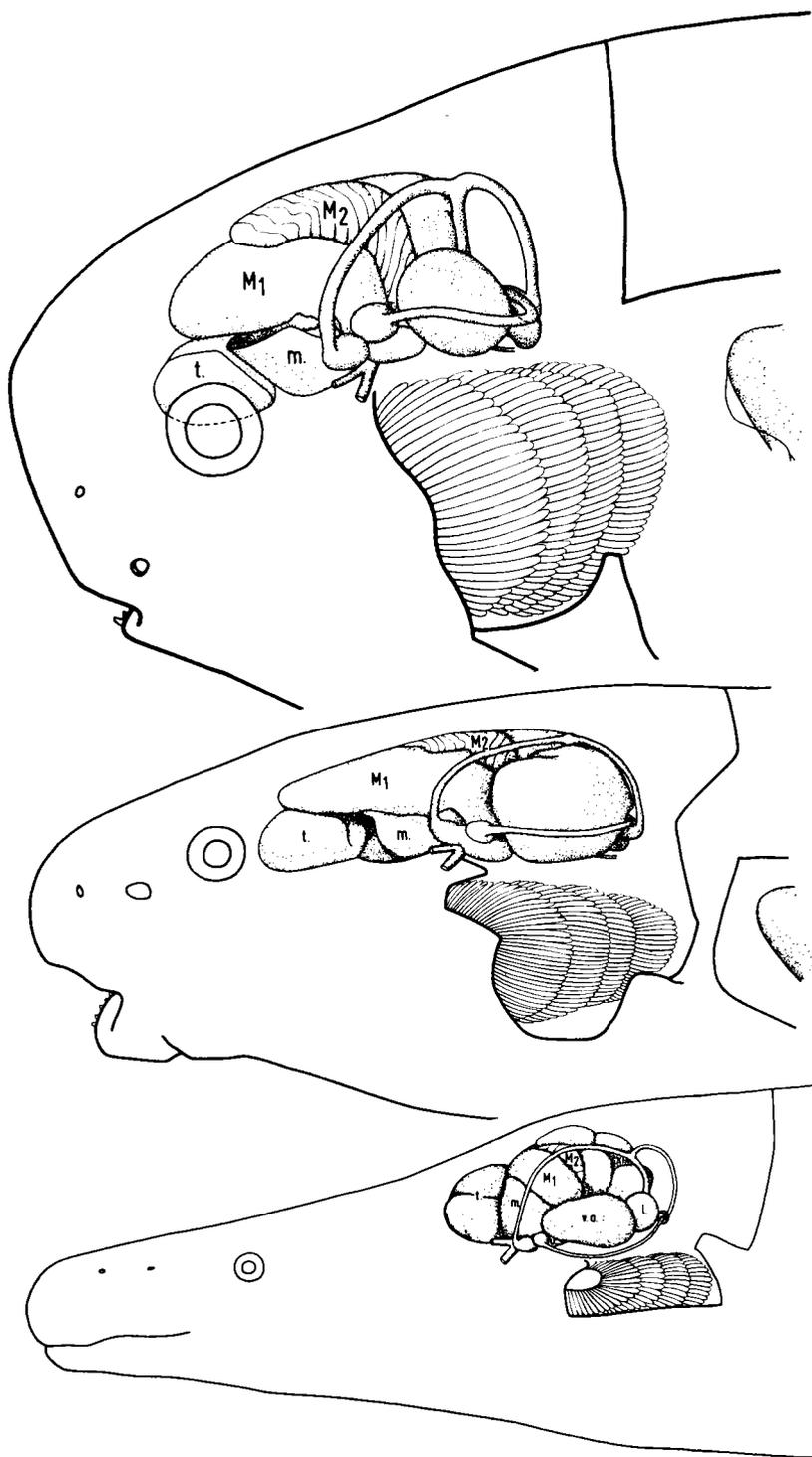
L'oreille interne de *Stomatorhinus* n'a pas encore été décrite.

Elle occupe les 67 % de la longueur de l'encéphale. Elle est moyennement haute, comme chez *Hyperopisus*: la hauteur des canaux semi-circulaires verticaux vaut les 66 % de la longueur de l'oreille. Les 3 canaux sont épais. Le canal vertical antérieur ne s'allonge pas en avant de l'ampoule antérieure; le canal postérieur le dépasse légèrement en hauteur. La crosse commune est courte et large. Elle n'est presque pas recouverte latéralement par le cercelet.

La vésicule auditive, aussi haute que large, a une forme ovale. Elle est petite: son grand axe, fortement incliné, n'équivaut qu'aux 85 % de la hauteur des canaux verticaux et la hauteur de la vésicule au-dessus du canal horizontal aux 46 % de cette même hauteur. Sur son pourtour externe, elle ménage un espace relativement large entre sa paroi et le canal horizontal. La lagena est assez petite et ne dépasse pas en arrière l'ampoule postérieure. Le grand axe de la vésicule auditive vaut les 17,5 % de la longueur de la vessie nata-toire.

— *Isichthys henryi* GILL (fig. 39; pl. VIII, 2)

L'oreille interne d'*Isichthys* n'a pas encore été décrite.



Oreille interne et cerveau de:

FIG. 38. — *Stomatorhinus puncticulatus* BLGR.

FIG. 39. — *Isichthys henryi* GILL

FIG. 40. — *Gymnarchus niloticus* CUV.

l.: lagena; M1: mormyrocerebellum (lobe antérieur); M2: mormyrocerebellum (lobe postérieur); m.: mésencéphale; t.: télencéphale; u.: utricule; v.a.: vésicule auditive

Elle occupe les 61 % de la longueur de l'encéphale. De tous les Mormyroïdes, elle possède le labyrinthe le plus aplati: la hauteur des canaux semi-circulaires verticaux ne vaut que les 46 % de la longueur de l'oreille. Le canal vertical antérieur ne s'allonge pas en avant de l'ampoule antérieure; il ne dépasse pas en hauteur le canal postérieur. La crosse commune est courte et n'est que partiellement recouverte latéralement par le cervelet.

La vésicule auditive, plus large que haute, a une forme irrégulière; son profil est trapézoïdal: elle est plus large dans sa moitié supérieure que dans sa partie inférieure. Elle est énorme: son grand axe, presque horizontal, équivaut aux 146 % de la hauteur des canaux verticaux et la hauteur de la vésicule au-dessus du canal externe aux 86 % de cette même hauteur. Sur son pourtour externe, elle déborde au-dessus du canal horizontal: celui-ci est même appliqué contre la vésicule dans une gouttière formée par sa paroi; ce canal est tellement tendu par celle-ci qu'il n'est plus cylindrique mais considérablement comprimé, à un point tel, qu'il ressemble plus à un ruban qu'à un conduit. Cette tension ne s'exerce pas dans la région postérieure. La lagena est petite et ne dépasse pas en arrière l'ampoule postérieure. Le grand axe de la vésicule auditive vaut les 9 % de la longueur de la vessie natatoire.

— *Gymnarchus niloticus* CUV. (fig. 40; pl. VIII, 3)

Rappelons que, jusqu'à présent, BUDGETT et BALLANTYNE sont les seuls à avoir étudié l'oreille interne de *Gymnarchus*, mais ils se sont surtout attachés au développement embryonnaire de celle-ci sans donner de description précise du stade adulte.

L'oreille interne de *Gymnarchus* occupe les 67 % de la longueur de l'encéphale. Elle est nettement plus longue que haute: la hauteur des canaux semi-circulaires verticaux vaut les 65 % de la longueur de l'oreille. Les canaux antérieur et horizontal sont beaucoup plus longs que chez les *Mormyridae*. Le premier ne s'allonge pas en avant de l'ampoule antérieure et ne dépasse pas en hauteur le canal postérieur. Les ampoules sont petites. L'utricule est ramené sous les ampoules antérieure et externe, et occupe une position beaucoup plus interne que chez les *Mormyridae*: il n'est pas visible latéralement. La crosse commune n'est pas recouverte par le cervelet: au contraire, elle longe celui-ci

extérieurement en se courbant très fort vers l'avant. De plus, elle n'est pas cylindrique mais fortement aplatie latéralement.

La vésicule auditive, beaucoup plus large que haute a une forme ovoïde allongée et irrégulière. Elle n'est pas très grande: son grand axe, qui est horizontal, équivaut aux 90 % de la hauteur des canaux verticaux. Elle baigne dans une grande quantité de périlymphe. Elle est presque entièrement située au-dessus du niveau du canal horizontal, qui s'incurve vers le bas, et mesure les 52 % de la hauteur des autres canaux. Sur son pourtour latéroventral externe, elle ménage un large espace entre sa paroi et le canal horizontal. Elle est prolongée ventralement par un cordon large et court alimenté par un épais vaisseau sanguin. La vésicule auditive, contrairement à ce qui se passe chez les *Mormyridae*, est séparée de l'encéphale et du vestibule utriculaire par une paroi osseuse qui rejoint le pariétal en arrière du canal vertical antérieur. Cet os, constitué par le ptérotique prolonge ceux (sphénotique et prootique) qui recouvrent intérieurement les ampoules externe et antérieure et ventralement semble pro-

Caractères comparés de l'oreille interne

	hauteur du labyrinthe en % de sa longueur	grand axe de la vésicule auditive en % de la hauteur du labyrinthe	hauteur de la vésic. audit. au-dessus du can. horiz. en % de la hauteur du labyrinthe
<i>Mormyrops deliciosus</i>	55	118	60
<i>Petrocephalus bane</i>	59	117	72
<i>Mormyrus rume proboscirostris</i>	74	77	42
<i>Hyperopisus bebe occidentalis</i>	67	107	60
<i>Marcusenius brachistius</i>	61	102	66
<i>Gnathonemus petersii</i>	74	88	45
<i>Stomatorhinus punctulatus</i>	66	85	46
<i>Isichthys henryi</i>	46	146	86
<i>Gymnarchus niloticus</i>	65	90	52

longer le basioccipital. Autre particularité remarquable: la lagena est située à l'intérieur du labyrinthe, en arrière de la vésicule et contre la crosse commune, dans une capsule osseuse qui est formée sur son pourtour interne par la paroi osseuse dont il vient d'être question; elle est très grande, presque sphérique, et atteint la taille de l'utricule. Le grand axe de la vésicule auditive vaut les 8 % de la longueur de la vessie pulmonaire.

3. HISTOLOGIE

STIPETIC a étudié l'histologie de la membrane de la vésicule gazeuse et de la membrane mince qui sépare cette vessie du saccule chez l'espèce *Gnathonemus macrolepidotus* (PETERS). Elle a décrit aussi le vaisseau sanguin et le réseau admirable sécréteur de gaz, qui affèrent à la paroi vésiculaire.

Nous avons observé ce réseau admirable chez les genres *Gnathonemus*, *Petrocephalus* et *Stomatorhinus*. Nous avons trouvé de surcroît un organe dont STIPETIC ne fait pas mention: il s'agit d'un conduit mince, court et effilé, qui prolonge la vésicule auditive ventralement et vers l'arrière et qui est aveugle à son extrémité. Il sort d'abord obliquement de la vessie puis se redresse et se continue horizontalement avant de se rétrécir progressivement. Tout au long du canalicule, court un vaisseau sanguin qui tourne en spirale autour de celui-ci avant de se ramifier en réseau admirable au niveau de la vésicule. Le long de son trajet, à de nombreuses reprises, ce vaisseau, qui est enfermé dans la paroi du mince conduit, envoie des capillaires qui repoussent l'épithélium interne et atteignent sa surface interne. Souvent ils forment à ce niveau des réseaux admirables en miniature. Grâce à des coupes sériées, nous avons pu vérifier que le vaisseau en question provenait de l'aorte dorsale, comme nous l'avait indiqué STIPETIC, et qu'il s'agit donc d'une artériole. Cet auteur affirmait d'autre part que cette irrigation était unipolaire (voir « Historique » p. 49) c'est-à-dire que les capillaires qui la constituent

(...) ne se réunissent plus pour former des vaisseaux plus grands.

Or nous avons observé, en suivant les coupes, que ce réseau admirable reformait une veinule, (ce qui semble logique) qui

redescendait à son tour, en spirale, dans la paroi du canalicule et rejoignait très rapidement la veine jugulaire; cette dernière passe, chez tous les *Mormyridae*, en dessous de l'oreille interne, à proximité de la vésicule auditive.

Structure histologique du canalicule vésiculaire

Ce conduit est formé de trois feuillets:

1) Un feuillet interne monostratifié constitué de cellules cubiques.

2) Un feuillet intermédiaire, constitué de fibres conjonctives et renfermant l'artériole, la veinule et les capillaires qui en sont issus.

3) Un feuillet externe (chorion), constitué de fibres musculaires.

Parfois les capillaires sanguins occupent la totalité de la couche conjonctive comme le montre la figure que nous présentons.

Les techniques histologiques utilisées ne nous ont pas permis de trouver l'innervation qui doit nécessairement régulariser la sécrétion gazeuse au niveau du réseau admirable.

4. CONCLUSIONS

L'anatomie comparée nous a montré que, chez les Mormyroïdes, le *scale bone* qui ferme partiellement la cavité otique est très souple et sa face interne repose contre la paroi de la vésicule auditive dont elle épouse la forme. Cet os n'est pas intimement suturé aux autres os du crâne ni aussi fortement ossifié. Il s'enfonce vers l'intérieur de la cavité otique à la moindre pression externe.

Nous confirmons, chez tous les Mormyroïdes que nous avons disséqués, la séparation totale existant entre le labyrinthe (canaux semi-circulaires et utricule) et le système vésicule auditive-sacculé-lagena, ce qui n'a été vu jusqu'à présent que chez *Mormyrus* (FISCHER), *Marcusenius* et *Gnathonemus* (STIPETIC).

De même, chez tous les genres, nous avons trouvé le vaisseau sanguin, déjà signalé par STIPETIC chez *Marcusenius* et *Gnathonemus*, qui irrigue la vésicule auditive. Nous avons vu que la

structure de celle-ci au niveau de cette irrigation est plus complexe que ne l'avait décrite cet auteur :

1) Le réseau admirable issu de ce vaisseau s'étend non seulement sur la face ventrale de la vésicule mais aussi le long d'un petit canalicule aveugle (voir « Histologie » p. 69) qui prolonge celle-ci ventralement vers l'arrière et qui est évidemment le vestige de la communication primitive qui existe entre la vésicule auditive et la vessie natatoire au début du développement larvaire des Mormyroïdes.

2) Cette irrigation n'est pas « unipolaire » comme l'affirmait STIPETIC: nous avons trouvé une veinule qui quittait le réseau admirable pour rejoindre la veine jugulaire et qui permet le retour du sang à la circulation générale.

Chez *Gymnarchus* nous avons observé que :

1) Le vaisseau sanguin de la vésicule auditive est beaucoup plus épais que chez les *Mormyridae* et le canalicule, déjà signalé par BALLANTYNE, est plus long.

2) La lagena n'est pas située à l'extérieur de l'enceinte labyrinthique comme chez les autres Mormyroïdes mais à l'intérieur de celle-ci.

3) Une paroi osseuse sépare la vésicule de l'encéphale et de la partie interne du labyrinthe.

Le labyrinthe des divers Mormyroïdes varie considérablement de hauteur et la vésicule auditive est toujours présente; contrairement à ce qu'on en dit dans la littérature, elle n'est pas toujours « ovale » ou « en forme d'œuf » mais peut présenter des formes et des dimensions très diverses.

Nous constatons que le labyrinthe de l'oreille est aplati chez *Isichthys*, *Mormyrops* et *Petrocephalus*; chez ceux-ci la vésicule auditive est très grande et très inclinée vers l'avant. Par contre, chez *Mormyrus* et *Gnathonemus*, le labyrinthe est très peu aplati; chez ceux-là, la vésicule auditive est petite et très peu inclinée vers l'avant. Quant aux autres Mormyroïdes, ils possèdent des caractères intermédiaires à ces deux extrêmes.

Chez tous les *Mormyridae*, aucune paroi osseuse ne sépare la vésicule auditive de l'encéphale et la lagena est située à l'extérieur du labyrinthe de l'oreille, tandis que chez les *Gymnarchidae*, une paroi osseuse formée par le ptérotique sépare la vésicule

du cervelet et la lagena se trouve à l'intérieur du périmètre délimité par le canal horizontal et le vestibule utriculaire.

Chez tous les Mormyroïdes nous avons trouvé une fine tige osseuse qui, peut-être, est l'opisthotique que les auteurs croyaient disparu chez ces poissons et que nous appellerons en attendant confirmation « processus otique ». Cet os est fixé au basioccipital et s'appuie contre la face ventrale de la vésicule auditive.

E. LA MORPHOLOGIE EXTERNE DU CERVEAU

1. HISTORIQUE

Comme nous ne ferons que comparer entre eux les profils de l'encéphale des Mormyroïdes sans en étudier l'anatomie en détail, un historique complète du système nerveux de ces poissons ne s'impose pas ici. Nous rappellerons brièvement ce que l'on sait actuellement sur la morphologie externe de leur encéphale et plus particulièrement de leur cervelet.

On sait depuis notamment les travaux de FRANZ (1911) et STENDELL (1914) que le cervelet des *Mormyridae* est extrêmement développé: la valvule cérébelleuse forme latéralement des lobes auxquels FRANZ donne le nom de « mormyrocerebellum » et qui recouvrent tout le reste de l'encéphale (télencéphale, mésencéphale, diencéphale, etc.). Le lobe postérieur du mormyrocerebellum présente à sa surface externe de véritables circonvolutions et est lisse sur sa face interne, tandis que le lobe antérieur, qui n'est qu'un replis du premier, est lisse extérieurement et plissé sur sa face interne. FRANZ appelle, chez les Mormyroïdes, « ichtyocerebellum » les parties normalement développées du cervelet.

La morphologie du cerveau n'a pas encore été décrite chez *Marcusenius*, *Stomatorhinus* et *Isichthys*.

2. OBSERVATIONS PERSONNELLES

— *Mormyrops deliciosus* (LEACH) (fig. 33; pl. VI, 2)

Le cerveau de *Mormyrops deliciosus* est situé très loin en arrière des yeux. Il occupe les 7,9 % de la longueur standard du poisson. Le mormyrocerebellum se prolonge en avant du télencéphale; il présente une quarantaine de circonvolutions sur la

face externe de son lobe postérieur. L'ichtyocerebellum n'est pas visible latéralement.

— *Petrocephalus bane* (LACEP.) (fig. 34; pl. VI, 3)

Le cerveau de *Petrocephalus bane* est situé en arrière des yeux mais dans une proportion beaucoup moindre que celui de *Mormyrops* puisque ici, l'extrémité antérieure du télencéphale arrive au niveau de l'iris. Le cerveau occupe les 6,9 % de la longueur standard du poisson. Le télencéphale se prolonge en avant du mormyrocerebellum; ce dernier ne présente qu'une vingtaine de circonvolutions sur la face externe de son lobe postérieur. En arrière de ce lobe apparaît, nettement visible, l'ichtyocerebellum qui n'est pas plissé.

— *Mormyrus rume proboscirostris* (CUV. et VAL.) (fig. 35; pl. VII, 1)

Le cerveau de *Mormyrus rume* atteint en avant le niveau des yeux. Il occupe les 9,2 % de la longueur standard du poisson. Le mormyrocerebellum se prolonge loin en avant du télencéphale dans une mesure bien plus grande que chez tous les autres Mormyroïdes. Il présente, en plus d'une soixantaine de circonvolutions sur la face externe de son lobe postérieur, de profonds plis dans les deux lobes: un dans le lobe antérieur et deux dans le lobe postérieur. *Mormyrus* semble donc posséder un cervelet extrêmement volumineux à lobes latéraux très longs. L'ichtyocerebellum n'est pas visible latéralement.

— *Hyperopisus bebe occidentalis* (GILL) (fig. 36; pl. VII, 2)

Le cerveau d'*Hyperopisus bebe* dépasse en avant le niveau des yeux. Il occupe les 8,1 % de la longueur standard du poisson. Le mormyrocerebellum se prolonge en avant du télencéphale; il présente environ 55 circonvolutions sur la face externe de son lobe postérieur; celles-ci ont la curieuse particularité de parcourir en zigzags aigus la partie postérieure de ce lobe. L'ichtyocerebellum est visible en arrière du mormyrocerebellum mais d'une manière peu apparente.

— *Marcusenius brachistius* GILL (fig. 37; pl. VII, 3)

Le cerveau de *Marcusenius brachistius* dépasse à peine en avant le niveau des yeux. Il occupe les 7,7 % de la longueur stan-

dard du poisson. Le télencéphale se prolonge légèrement en avant du mormyrocerebellum; ce dernier présente environ 16 circonvolutions sur la face externe de son lobe postérieur. L'ichtyocerebellum est largement visible en arrière de ce lobe.

— *Gnathonemus petersii* (GUNTHER.) (fig. 32; pl. VI, 1)

Le cerveau de *Gnathonemus petersii* dépasse en avant le niveau des yeux. Il occupe les 10,4 % de la longueur standard du poisson. Le mormyrocerebellum se prolonge en avant du télencéphale; il présente environ 40 circonvolutions sur la face externe de son lobe postérieur. L'ichtyocerebellum n'est pas visible latéralement.

— *Stomatorhinus puncticulatus* BLGR. (fig. 38; pl. VIII, 1)

Le cerveau de *Stomatorhinus puncticulatus* atteint en avant le niveau des yeux. Il occupe les 11,4 % de la longueur standard du poisson. Le mormyrocerebellum ne se prolonge pas en avant du télencéphale: son lobe postérieur peu développé, ne présente que 13 à 15 circonvolutions sur sa face externe. En arrière de celui-ci, l'ichtyocerebellum est largement visible.

— *Isichthys henryi* GILL (fig. 39; pl. VIII, 2)

Le cerveau d'*Isichthys* n'atteint pas en avant le niveau des yeux. Il occupe les 7,4 % de la longueur standard du poisson. Le mormyrocerebellum ne se prolonge pas en avant du télencéphale; son lobe postérieur, peu développé, ne présente qu'une vingtaine de circonvolutions. En arrière de celui-ci, l'ichtyocerebellum est largement visible.

— *Gymnarchus niloticus* CUV. (fig. 40; pl. VIII, 3)

Le cerveau de *Gymnarchus* est situé très loin en arrière des yeux. Il occupe les 4,6 % de la longueur standard du poisson. Le mormyrocerebellum n'est pas très développé: il ne recouvre pas la totalité de l'encéphale comme chez la majorité des *Mormyridae*; en avant, il laisse le télencéphale bien dégagé et, en arrière, il laisse apparaître une partie importante de l'ichtyocerebellum. Le lobe postérieur du mormyrocerebellum, très peu développé, se présente sous la forme d'un mince croissant comportant une douzaine d'épaisses circonvolutions. L'encéphale est

enveloppé dans une épaisse méninge transparente qui est irriguée par un très grand nombre de gros vaisseaux.

Caractères comparés du cerveau

	1) encéphale: — en arrière des yeux: — — au niveau des yeux: +	2) mormyrocerebellum (lobe antérieur) — ne dépassant pas en avant le télencéph.: — — dépassant en avant le télencéph.: +	3) mormyreocerebellum (lobe postérieur) nombre de circonvolutions	4) ichtyocerebellum: — visible latéralement: + — invisible: 0
<i>Mormyrops deliciosus</i>	—	+	± 40	0
<i>Petrocephalus bane</i>	—	—	± 20	+
<i>Mormyrus rume</i>				
<i>proboscirostris</i>	+	+	± 60	0
<i>Hyperopisus bebe</i>				
<i>occidentalis</i>	+	+	± 55	+
<i>Marcusenius brachistius</i>	+	—	± 16	+
<i>Gnathonemus petersii</i>	+	+	± 40	0
<i>Stomatorhinus</i>				
<i>punctulatus</i>	+	—	13-15	+
<i>Isichthys henryi</i>	—	—	± 20	+
<i>Gymnarchus niloticus</i>	—	—	± 12	+

3. CONCLUSIONS

L'encéphale des Mormyroïdes ne présente pas toujours le même développement: chez *Mormyrops*, *Petrocephalus*, *Isichthys* et *Gymnarchus*, le cerveau est petit et situé plus ou moins loin en arrière des yeux, alors que chez tous les autres il est bien développé et atteint en avant le niveau optique. Ces caractères semblent indépendants de la dimension ou de la forme du crâne: ainsi, *Mormyrops* et *Mormyrus* dont les têtes sont assez sem-

blables (crânes allongés) possèdent des cerveaux très différents quant à leur taille et leur emplacement par rapport aux yeux; il en est de même pour *Petrocephalus* et *Stomatorhinus* (crânes courts).

Nous constatons que le cervelet de tous les Mormyroïdes développe latéralement les fameux lobes latéraux que FRANZ désigne sous le nom de mormyrocerebellum. C'est le lobe postérieur qui présente les plus grandes variations d'un groupe à l'autre, par ses dimensions et le nombre de ses circonvolutions externes. Un lobe postérieur ne présentant que 20 ou moins de 20 circonvolutions et un lobe antérieur ne dépassant pas en avant le télencéphale signifient le plus souvent que le mormyrocerebellum est peu développé et que, par conséquent, l'ichtyocerebellum est visible latéralement: c'est le cas de *Petrocephalus*, *Marcusenius*, *Stomatorhinus*, *Isichthys* et *Gymnarchus*. Les autres possèdent un grand mormyrocerebellum dont le lobe antérieur dépasse en avant le télencéphale et dont le lobe postérieur présente 40 ou plus de 40 circonvolutions externes qui recouvrent entièrement l'ichtyocerebellum. Seul *Hyperopisus* possède à la fois un mormyrocerebellum très développé et un ichtyocerebellum visible latéralement.

IV. CONCLUSIONS ANATOMIQUES

Tube digestif et appareil uro-génital

Nous constatons que les appareils digestif et uro-génital ne varient guère d'un genre à l'autre chez les Mormyroïdes, si ce n'est dans certaines proportions entre les différentes parties de leur tube digestif, comme MARCUSEN le montrait déjà chez *Mormyrus*, *Mormyrops*, *Hyperopisus* et *Petrocephalus* et comme nous avons pu le confirmer chez les autres genres. L'œsophage des Mormyroïdes est court, leur estomac occupe l'avant de la cavité péritonéale, leur foie est plus développé à droite qu'à gauche; leurs deux caecums pyloriques, leur unique glande génitale et leur petite vessie urinaire allongée sont toujours situés à gauche. Cette description confirme les observations déjà faites par VALENCIENNES et HYRTL sur *Mormyrus*.

Comme nous l'avons remarqué, seuls *Isichthys* et *Gymnarchus* font exception par leur très long œsophage, leur estomac reculé,

central, dans une cavité péritonéale qui se prolonge au-delà et en arrière de l'anus. De ces deux genres, seul *Gymnarchus* avait déjà été étudié par HYRTL qui notait un foie plus développé à gauche qu'à droite et une vessie urinaire globuleuse. En plus, nous avons trouvé chez les *Mormyridae* un pancréas relativement bien développé qui débouche dans le duodénum au même endroit que le canal cholédoque; son existence n'avait pas encore été signalée dans la littérature.

Vessie natatoire

Chez tous les *Mormyridae*, nous avons constaté, sous la partie antérieure de la vessie natatoire, au niveau de l'œsophage et de l'estomac, la présence du diaphragme spécial décrit dans le texte (issu d'une spécialisation de la pariétopleure) et de son adhérence latérale aux côtes à cet endroit, divisant de cette façon la cavité péritonéale en deux étages: l'un dorsal, contenant la vessie doublée de sa splanchnopleure et l'autre ventral, renfermant les viscères antérieurs (œsophage, estomac...). Ce septum n'a pas encore été décrit chez les *Mormyridae*: VALENCIENNES en signalant chez *Mormyrus* l'existence d'un « péritoine très mince » en dessous de la vessie natatoire y fait peut-être allusion, mais ce n'est pas certain car ce septum est indépendant du péritoine vésical banal et il n'est pas précisément mince.

Quant aux *Gymnarchidae*, dont la vessie pulmonaire fut décrite par ERDL, FÖRG, DUVERNOY, HYRTL et BALLANTYNE, nous avons vu qu'ils ne présentent pas de pariétopleure diaphragmique à l'encontre de l'observation de HYRTL qui voyait la vessie séparée de l'appareil digestif par une « épaisse aponévrose ». Nous avons effectivement trouvé sous la vessie un feuillet, adhérent aux parois latérales mais extrêmement mince et transparent, qui ne peut jouer, vu sa structure, le rôle d'un diaphragme comme chez les *Mormyridae*.

La vessie natatoire des *Mormyridae* remplit toute la longueur de la cavité péritonéale, jusqu'à l'anus; son extrémité antérieure contient toujours une glande à gaz alimentée par une ramification de l'artère cœliaque et développe latéralement, à gauche, un court canal pneumatique fonctionnel qui débouche dorsalement dans l'œsophage, comme le signalait déjà VALENCIENNES chez *Mormyrus*. Nous savons cependant que *Stomatorhinus* et

Isichthys font exception. L'anatomie de ces deux genres n'avait encore jamais été étudiée et révéla des surprises.

Chez *Stomatorhinus*, la vessie est courte et se termine en avant de l'anus. Le canal pneumatique, réduit à un mince cordon à lumière oblitérée par du conjonctif, n'est pas fonctionnel; l'extrémité de la vessie développe un diverticule en forme de baton de cloche. Il s'agit vraisemblablement d'une glande à résorption gazeuse, fait unique jamais encore signalé chez les *Mormyridae* et qui doit être en rapport avec le caractère physocliste de la vessie chez ce genre.

Chez *Isichthys*, la vessie natatoire, très longue, s'allonge au-delà et en arrière de l'anus dans la cavité péritonéale, elle-même prolongée quelque peu à cet effet. La vessie forme deux chambres hydrostatiques reliées entre elles par un mince canal au niveau de l'estomac qui, chez ce poisson, est situé à peu près au milieu de la cavité péritonéale. Nous n'avons pas trouvé, chez *Isichthys*, la moindre trace de canal pneumatique.

Oreille interne et cerveau

Nous complétons la description de l'oreille interne des genres *Marcusenius* et *Gnathonemus* donnée par STIPETIC et celles plus anciennes de *Petrocephalus* et *Mormyrus* faites par HEUSINGER, VALENCIENNES, ERDL, MARCUSEN, FISCHER, FROST, GOTTBEHÜT et EVANS, en ajoutant que le *scale bone* ne ferme que partiellement la cavité otique, qu'il est souple et repose sur la paroi de la vésicule auditive dont il épouse la forme. N'étant pas intimement suturé aux autres os du crâne, ni aussi fortement ossifié, il s'enfonce à la moindre pression externe en transmettant cette pression à la vésicule otique. Il semble bien jouer le rôle de tympan auditif, la vésicule étant le relais et, en partie aussi, l'organe récepteur des vibrations acoustiques.

Nous confirmons, chez tous les Mormyroïdes que nous avons examinés, la séparation totale existant entre le complexe-utricule-labyrinthe et le complexe vésicule auditive-sacculé-lagena, ce qui n'a été signalé jusqu'à présent que chez *Mormyrus* par FISCHER, chez *Marcusenius* et *Gnathonemus* par STIPETIC: ces constatations infirment donc les observations de ERDL, MARCUSEN et EVANS qui voyaient, chez *Mormyrus*, une communication entre la lagena et le labyrinthe.

Nous rectifions la description que donne STIPETIC du vaisseau sanguin qui irrigue la vésicule auditive en affirmant que cette irrigation n'est pas unipolaire comme le prétend cet auteur, mais que le sang, après avoir alimenté la glande à gaz de la vésicule le long du diverticule ventral de celle-ci, est ramené par une veinule vers la veine jugulaire avant son retour à la circulation générale. Quant au court diverticule, aveugle, qui prolonge la vésicule auditive ventralement au niveau de sa glande à gaz, STIPETIC ne le mentionne pas. Nous l'avons trouvé chez tous les Mormyroïdes que nous avons disséqués. Il doit s'agir probablement du vestige de l'ancienne communication, qui reliait l'oreille interne à la vessie nataoire, communication découverte par BALLANTYNE chez les larves de *Gymnarchus*. Il ne fait aucun doute que cette relation doit exister également chez les très jeunes *Mormyridae*. Le fait que, d'une part, la vésicule est munie d'une glande à sécrétion gazeuse qui semble se prolonger le long du canalicule et que, d'autre part, la vessie hydrostatique présente dans son extrémité antérieure une glande à gaz, renforce l'idée que ces deux glandes proviennent originellement de la même ébauche embryonnaire et que la vésicule de l'oreille est une ancienne dépendance de la vessie nataoire.

Nous complétons également la description sommaire que FISCHER donne de l'innervation de l'oreille interne. Comme cet auteur, nous avons trouvé les rameaux du nerf auditif qui innervent le saccule, la lagena et les trois ampoules du labyrinthe. En plus, nous avons trouvé d'autres ramifications du même nerf qui aboutissent à l'utricule et au vestibule utriculaire, ainsi que des rameaux du nerf vague qui innervent la crosse commune et le canal horizontal; ces différentes innervations n'avaient pas encore été décrites, ni signalées. Par contre, comme STIPETIC, nous n'avons pas vu la branche du nerf vague, observée par FISCHER, qui innerverait la vésicule auditive.

Chez tous les Mormyroïdes, nous avons trouvé une fine tige osseuse, dont une extrémité est fixée au basioccipital et dont l'autre, libre, s'appuie contre la paroi ventrale de la vésicule auditive. Ce nouvel os pourrait peut-être constituer l'opisthotique que les auteurs considèrent jusqu'à présent comme absent chez

les Mormyroïdes. Il joue un rôle de soutien évident du complexe vésiculaire détaché du système des canaux semi-circulaires.

L'anatomie comparée nous a montré que, lorsque le labyrinthe de l'oreille est peu élevé, la vésicule est le plus souvent volumineuse et son grand axe est très incliné, tandis que chez les genres où le labyrinthe est très haut, la vésicule est petite et son grand axe est peu incliné. L'oreille interne des *Gymnarchidae* diffère de celle des *Mormyridae* principalement par le fait que la lagena est située à l'intérieur du périmètre labyrinthe chez les premiers (ce qui n'a pas encore été signalé) et à l'extérieur chez les seconds.

Nous remarquons que lorsque le cerveau occupe une position reculée, en arrière des yeux, il est de petite taille et son mormyrocerebellum peu développé; au contraire, lorsque le cerveau surplombe les yeux, il est généralement très grand ainsi que son mormyrocerebellum; celui-ci qui, chez les *Gymnarchidae*, est très peu développé, devient immense et très circonvolé chez les *Mormyridae* où il recouvre souvent tout le reste de l'encéphale.

V. CONCLUSIONS SYSTEMATIQUES

Nous compléterons ici la diagnose du sous-ordre des Mormyroïdes, donné au début de ce travail, par les caractères anatomiques dont il a été question.

Nous pouvons considérer qu'il existe un type généralisé et primitif de Mormyroïde ayant les caractères anatomiques suivants: une vessie aérienne hydrostatique petite, de volume inférieur à la moitié de la cavité péritonéale, avec un canal pneumatique à lumière ouverte, pas de diaphragme ou diaphragme peu étendu avec une faible adhérence aux parois latérales et aux côtes, une grande vésicule auditive à grand axe subhorizontal, un labyrinthe à canal horizontal beaucoup plus allongé que les canaux verticaux, un petit encéphale situé en arrière du niveau des yeux, un mormyrocerebellum peu développé et peu circonvolé, ne dépassant pas le télencéphale en avant et ne recouvrant pas complètement l'ichtyocerebellum en arrière, un œsophage court un intestin long.

Ces caractères anatomiques considérés comme primitifs vont de pair avec une morphologie externe de structure non spécialisée

qui est la suivante: un corps modérément allongé, à fort pédoncule caudal, une tête non prolongée en avant en tube, des yeux bien développés, des narines médianes non rapprochées de la bouche terminale qui est largement fendue avec une longue série de dents aux deux mâchoires, des nageoires verticales moyennement développées et peu inégales et des nageoires paires pectorales et ventrales bien écartées. Une nageoire caudale relativement peu atrophiée.

Aucun genre de la nature actuelle ne réunit à la fois tous les caractères primitifs. Toutefois, trois genres que nous citerons en premier lieu possèdent le moins de caractères spécialisés.

Genre Petrocephalus

Ce genre possède la plupart des caractères primitifs, sauf que le diaphragme est très étendu et très adhérent latéralement, sauf un rapprochement, assez accusé des nageoires paires pectorales et ventrales et sauf que la bouche est infère et située environ sous le niveau des yeux. Sa silhouette de poisson banal, à pédoncule caudal normal correspondant à une existence de pleine eau, en fait un type de Mormyroïde dont l'aspect peut être tenu comme primitif.

Genre Mormyrops

Au point de vue anatomique, ce genre montre les mêmes caractères primitifs que *Petrocephalus* avec la seule différence que le labyrinthe est plus aplati et que le crâne, plus allongé, place le cerveau plus en arrière du niveau des yeux. De plus, la vésicule auditive est plus inclinée vers l'horizontale. Extérieurement, les *Mormyrops* sont des poissons allongés à museau toujours un peu et parfois très allongé (même tubuleux), à pédoncule caudal réduit et nageoire caudale même plus ou moins atrophiée. Si ces caractères externes sont plus évolués que chez *Petrocephalus*, par contre, la bouche terminale et la position très écartée des nageoires paires sont des particularités plus primitives.

Dans l'ensemble, par rapport à *Petrocephalus*, ce genre est une adaptation à la vie benthique.

Genre Isichthys

Anatomiquement, ce genre ressemble le plus au genre *Mormyrops*, mais sans doute avec certains caractères primitifs plus accentués, à savoir un labyrinthe très aplati avec une très grande vésicule auditive, presque horizontale, qui déborde même de la ceinture délimitée par le canal horizontal. Le mormyrocerebellum est très peu développé et très peu circonvolé, ne dépassant pas en avant le télencéphale et ne recouvrant pas en arrière l'entièreté de l'ichtyocerebellum. La vessie natatoire est, au contraire, très spécialisée par son étranglement médian la subdivisant en deux poches hydrostatiques et par sa prolongation en arrière du niveau de l'anus. Le diaphragme est excessivement développé, presque sur toute la longueur de la vessie sauf au niveau de l'étranglement. Le canal pneumatique n'a pas été vu; il est possible qu'il manque tout à fait ou que son extrême réduction nous a empêché de le distinguer (un seul exemplaire disséqué de cette rarissime espèce). En rapport avec la curieuse forme étranglée de la vessie, l'estomac est médian et l'œsophage très allongé. Les structures externes montrent un poisson à facies de *Mormyrops*, même très ressemblant à ce genre, mais à nageoire dorsale plus longue que l'anale (le contraire chez les *Mormyrops*), museau peu prolongé et bouche subinfère plus petite, à dents moins nombreuses.

Genre Marcusenius

Ce genre offre déjà un certain nombre de structures anatomiques plus évoluées; le cerveau est grand et surplombe entièrement les yeux, bien que le mormyrocerebellum demeure peu développé et circonvolé. La vésicule auditive est moins grande que chez les précédents et le labyrinthe est moins allongé; la vessie natatoire est plus développée. La silhouette de *Marcusenius*, poisson de pleine eau, est relativement allongée et le pédoncule caudal est large; le museau est court et le menton légèrement proéminent, la bouche, petite, est subinfère.

Genre Gnathonemus

L'anatomie compte un plus grand nombre de structures spécialisées que chez *Marcusenius*; le mormyrocerebellum est très dé-

veloppé et circonvolué: il dépasse en avant le télencéphale et recouvre complètement en arrière l'ichtyocerebellum; le labyrinthe est presque aussi haut que large et la vésicule auditive est petite et à grand axe très vertical.

Extérieurement, c'est un poisson modérément allongé, mais à bouche terminale petite, à menton avec un grand barbillon mentionnier fouisseur, à pédoncule caudal fort et à nageoires du type *Marcusenius*. C'est un fouilleur du substrat qui se place aisément dans différentes positions d'équilibre près du fond.

Genre Hyperopisus

Par son anatomie, ce genre manifeste un degré de spécialisation anatomique plus accusé dans la lignée des *Marcusenius* et *Gnathonemus*. C'est ainsi que le mormyrocerebellum est encore plus circonvolué que chez ce dernier, bien qu'il laisse apparaître en arrière un mince croissant d'ichtyocerebellum, et la vessie natatoire est plus grande. Par contre, la vésicule auditive demeure plus volumineuse et plus inclinée, ce qui semble indiquer qu'il n'y a pas de parenté directe entre les représentants modernes de ces trois genres.

Genre Mormyrus

Mormyrus est parmi les Mormyroïdes que nous avons examinés, celui qui présente le plus de structures anatomiques évoluées, mais dans la lignée des trois genres précédents. Le mormyrocerebellum est développé au maximum: son lobe postérieur, très circonvolué, recouvre complètement l'ichtyocerebellum tandis que son lobe antérieur offre, cas unique chez les Mormyroïdes, un replis qui le subdivise en deux parties. Le labyrinthe est quasi aussi haut que long et la vésicule auditive la plus petite de tous les *Mormyridae* bien qu'elle soit plus inclinée que celle de *Gnathonemus*. Cependant, la vessie natatoire n'est pas plus volumineuse que celle de ce dernier.

Mormyrus, qui mène une vie benthique très semblable à celle de *Mormyrops*, présente un corps allongé terminé par un fort pédoncule caudal. Le museau est prolongé en avant et la bouche assez grande y est terminale. La nageoire dorsale est très longue et l'anale très courte, à l'inverse d'*Hyperopisus*.

Genre Stomatorhinus

Ce genre présente autant de structures anatomiques primitives que spécialisées mais les spécialisations sont fort curieuses. Le cerveau est grand et surplombe entièrement les yeux bien que le mormyrocerebellum, peu développé et peu circonvolé, ne recouvre pas complètement l'ichtyocerebellum. Le labyrinthe est moins allongé que celui de *Marcusenius* mais la vésicule auditive est restée grande. La vessie natatoire est petite, bien que hautement spécialisée: elle est physocliste et offre un diverticule (cas unique chez les *Mormyridae*) contenant une glande à résorption bien développée, ce qui classe le genre bien à part des autres Mormyroïdes. L'œsophage est long et l'intestin court.

La silhouette de *Stomatorhinus*, poisson de pleine eau, est modérément allongée. Le pédoncule caudal est modéré, le museau n'est pas allongé et la bouche, très petite, est subinfère. Les narines ont une position très curieuse: la narine postérieure est ramenée près de la bouche.

Genre Gymnarchus

Gymnarchus est, en tous points, différent des autres genres et constitue non sans raison une famille distincte dans le sous-ordre des Mormyroïdes. Le cerveau, situé très loin en arrière des yeux, ressemble davantage à celui d'un *Barbus* qu'à celui d'un Mormyre; le mormyrocerebellum est le moins développé de tous ceux que nous avons rencontrés: le lobe antérieur ne surplombe pas en avant le télencéphale, quant au postérieur, il est réduit à un mince croissant de 7 ou 8 circonvolutions et laisse largement apparaître en arrière l'ichtyocerebellum. Comme chez *Barbus*, le mésencéphale remonte très haut entre le télencéphale et le mormyrocerebellum. Le labyrinthe est aplati à l'extrême, offrant un canal horizontal excessivement allongé; la lagena est située à l'intérieur du périmètre délimité par celui-ci, fait unique chez les Mormyroïdes. La vésicule auditive, bien qu'elle ne soit pas grande, est quasi horizontale. La vessie natatoire est très petite et spécialisée en poumon: cette particularité s'accompagne d'une réduction très prononcée des branchies. Le canal pneumatique est court et la glotte est large. L'œsophage est très long et l'in-

testin est court par rapport à la longueur du tube digestif. La cavité péritonéale se prolonge au-delà et en arrière de l'anus.

Gymnarchus est le Mormyroïde le plus allongé; son pédoncule caudal, filiforme, est excessivement étiré et ne porte pas de nageoire caudale. La tête est prolongée par un long museau et la bouche est largement fendue. Les yeux sont minuscules et les narines médianes. La réduction des nageoires est extrême et correspond à la vie benthique de marais que mène ce poisson; les pectorales sont très petites; les ventrales, l'anale et la caudale manquent; seule la dorsale est bien développée et parcourt toute la longueur du poisson depuis le niveau de la fente operculaire jusque près de l'extrémité du pédoncule caudal.

À la fois par les structures très primitives de sa tête, de son cerveau et de son oreille, ainsi que par les particularités très spéciales de sa vessie pulmonaire, de son tube digestif et de sa morphologie externe, *Gymnarchus* mérite d'être considéré comme une lignée indépendante de celle des *Mormyridae* et c'est à juste titre qu'elle est considérée comme formant une famille distincte.

VI. BIBLIOGRAPHIE

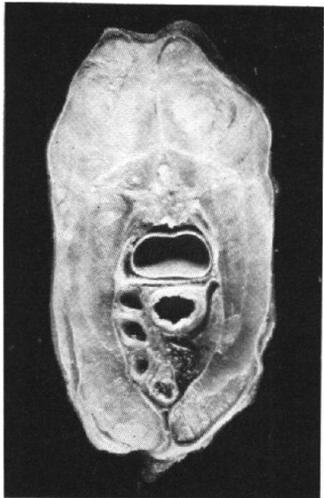
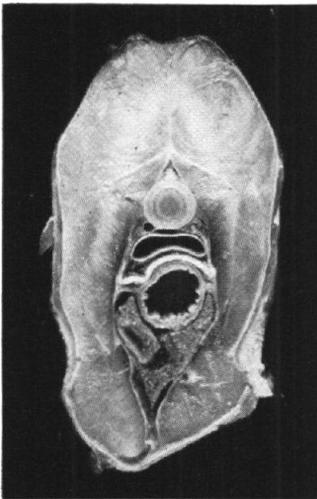
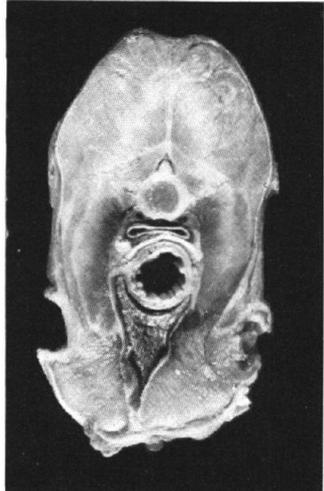
1. ASSHETON, R.: The development of *Gymnarchus niloticus* (Budgett Memorial Vol., 293-421, 1907).
2. BABUCHIN, A.I.: Beobachtungen und Versuche am Zitterwelse und *Mormyrus* des Nils (*Arch. Anat. Physiol.*, *lv.*, 250-274, 1877).
3. BALLANTYNE, F.M.: Air-Bladder and Lungs: a contribution to the morphology of the air-bladder of fish (*Trans. Roy. Soc. Edinb.*, *55*, 371-394, 1927).
4. BOULENGER, G.A.: Les Poissons du bassin du Congo (Publ. de l'Etat Indép. du Congo, Bruxelles, 49-114, 1901).
5. — : The Catalogue of the fresh-water fishes of Africa in the British Museum (British Mus., London, 1,29-145, 1909).
6. BUDGETT, J.S.: On the breeding habits of some west african fishes (*Proc. Zool. Soc. London*, 835-836, 1900).
7. — : The habits and development of some west african fishes (*Proc. Cambridge Soc.*, *11*, 102-104, 1901).
8. — : Über die Larven von *Hyperopisus bebe* LACEP. (*Blätt. Aquar.-Terrar. Kunde*, *21. Jahrgang.*, 163-164, 1910).
9. CUVIER, G. & VALENCIENNES, M.A.: Histoire naturelle des poissons (Paris, *19*, 214-286, 1846).
10. DAGET, J. & AUBENTON, F. d': Morphologie du chondrocrâne de *Mormyrus rume* C. & V. (*Bull. Inst. franç. Afr. noire*, *22A*, 1013-1052, 1960).
11. DUVERNOY, G.L.: Note additionnelle à la lettre de M. le Professeur FÖRG, « Remarques sur l'appareil pulmonaire du *Gymnarchus niloticus* » (*Ann. Sci. Nat. Zool.*, sér. 3, *20*, 154-162, 1853).
12. ECKER, A.: Anatomische Beschreibung des Gehirns vom karpfenähnlichen Nil-Hecht *Mormyrus cyprinus* (Leipzig, *4^o*, 1854).
13. ERDL, M.P.: Über das Gehirn der Fischgattung *Mormyrus* (*Gelerte Anz. München*, *2*, *3*, 403-407, 1846).
14. — : Observations sur l'appareil pulmonaire du *Gymnarchus niloticus* (*Ann. Sci. Nat. Zool.*, *7*, sér. 3, 381, 1847).
15. EVANS, H.M.: The Origins of Hearing (*J. Laryng. usw.*, *50*, sept., 666-669, 1935).
16. FISCHER, L.H.: Über das Gehörorgan des Fischgattung *Mormyrus* (Inaug. Dissert. Freiburg i.Br., 23-24, 1854).
17. FÖRG: Remarques sur l'appareil pulmonaire du *Gymnarchus niloticus* extraites d'une lettre adressée à M. DUVERNOY (*Ann. Sci. Nat. Zool.*, sér. 3, *20*, 151-162, 1853).
18. FRANZ, V.: Zur mikroskopischen Anatomie der Mormyriden (*Zool. Jahrb. Anat. Abt.*, *42*, 91-148, 1920).
19. — : Das Mormyridenhirn (*Zool. Jahrb. Anat. Abt.*, *32*, 465-492, 1911).
20. — : Faseranatomie des Mormyridengehirns (*Anat. Anz. Jena*, *45*, 271-279, 1913).

21. — : Nachtrag zu vorstehender Arbeit (*Z. Zellf. mikr. Anat. Berlin*, 198-200, 1936).
22. FRITSCH, G.T.: Zur Organisation des *Gymnarchus niloticus* (*Sitzber. Akad. Wiss. Berlin*, 1, 119-129, 1885).
23. FROST, G.A.: A comparative study of the otoliths of the Neopterygian fishes (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, 9, XV, 160-162, 1925).
24. GOTTBEHÜT, V.: Die Otolithen und Labyrinth verschiedener Teleostier (*Jena Z. Naturwiss.*, 70, 186-189, 1935).
25. GRASSE, P.-P.: Traité de Zoologie, Agnathes et Poissons (Ed. Masson, Paris, 13, 3 fasc., 2 759 pp., 1958); en particulier:
26. BERTIN, L.: Système nerveux, fasc. I, 871
27. — : Organes sonores, fasc. II, 1 239-1 247
28. — : Vessie gazeuse, fasc. II, 1 342-1 359
29. — : Organes de la respiration aérienne, fasc. II, 1375-1384
30. BERTIN, L. et ARAMBOURG, C.: Super-ordre des Téléostéens, fasc. III, 2 221-2 224
31. DEVILLERS: Système latéral, fasc. II, 931-950
32. GRASSE, P.-P.: Oreille interne, fasc. II, 1077-1078
33. GREGORY, W.K.: Fish Skulls: A study of the Evolution of Natural Mechanisms (*Trans. Amer. Phil. Soc.*, New series, 23, II, 170-173, 1933).
34. HEUSINGER, C.F., von: Bemerkungen über das Gehörwerkzeug des *Mormyrus cyprinoïdes*, *Gastroblecus compressus* und *Pimelodus synodontis* (*Arch. Anat. Physiol. Meckel*, 1, 324-327, 1826).
35. HYRTL, C.J.: Über die Structur des Eierstockes von *Ophidium barbatum* und des Peritoneal-Canales von *Mormyrus oxyrhynchus* (*Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl.*, 2, 357, 1849).
36. — : Anatomische Mittheilungen über *Mormyrus* und *Gymnarchus* (*Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, 12, 1-22, 1856).
37. JOHNELS, A.G.: Notes on fishes from the Gambia River (*Ark. Zool.*, 6, 327-411, 1954).
38. MARCUSEN, J.: Sur quelques particularités relatives à l'organisation des Mormyres (*C.R. Mém. Soc. Biol. Paris*, 5, 1-3, 1853).
39. — : Vorläufige Mittheilung aus einer Abhandlung über die Familie der Mormyren (*Bull. Acad. Sci. St Pétersb.*, 12, 2-14, 1854).
40. — : Note sur un organe particulier du cerveau des Mormyres (*C.R. Acad. Sci. Paris*, 54, 35-38, 1862).
41. — : Die Familie der Mormyren. Eine anatomisch-zoologische Abhandlung (*Mém. Acad. Sci. St Pétersb.*, 7^e série, n° 4, 7, 1-162, 1864).
42. NAWAR, G.: Observations on breeding of six members of the Nile *Mormyridae* (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, 13, 2, 493-504, 1959).
43. — : Observations on the brain of two members of the Nile *Mormyridae* (*Nytt Mag. Zool.*, 10, 63-66, 1961).
44. OEFFINGER, H.: Neue Untersuchungen über den Bau des Gehirns vom Nilhecht (*Arch. Anat. Physiol.*, 1 vol., 713-732, 1867).

45. OMARKHAN, M.: The morphology of the chondrocranium of *Gymnarchus niloticus* (*J. Linn. Soc. London*, 41, 452-481, 1949).
46. PAPPENHEIM, P.: Ein Beitrag zur Osteologie des Fischschädels: Die Mormyriden-Gattung *Campylomormyrus* BLGR. (*Zool. Anz.*, 32, 137-139, 1907).
47. POLL, M.: Les genres de Poissons d'eau douce d'Afrique (*Ann. Mus. Congo belge, Sc. Zool.*, 8^e, 54, 88-93, 1957).
48. — : Recherches écologiques sur la faune ichthyologique de la région du Stanley-Pool (*Ann. Mus. Congo belge, Sc. Zool.*, 8^e, 71, 76-174, 1959).
49. — : Aspects nouveaux de la faune ichthyologique du Congo belge (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, 84, n^o 4, 259-271, 1959).
50. RIDWOOD, W.G.: On the cranial osteology of the fishes of the families *Mormyridae*, *Notopteridae* and *Hyodontidae* (*J. Linn. Soc. London*, 29, 188-217, 1904).
51. SANDERS, A.: Contributions to the anatomy of the central nervous system in vertebrate animals (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 173, 927-959, 1882).
52. SCHLESINGER, G.: Zur Ethologie der Mormyriden (*Ann. Nat. Hist. Hofmus. Wien*, 1910, 23, 282-311, 1910).
53. STENDELL, W.: Einige Bemerkungen zum Aufsatz von V. Franz: « Faseranatomie des Mormyridengehirns » (*Anat. Anz.*, 46, 30-32, 1914).
54. — : Morphologische Studien an Mormyriden (*Verh. Deutsch. Zool. Ges.*, 24, 254-261, 1914).
55. STIPETIC, E.: Über das Gehörorgan der Mormyriden (*Zeits. f. vergl. Physiol.*, 26, 740-752, 1939).
56. TATARINOV, L.P.: Evolution of apparatus dividing blood streams in vertebrate heart (*Zool. Zh.*, 39, 1 218-1 231, 1960).
57. VALENCIENNES, M.A.: Voir CUVIER.
58. WESTON, J.K.: Notes on the telecephalon of *Mormyrus* and *Gnathonemus* (*Proc. K. Akad. Wet. Amsterdam*, 40, 894-904, 1937).
59. WILLEM, V.: Contributions à l'étude des organes respiratoires chez les Téléostéens: *Mormyrus* et *Mormyrops* (*Bull. Mus. Hist. nat. Belg.*, 27, 17, 1-7, 1951).

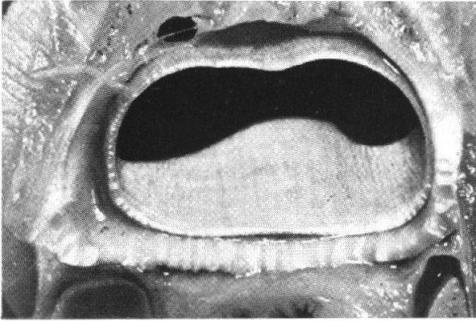
SOMMAIRE

Résumé	1
Samenvatting	1
I. Historique général et but du travail	3
II. Systématique des Mormyroïdes	6
III. Recherches sur l'anatomie des Mormyroïdes	8
A. Appareil digestif	8
B. Appareil uro-génital	22
C. Vessie natatoire	26
D. Oreille interne	45
E. Morphologie externe du cerveau	71
IV. Conclusions anatomiques	75
V. Conclusions systématiques	79
VI. Bibliographie	85
Table des matières	89

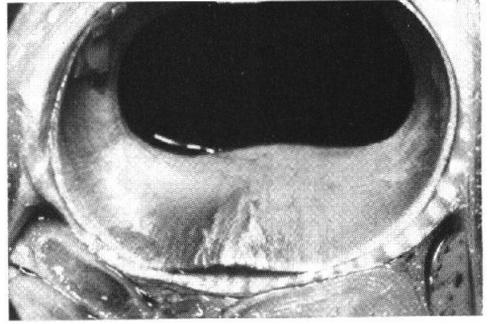


Coupes macroscopiques transversales (vues par leur face postérieure) de *Mormyrops deliciosus* (LEACH), pratiquées à partir du niveau de l'extrémité antérieure de la vessie natatoire jusqu'aux $\frac{3}{4}$ de la longueur de celle-ci.

- 1 et 2 Niveau de l'oesophage et de la commissure du canal pneumatique; le diaphragme n'adhère pas encore aux parois latérales.
- 3 et 4 Niveau de l'oesophage et du canal pneumatique; celui-ci est indiqué par une sonde dans la photo 4; diaphragme adhère aux parois latérales. Remarquez l'épaisseur très grande de celui-ci.
- 5 Niveau de l'oesophage au-delà du débouché du canal pneumatique; le diaphragme adhère aux parois latérales.
- 6 Niveau de l'estomac; le diaphragme adhère aux parois latérales.



1



2



3



4



5



6

Coupes macroscopiques transversales de *Mormyrops deliciosus* (LEACH)
(suite de la planche I)

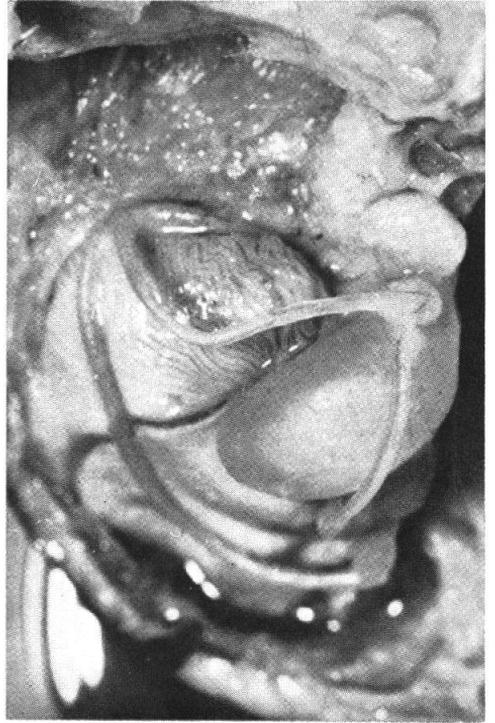
- 1 à 3 Niveaux de l'estomac; le diaphragme adhère aux parois latérales.
4 à 6 Niveaux situés en arrière de l'estomac; la pariétoleure n'adhère plus aux parois latérales et ne joue plus le rôle de diaphragme.

PLANCHE III



Situs viscerum de *Stomatorbini puncticulatus* BLGR.;

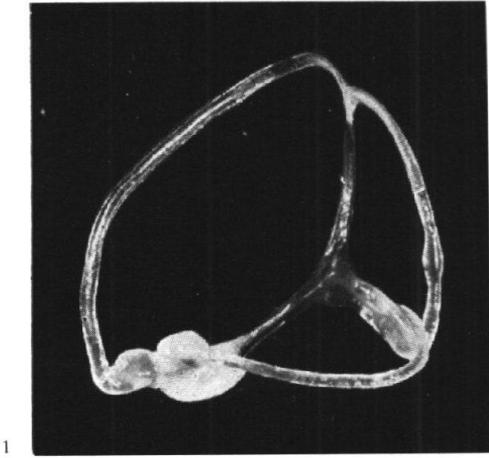
Dissection du cerveau montrant l'énorme cervelet surplombant, l'oreille interne avec ses canaux semi-circulaires entourant la vésicule auditive, la vessie natatoire encerclée par les côtes et à l'arrière de laquelle on distingue le diverticule en forme de battant de cloche.



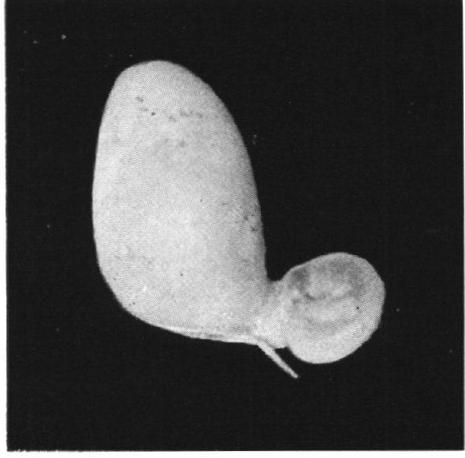
Oreille interne de *Gnatbonemus peterii* (GUNTJ.)

1. Aspect de la cavité otique, après avoir soulevé l'épiderme et le « scale bone » et enlevé la fine membrane qui tapisse l'intérieur de la cavité.
2. Aspect de la cavité otique, après avoir remis le « scale bone » à sa place naturelle; on aperçoit nettement l'ouverture qui subsiste en arrière de cet os.
3. Vue latéro-postérieure de l'oreille interne montrant la position externe de la lagena par rapport au labyrinthe.

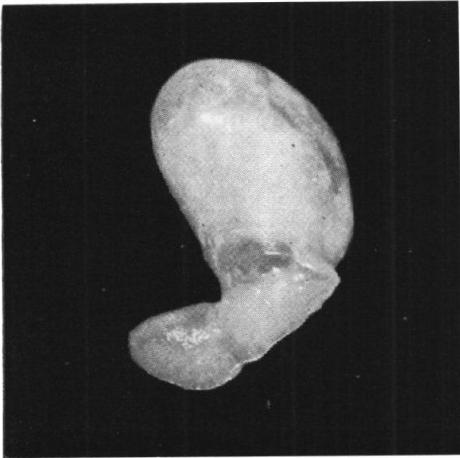
PLANCHE V.



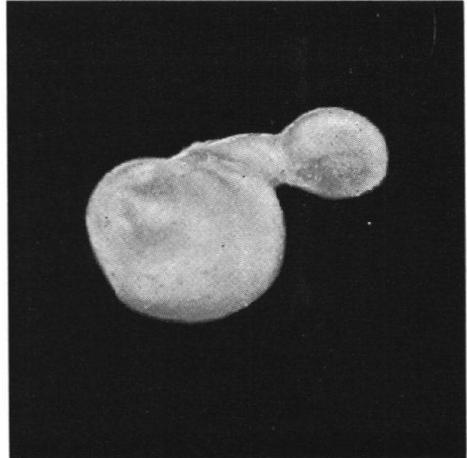
1



2



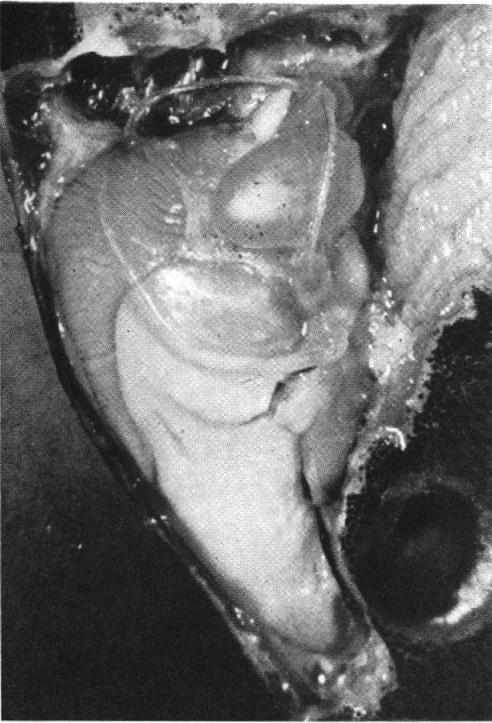
3



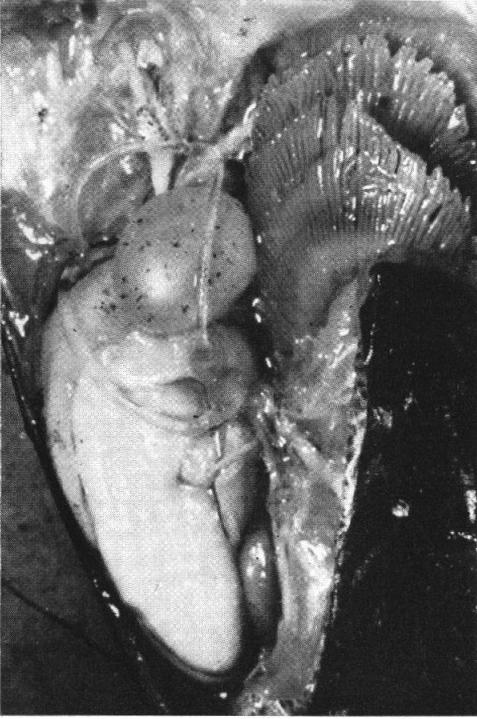
4

Oreille interne de *Gnatonemus petersii* (GUNT.)

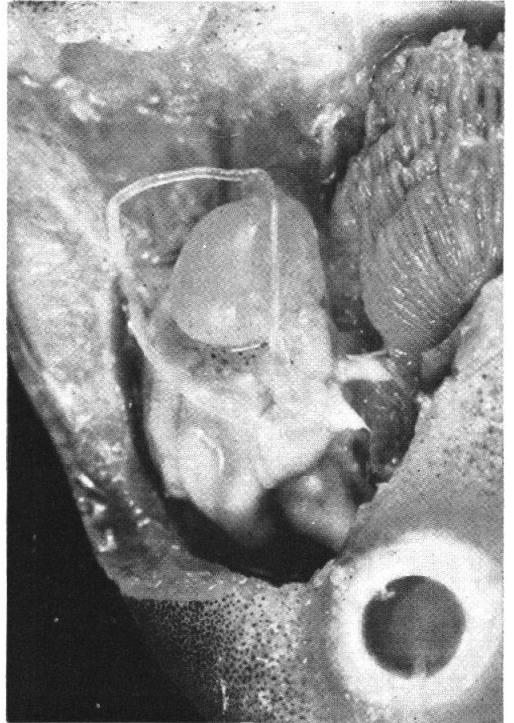
1. Vue latérale externe du labyrinthe.
2. Vue latérale externe de la vésicule auditive et de ses annexes: le diverticule vésiculaire, le saccule et la lagena sont visibles.
3. Vue latéro-antérieure interne de la vésicule auditive et de ses annexes: le saccule et la lagena sont visibles.
4. Vue dorsale de la vésicule auditive et des annexes: le saccule et la lagena sont visibles.



1

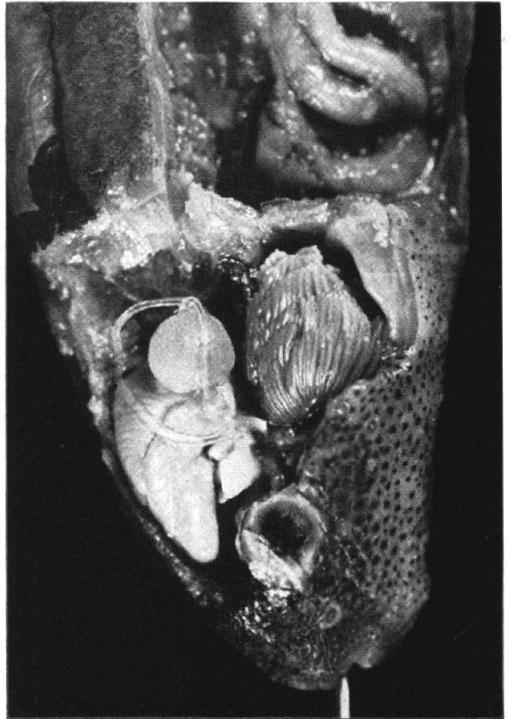
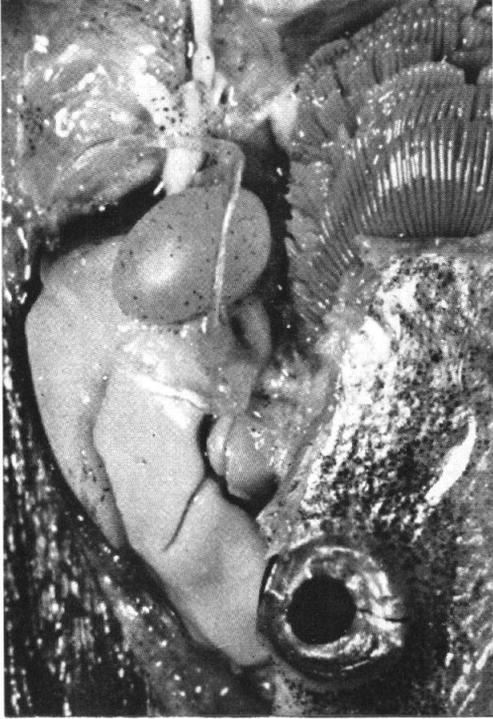


2

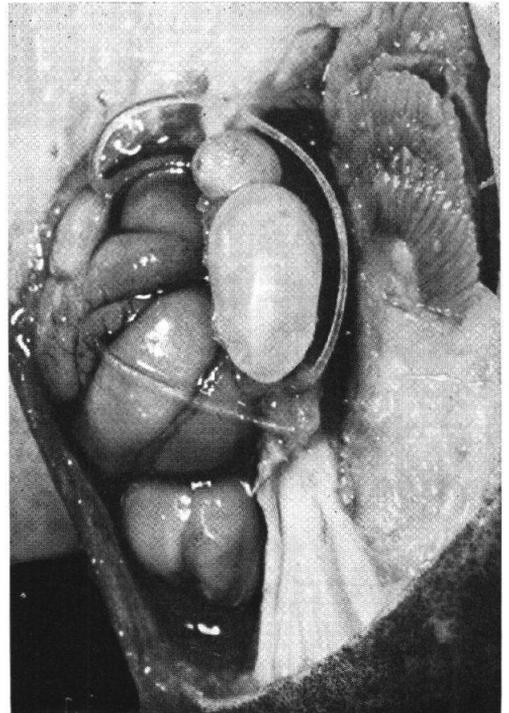
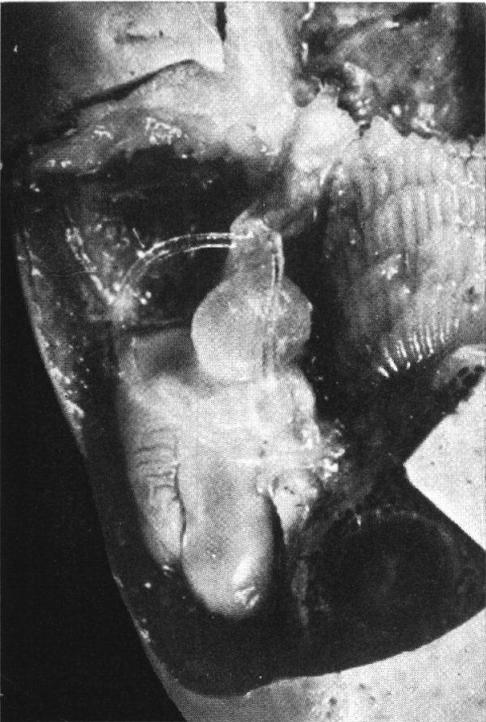


3

1. Oreille interne et cerveau de *Gnatbonemus petersii* (GUNT.)
2. Oreille interne et cerveau de *Mormyrops deliciosus* (LEACH)
3. Oreille interne et cerveau de *Petrocephalus bane* (LACEP.)



1. Oreille et cerveau de *Mormyrus rume probovirostris* CUV. et VAL.
2. Oreille interne et cerveau d'*Hyperopisus bebe occidentalis* GILL
3. Oreille interne et cerveau de *Marcusenius buachisius* GILL.



1. Oreille interne et cerveau de *Stomatorhinus punctulatus* BLGR.
2. Oreille interne et cerveau d'*Triclibius henryi* GILL
3. Oreille interne et cerveau de *Gymnanchus niloticus* CUV



Achévé d'imprimer le 24 novembre 1967
par l'Imprimerie SNOECK-DUCAJU et Fils, S.A., Gand-Bruxelles