

ETUDE MYOLOGIQUE DU SAINT-PIERRE OU POULE-DE-MER (*ZEUS FABER* LINNE)

par Yseult LE DANOIS

INTRODUCTION

La position systématique du Saint-Pierre (*Zeus faber*), de la famille des Cyttides, a fait l'objet de nombreuses discussions que nous ne saurions reprendre ici à propos d'une étude myologique; celle-ci confirme que *Zeus* appartient au groupe primitif des Poissons du stade Téléostéen, évoluant vers l'état Acanthoptérygien. Des caractères archaïques doivent le faire inclure dans l'ordre des Proacanthoptères, non loin des Berycoïdes, avec lesquels le genre *Zenion* marque une forme de transition. L'évolution de ces Proacanthoptères, notamment des Berycoïdes, Lampridides et Cyttides, représente la souche de nombreuses familles de Poissons osseux. Il en résulte que l'on peut considérer la description de la musculature du *Zeus* comme une monographie myologique d'un type qui est à l'origine de nombreuses formes plus évoluées.

La nomenclature des muscles correspond à celle que nous avons adoptée dans un ouvrage précédemment publié sur la myologie des Poissons de l'ordre des Orbiculates. Comme base d'étude générale on peut se reporter également au chapitre consacré au système musculaire dans le récent Traité de Zoologie (tome XIII, fasc. 1).

CHAPITRE I

MUSCULATURE ORBITO-JUGALE ET HYO-BRANCHIALE

A. - Région orbito-jugale.

La musculature de la région orbito-jugale de *Zeus faber* est fondamentalement caractérisée par la protractilité de la bouche; celle-ci est poussée à l'extrême et entraîne des modifications profondes à la fois dans le système squelettique et dans le système musculaire. Cette structure a déjà été décrite par Helmut HOFER (1938) et nous en avons repris les éléments essentiels dans des publications précédentes.

Dans *Zeus* la protractilité de la bouche est obtenue par l'extension des os de la mâchoire supérieure, prémaxillaire et maxillaire. Ce mouvement est soutenu et appuyé par le suspensorium et le palato-carré unis en un complexe osseux. La projection de la mâchoire supérieure en avant est remarquablement dirigée: en effet les prémaxillaires se prolongent en arrière par deux longues apophyses qui en état de rétraction s'appuient sur le crâne en avant des frontaux; en extension ces apophyses glissent vers l'avant sur le dermethmoïde qui joue le rôle d'un rail central. La rotation du palatin provoque un écartement des branches de la mandibule qui contribue ainsi à l'élargissement de la bouche. Dans celle-ci le prémaxillaire joue encore un rôle fonctionnel avec de petites dents dirigées vers l'intérieur, mais le maxillaire, édenté, lui sert de support et de levier. Il se présente

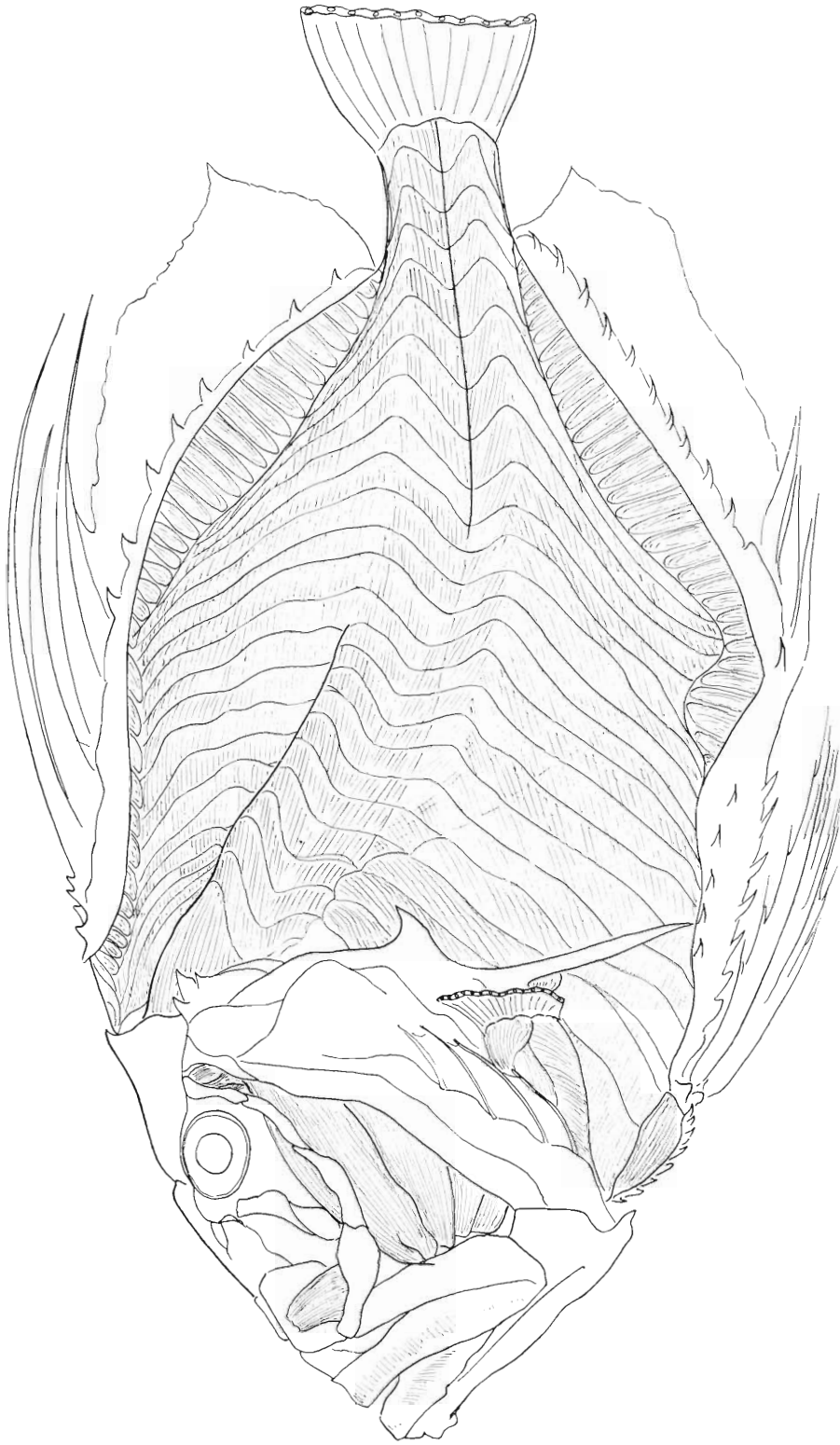


FIG. 1. — Aspect général de la musculature après enlèvement de la peau.

une grande souplesse ; rétractées en cordonnet en période de repos, ces fibres, pendant l'extension, s'étalent sur l'aponévrose, en éventail, et la garnissent comme une tapisserie légère ; nous appellerons ces groupes de fibres, *muscles aponévrotiques*.

En tenant compte de ces remarques on peut décrire comme suit la musculature de la région orbito-jugale.

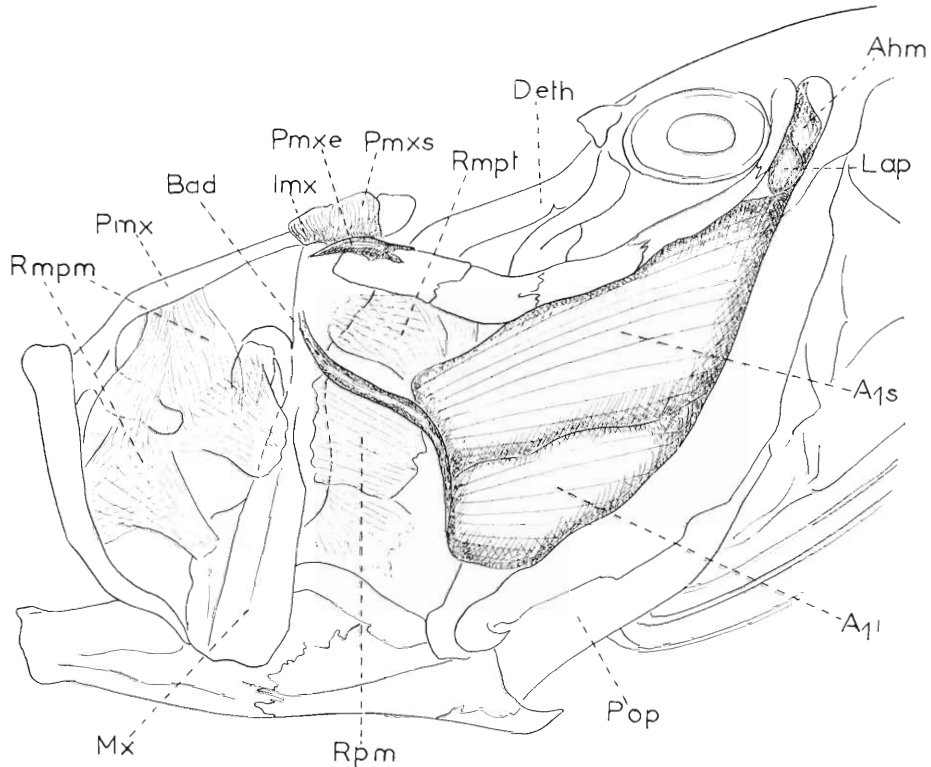


FIG. 3. — Région orbito-jugale, musculature superficielle en position d'extension. (cf. légende figure 2). Deth : dermethmoïde ; Imx : muscle ligamentaire inter-maxillaire ; Rpm : réseau aponévrotique post-maxillaire ; Rmpt : réseau aponévrotique maxillo-ptérygoïdien.

Adducteurs des mâchoires.

Les adducteurs des mâchoires comprennent une couche superficielle représentant la partie A₁, avec un large faisceau supérieur et deux faisceaux inférieurs plus petits ; une couche profonde est constituée par un muscle en fuseau unique, A₂, empiétant légèrement sur une masse musculaire plus forte, A₃, prenant son insertion dans la région sphénoïdienne.

Mais ce qui caractérise ces adducteurs, c'est qu'au contraire de ce qui existe dans la majorité des espèces, ils ne s'insèrent pas directement sur les os de la mâchoire supérieure (maxillaire) et de la mandibule. Leurs extrémités antérieures s'appuient sur un muscle ligamentaire extrêmement solide joignant la partie supérieure du maxillaire au carré ; ce muscle désigné par HOFER comme *ligament primordial* peut être appelé : *muscle ligamentaire basal des adducteurs*. Sa fonction est très importante car il permet aux adducteurs des mâchoires de jouer leur rôle dans la protractilité de la bouche. Le déplacement de celle-ci dans son extension est tellement prononcé que les adducteurs suivraient difficilement l'avance des maxillaires et de la mandibule. Jouant le rôle typique dévolu à

un muscle ligamentaire, il établit une liaison d'élasticité et de renforcement entre adducteurs et maxillaires ; très renflé à l'état de repos, il s'étire en cordon pendant l'extension de la bouche.

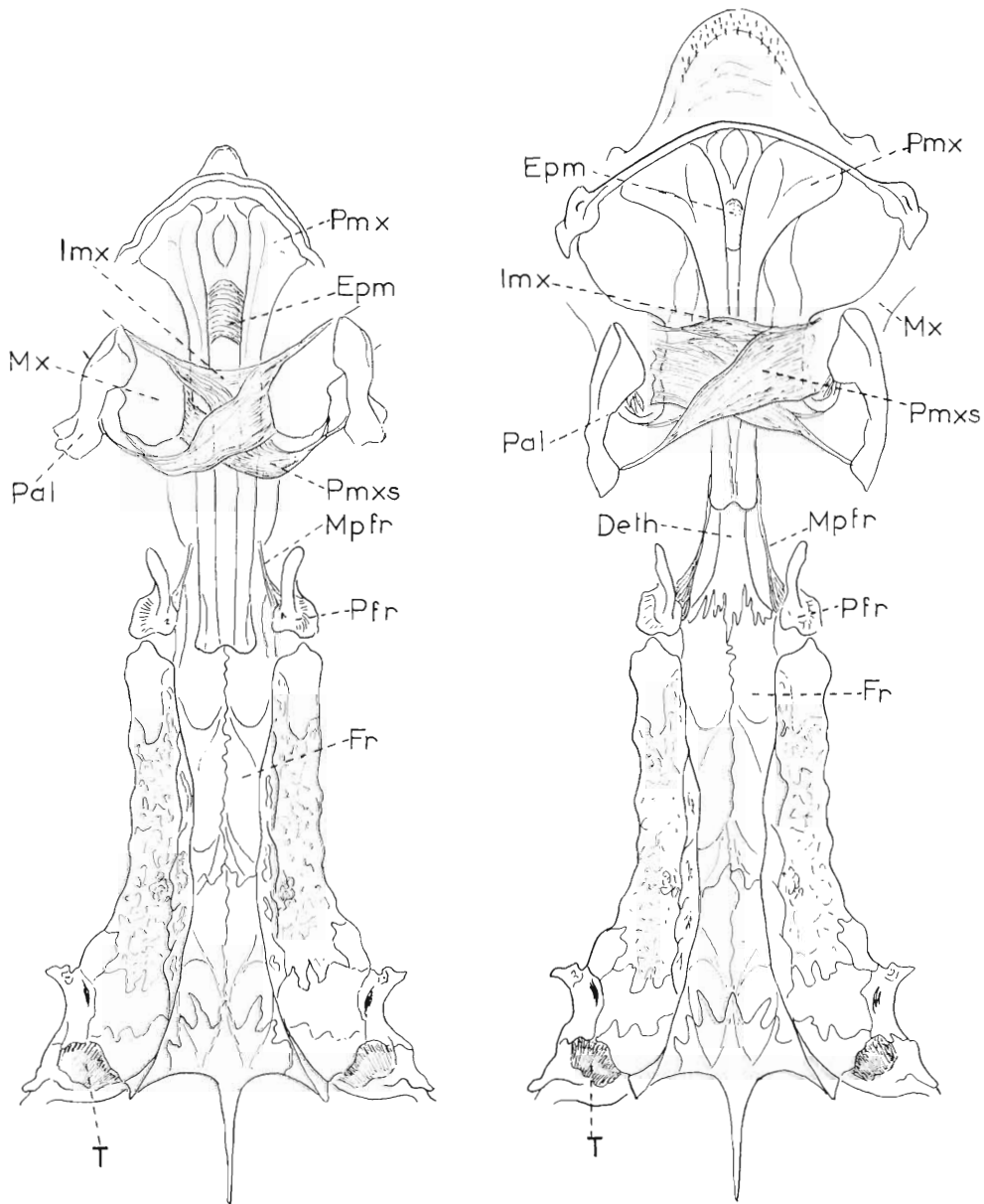


FIG. 4 et 5. — Vue dorsale de la région céphalique en position de repos (à gauche) et en position d'extension (à droite). Epm. : muscle ligamentaire ethmoïdo-prémaxillaire ; Fr : frontaux ; Mpfr : muscle ligamentaire préfrontal ; Pal : palatin ; Pfr : préfrontal ; T : trapèze.

Sur le carré, les pterygoïdiens et le symplectique, en avant du préopercule, repose le muscle *quadrato-mandibulaire interne* qui ne semble exercer aucune action dans la protractilité (adducteur mandibulaire intramandibulaire de HOFER).

Muscles ligamentaires palato-maxillaires.

Le glissement particulier des apophyses postérieures des prémaxillaires sur la région ethmoïdienne est provoqué et contrôlé par un ensemble de muscles ligamentaires.

Le muscle ligamentaire *ethmoïdo-prémaxillaire* (HOFER), joignant entre elles les branches récurrentes des prémaxillaires et assurant leur mouvement parallèle sur le dermethmoïde.

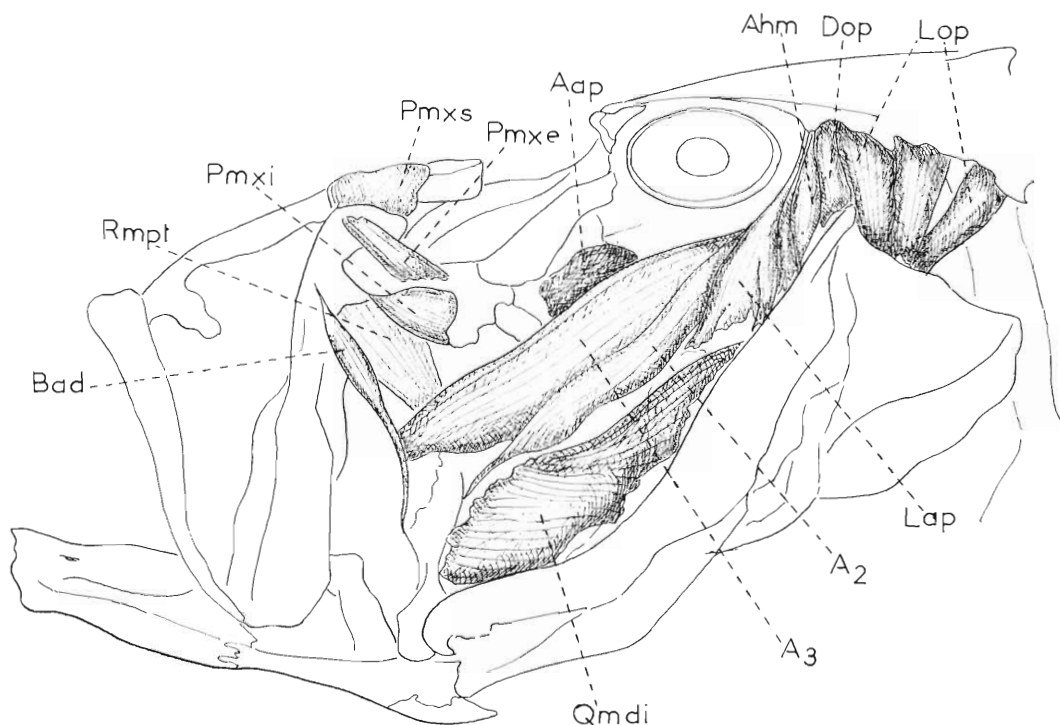


FIG. 6. — Région orbito-jugale, couche profonde. A₂, A₃ faisceaux profonds des adducteurs des mâchoires; Aap: adducteur de l'arc palatin; Pmxii: muscle ligamentaire palato-maxillaire interne; Q'mdi: quadrato-mandibulaire interne.

Le rôle principal de direction dans ce mouvement de glissement est dû à un anneau unissant les têtes des maxillaires, ainsi que les parties médianes des palatins. Défini par HOFER comme *ligament maxillo-prémaxillaire postérieur*, il correspond à plusieurs éléments musculaires. En effet il comprend en avant le muscle ligamentaire *intermaxillaire* unissant les extrémités supérieures des maxillaires. En arrière se croisent deux muscles dont la partie élargie antérieure se fixe sur les maxillaires et la partie postérieure tendineuse et étroite sur les palatins du côté opposé : les muscles ligamentaires *palato-maxillaires supérieurs*.

La rétraction des grandes apophyses récurrentes des prémaxillaires est actionnée par deux petits muscles ligamentaires qui s'insèrent à l'extrémité postérieure de ces apophyses d'une part et sur les préfrontaux d'autre part. Ils doivent avoir de plus un rôle frénateur dans la progression de ces apophyses vers l'avant. Ce sont les muscles ligamentaires *préfrontaux*.

Les palatins du *Zeus* affectent une forme tout à fait particulière : élargis à leurs deux extrémités, ils s'amincissent en leur partie médiane et se terminent vers l'arrière par une apophyse. Cette structure très spéciale leur permet de jouer un rôle fondamental dans la protractilité de la bouche, car, alors que leur partie antérieure s'articule sur les maxillaires, leur apophyse postérieure prend son point d'appui sur les pterygoïdiens. Leur mouvement de rotation établit la liaison entre la partie

mobile des mâchoires (maxillaires et prémaxillaires), et la partie fixe jugale (pterygoïdiens et carré). Sur les palatins s'insèrent quatre muscles ligamentaires :

le muscle ligamentaire *palato-maxillaire externe* (ligament *palato-maxillaire* de HOFER) ; c'est un muscle solide à forte contraction au moment de l'extension des mâchoires ;

le muscle ligamentaire *palato-maxillaire interne*, antagoniste du précédent, inséré dans la partie médiane du palatin ;

le muscle ligamentaire *palato-ethmoïdien*, en forme de tendon assez mince, partant de la partie postérieure du palatin pour gagner la face latérale de la région ethmoïdienne ; il agit au moment de la rétraction de la bouche ;

le muscle ligamentaire *palato-pterygoïdien* est un tendon très court mais très solide qui joint l'extrémité de l'apophyse du palatin au bord supérieur des pterygoïdiens.

Enfin, rappelons que les muscles croisés palato-maxillaires supérieurs viennent aussi s'insérer sur la partie médiane des palatins.

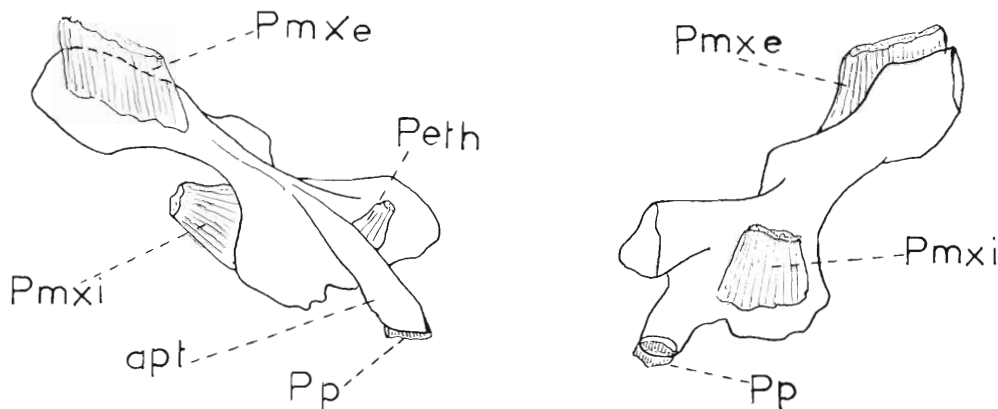


FIG. 7 et 8. — *Face externe et face interne des os palatins.* Apt : apophyse pterygoïdienne ; Peth ; muscle ligamentaire palato-ethmoïdien, Pmxe : muscle ligamentaire palato-maxillaire externe ; Pmxi : muscle ligamentaire palato-maxillaire interne ; Pp muscle ligamentaire palato-pterygoïdien.

Muscles aponévrotiques des parois buccales.

HOFER a défini comme ligaments deux de ces muscles (ligament maxillo-prémaxillaire antérieur, et ligament maxillo-mandibulaire rostral), mais ils n'ont en fait aucun rôle réellement actif dans la rétraction et la protraction de la bouche. Par contre ils correspondent à la définition que nous avons donné des muscles aponévrotiques en contribuant à donner de la souplesse aux larges aponévroses des parois de la bouche. Plus ou moins rétractés en cordonnet à l'état de repos ils s'étalent et s'élargissent intensément lors de la protraction. Ces muscles aponévrotiques peuvent être reconnus comme formant plusieurs réseaux :

le réseau *maxillo-prémaxillaire* ; le réseau *post-maxillaire* ; le réseau *maxillo-pterygoïdien*.

On peut remarquer que cette profusion de muscles occasionnels, ligamentaires et aponévrotiques, s'est substituée aux muscles proprement dits que l'on trouve habituellement en avant de la région orbito-jugale. dans la plupart des espèces de poissons, à savoir les muscles préorbitaires qui, chez le *Zeus*, font totalement défaut.

Adducteur de l'arc palatin.

Après ablation des adducteurs des mâchoires et du globe oculaire, on aperçoit l'*adducteur de l'arc palatin*, représenté par une grosse masse musculaire divisée en trois ou quatre faisceaux et s'insérant en profondeur sur le parasphénoïde et inférieurement sur l'endoptérygoïde. Son rôle fonctionnel doit être important car il aide à relever l'ensemble du palato-carré au moment de la protraction.

Muscles du suspensorium et de l'opercule.

Comme chez tous les poissons les muscles du suspensorium et de l'opercule sont au nombre de cinq, à savoir :

élevateur de l'arc palatin ;

adducteur de l'hyo-mandibulaire ;

élevateur de l'opercule ;

adducteur de l'opercule.

dilatateur de l'opercule ;

Ils ne présentent chez *Zeus* aucune particularité.

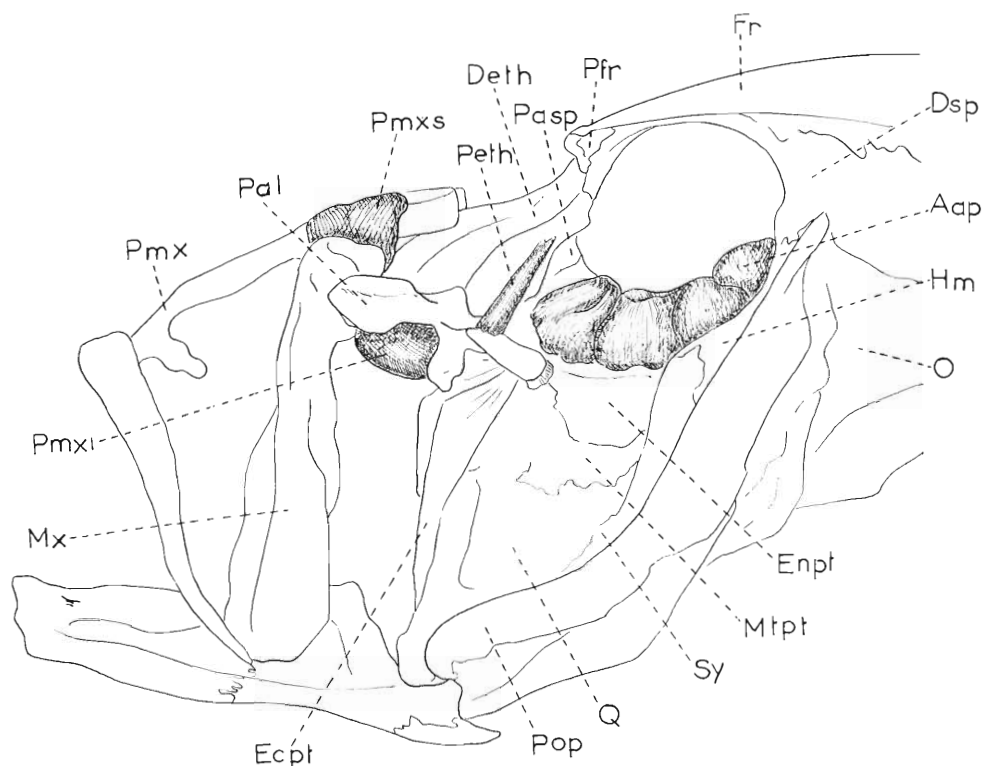


FIG. 9. — Région orbito-jugale, après ablation des adducteurs des mâchoires. Ecpt : ectoptérygoïde ; Enpt : endoptérygoïde ; Hm : hyomandibulaire ; Mtpt : metapterygoïde ; O : opercule ; Pasp : parasphénoïde, Peth muscle ligamentaire palato-ethmoïdien ; Q : carré ; Sy : symplectique.

B. - Région hyo-branchiale.

Système génio-hyo-hyoïdien.

Dans les formes à mâchoires compactes et immobiles comme les Orbiculates, nous avons pu distinguer une région hyo-branchio-stégale qui servait de lien entre la région génio-hyoïdienne et les muscles des arcs branchiaux ; dans les espèces à mâchoires mobiles et surtout dans celles à mâchoires protractiles, la disposition générale de la musculature varie à tel point qu'une séparation plus nette s'établit entre les muscles de la gorge et ceux des branchies sans zone de transition. Il en résulte que les muscles désignés comme génio-hyoïdiens et hyo-hyoïdiens appartiennent au même ensemble : le système *génio-hyo-hyoïdien*. Il est caractérisé dans *Zeus faber* de la façon suivante.

a) Immédiatement à la symphyse mandibulaire, un petit muscle à fibres longitudinales représente le muscle *intermandibulaire postérieur*, point d'insertion du système génio-hyo-hyoïdien sur la mandibule.

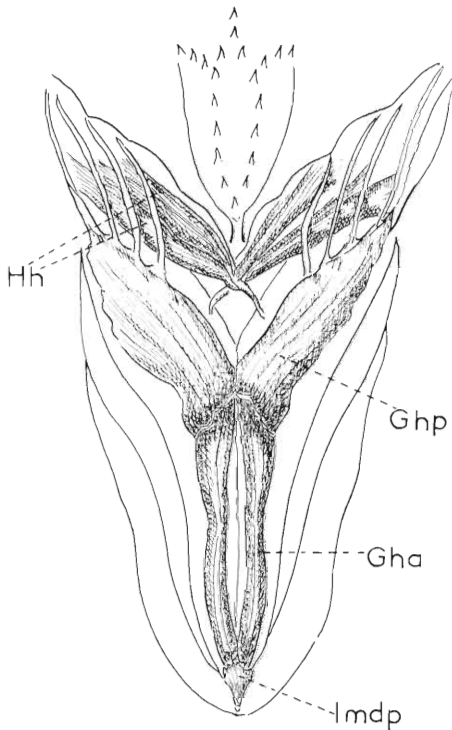


FIG. 10. — Région génio-hyo-hyoïdienne.
Gha : muscles génio-hyoïdien antérieur ;
Ghp : génio-hyoïdien postérieur ; Hh :
hyo-hyoïdiens ; Imdp : intermandibulaire
postérieur.

b) La région suivante est constituée par deux paires de muscles dont les positions relatives sont très variables selon les espèces. Chez les poissons à mâchoires courtes, la seconde paire de ces muscles recouvre entièrement la première paire et correspond à la définition originale des génio-hyoïdiens, unissant le menton à l'hyoïde. Chez les poissons à mâchoires longues ou protractiles, la première paire de muscles se trouve au contraire dégagée et c'est elle qui apparaît à la place de la seconde paire, rejetée en arrière.

On peut ainsi distinguer dans les muscles génio-hyoïdiens, les *génio-hyoïdiens antérieurs* et les *génio-hyoïdiens postérieurs*. (Ces derniers correspondent aux faisceaux principal et interbranchiostégal des poissons à mâchoires courtes.)

Ajoutons que chez les poissons à mâchoires courtes, ces deux paires de muscles sont séparées par la présence d'un interhyoïdien qui n'existe pas chez les poissons à mâchoires protractiles.

c) En arrière des génio-hyoïdiens se croisent deux muscles formés chacun de deux faisceaux réunis en une extrémité tendineuse ; celle-ci vient se fixer sur les cérato-hyaux, tandis que la partie élargie s'accroche à la membrane branchiostège de l'autre côté ; ce sont les muscles *hyo-hyoïdiens*, répondant à la définition exacte qu'en a donné CUVIER.

Muscles des arcs branchiaux.

Leur ensemble ne présente aucune particularité propre au *Zeus* et ils correspondent aux dispositions habituelles que l'on rencontre chez les poissons de l'état Acanthoptère. On peut toutefois noter que les *élevateurs externes et internes des arcs branchiaux*, ainsi que les *pharyngo-claviculaires externe et interne* sont très développés et susceptibles d'une grande élasticité que nécessitent les mouvements de déplacement de la région branchiale en relation avec la protractilité de la bouche.

Muscles trapèzes.

Ce sont des muscles de très faible importance, unissant la région ptérotique à la supra-clavicule, mais la soudure solide de la ceinture scapulaire au crâne réduit considérablement leur fonction d'élevateurs.

CHAPITRE II

MUSCULATURES HYO-POST-CLAVICULAIRE ET SCAPULO-PELVIENNE

Os des ceintures.

La ceinture scapulaire de *Zeus* est fortement articulée au crâne ; la supra-clavicule est représentée par une sorte de longue apophyse plus ou moins intégrée dans la masse du cleithrum ; cet os allongé mais robuste, a la forme d'un arc ; à sa courbure se greffe un prolongement osseux servant de base à une épine et juste au-dessous part la tige mince et acérée de la post-clavicule ou metacleithrum. En ligne médiane ventrale les deux cleithra se soudent en une symphyse. La

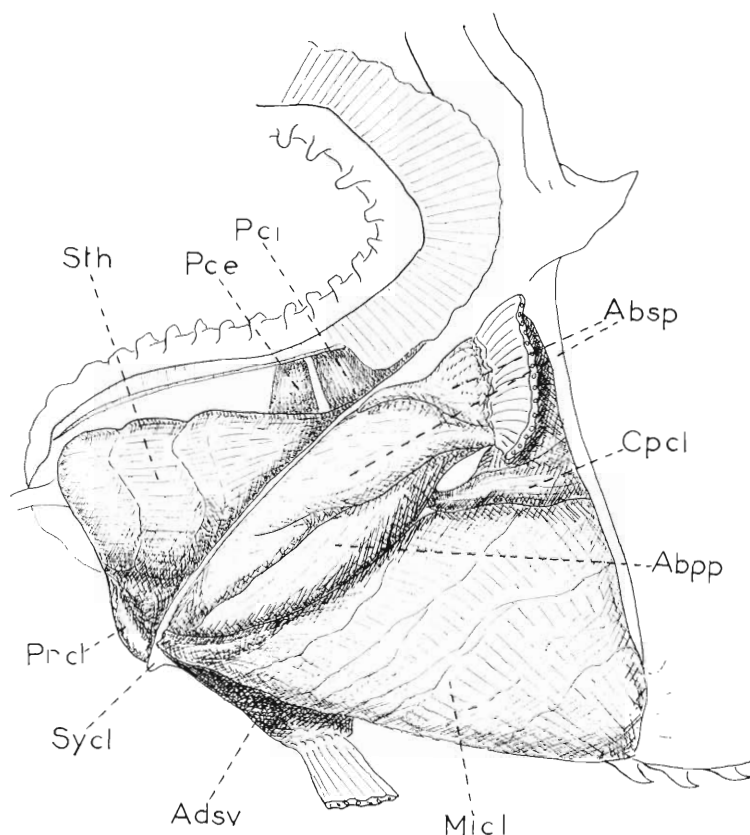


FIG. 11. — Région hyo-post-claviculaire, couche superficielle. Abpp : abducteur profond de la pectorale ; Absp : abducteur superficiel de la pectorale ; Adsv : adducteur superficiel de la ventrale ; Cpcl : muscle coraco-post-claviculaire ; Micl : myotomes interclaviculaires ; Pce : pharyngo-claviculaire externe ; Pci : pharyngo-claviculaire interne ; Prcl : protracteur claviculaire ; Sth : sterno-hyoïdiens ; Sycl : symphyse cleithrale.

partie basse du cleithrum est marquée par une crête et c'est dans ce relief que vient s'insérer, sur une faible étendue, le scapulum supportant les pterygiaux. Au scapulum fait directement suite le coracoïde ; cet os s'amincit graduellement vers la ligne médiane ventrale où il se trouve réduit à la partie terminale d'une crête qui le suit sur toute sa longueur ; les deux crêtes symétriques viennent se joindre en arrière plan sur la symphyse cleithrale. C'est sur les coracoïdes qui viennent

s'articuler les os pelviens ; chacun d'eux a une forme triangulaire et se prolonge en arrière par une apophyse ischienne ; les nageoires ventrales sont fixées sur la base élargie du triangle, presque en ligne médiane ; les deux os pelviens sont unis entre eux par une double symphyse ligamentaire.

La position et la forme des os pelviens évoquent celles que l'on trouve dans des espèces de caractère primitif comme l'Opah (*Lampris luna*). À titre de remarque nous signalerons que nous avons constaté, chez certains poissons dépourvus de nageoires ventrales, la persistance d'os de forme triangulaire, comparables à ces os pelviens et venant se souder aux lames coracoïdiennes sous forme d'os supplémentaires, les *metacoracoïdes*.

Muscles sterno-hyoïdiens.

Les muscles sterno-hyoïdiens qui appartiennent à la région *antescapulaire* ou *hypobranchiale* relèvent en réalité de la musculature somatique dont ils représentent des éléments détachés en avant de la ceinture pectorale. Ils ont gardé leur myométrie et on distingue nettement trois myotomes. Les sterno-hyoïdiens de *Zeus* s'insèrent en avant sur l'urohyal qui prolonge la symphyse hyoïdienne et en arrière sont largement fixés sur le cleithrum.

Éléments myotomiques interclaviculaires.

Six myotomes de la grande musculature somatique que nous décrirons plus loin s'avancent sous la gorge en passant sous la post-clavicule et représentent entre cet os et le cleithrum une région *myotomique interclaviculaire*.

Le premier de ces myotomes se prolonge jusqu'à la symphyse cleithrale sur laquelle il envoie une liaison tendineuse. Pour ces six myotomes la post-clavicule ne représente pas une barrière réelle, car ils se continuent en arrière de cet os, mais avec une notable variation dans la direction de leurs fibres. Cette partie interclaviculaire des myotomes présente une plus forte épaisseur musculaire que celle qui lui fait suite sur les flancs de la cavité viscérale.

On doit intégrer dans cette région interclaviculaire le muscle *coraco-post-claviculaire*, unissant la crête coracoïdienne à la partie médiane du métacleithrum. Ce muscle appartient certainement à la musculature somatique car nous avons pu remarquer chez d'autres poissons (notamment chez les Orbiculates) qu'il présentait une métamérie visible.

Musculature des nageoires paires.

I. Nageoires pectorales.

La musculature de la nageoire pectorale comprend un *abducteur superficiel*, divisé en trois faisceaux ; le faisceau supérieur actionne les douze premiers rayons et les deux autres, intimement joints, opèrent leur traction sur les trois derniers rayons. Ils prennent leur insertion tout le long de la crête cleithrale. Sous ce muscle se situe l'*abducteur profond*, largement étalé sur le coracoïde et le scapulum et se fragmentant à sa partie supérieure en plusieurs groupes de fibres dont chacun agit sur plusieurs rayons de nageoire.

Les antagonistes des abducteurs sont presque entièrement placés sur la face interne de la lame scapulo-coracoïdienne. Ce sont les *adducteurs superficiel* et *profond* des pectorales.

II. Nageoires pelviennes.

C'est en ligne médiane ventrale que se situent les *abducteurs superficiels* des nageoires pelviennes ; ils viennent s'appuyer à la base des supports des rayons de nageoires, en avant de la première symphyse ligamentaire ischienne. Les *abducteurs profonds* ont pris une forme assez particulière et se présentent comme des muscles en patte d'oie dont le sommet s'insère sur la crête coracoïdienne et dont les branches en éventail rejoignent le bord antérieur des os pelviens.

Latéralement les *adducteurs superficiel* et *profond* s'insèrent en avant sur la face interne de la crête coracoïdienne, tapissent les os pelviens, avant de se fixer à la base des ventrales. Cette position des abducteurs et adducteurs des ventrales établit une liaison musculaire avec la ceinture scapulaire et marque la tendance à une union intime du coracoïde et des os pelviens (cf. ci-dessus : metacoracoïde).

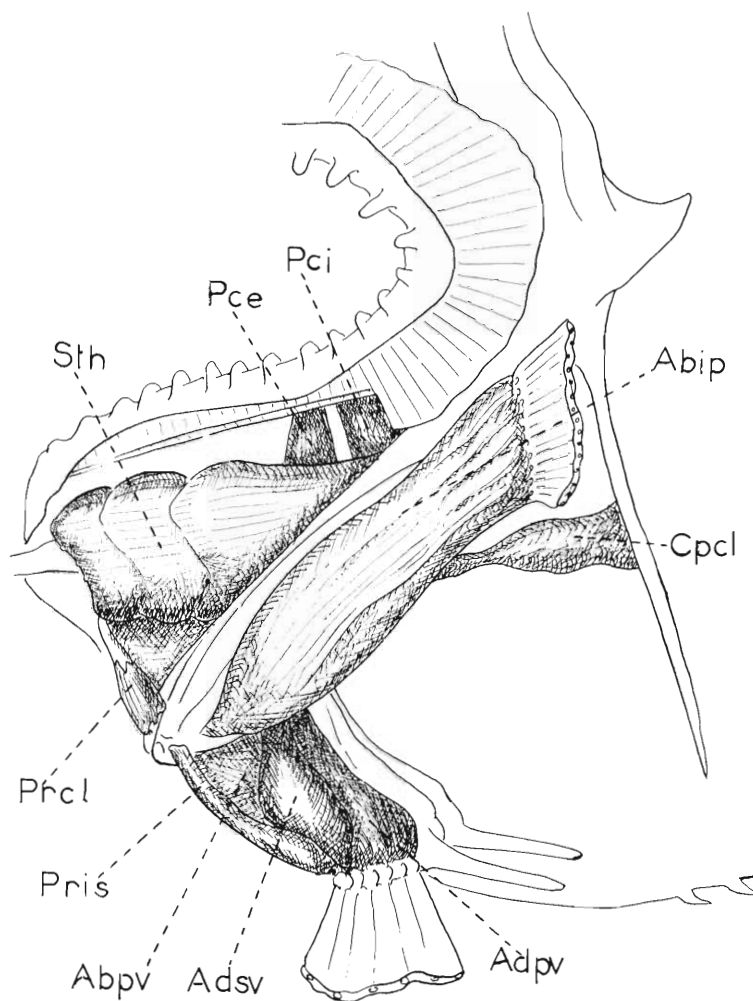


FIG. 12. — Région hyo-post-claviculaire, après ablation des myotomes interclaviculaires et des abducteurs superficiels de la pectorale. Abip, abducteur profond de la pectorale; Abpv, abducteur profond de la ventrale; Adpv, adducteur profond de la ventrale; Adsv, adducteur superficiel de la ventrale; Pris, protracteur de l'ischion.

III. Liaison musculaire hyo-pelvienne.

Dans notre article sur le système musculaire publié dans le *Traité de Zoologie* du Professeur P. P. Grasse, nous avons, en nous basant sur la bibliographie et sur les théories généralement admises, défini comme appartenant au système des muscles grêles infracarénaux une série de muscles jumelés placés de chaque côté de la ligne médiane, établissant une liaison entre la région hyoïdienne, la ceinture scapulaire, la ceinture pelvienne et le début de l'anale. Des recherches ultérieures dont nous avons fourni le résultat à propos de l'étude myologique des Orbiculates, nous ont

forcé à changer notre interprétation sur la valeur morphologique de cet ensemble musculaire et à considérer que ce jalonnement relevait en réalité de la musculature des nageoires paires. Nous en retrouvons une confirmation dans l'anatomie du *Zeus faber*. Ce poisson présente en effet la succession de deux éléments de protraction appuyés sur des relais osseux :

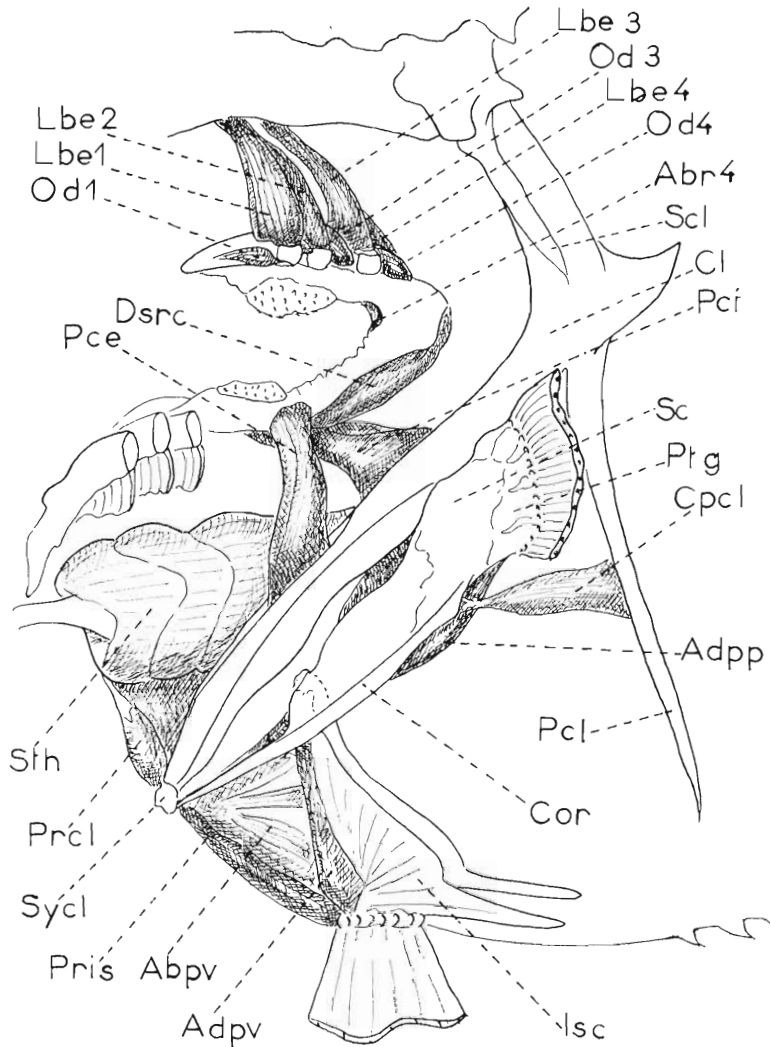


FIG. 13. — Muscles profonds des régions hyo-branchiale et scapulo-pelvienne. Abr 4 : adducteur branchial du 4^e arc ; Cl : cleithrum ; Cor : coracoïde ; Dsrc : muscle droit sous-archien commun ; Isc : ischion ; Lbe 1, 2, 3, 4 : éleveurs externes des arcs branchiaux ; Od 1, 3, 4 : obliques dorsaux des arcs branchiaux ; Pcl : post-clavicule ou meta-cleithrum ; Ptg : pterygiaux ; Sc : scapulum ; Scl : supraclavicule.

a) s'insérant sur l'urohyal, une paire de muscles en fuseau, placés entre les sterno-hyoïdiens qu'ils écartent de la ligne médiane, vient se fixer en arrière sur la symphyse claviculaire ; nous désignerons ces muscles sous le nom de *protracteurs claviculaires* ;

b) très légèrement en arrière à partir de la symphyse des crêtes coracoïdiennes partent deux muscles jumelés, fusiformes, venant se fixer sur les premiers rayons de la nageoire ventrale ; ce sont les muscles *protracteurs de l'ischion*.

Dans nombre de poissons du stade Téléostéen, on trouve une paire de muscles allongés, s'écartant de la ligne médiane, qui unissent la partie postérieure des os pelviens au premier rayon de l'anale ; ce sont les muscles *rétracteurs de l'ischion*. Ils font défaut chez *Zeus faber*, à moins qu'ils ne soient absolument intégrés dans la formation de la forte carène ventrale.

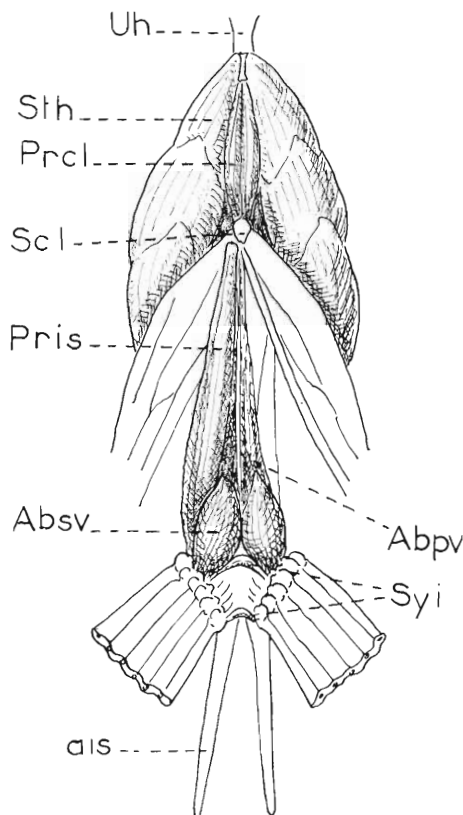


FIG. 14. — Vue ventrale de la région hyo-pelvienne. Abpv : abducteur profond de la ventrale ; Absv : abducteur superficiel de la ventrale ; ais : apophyse ischienne ; Prcl : protracteur claviculaire ; Pris : protracteur de l'ischion ; Scl : symphyse cleithrale ; Sth : sterno-hyoïdien ; Syi : symphyse ischienne ; Uh : urohyal.

La liaison musculaire hyo-pelvienne du Saint-Pierre comporte donc la succession de deux paires de muscles en fuseau insérés sur trois relais osseux : l'urohyal, la symphyse cleithro-coracoïdienne et la ceinture pelvienne. Leur rôle paraît être celui de protracteurs et c'est pourquoi ils présentent une réelle importance du point de vue anatomique. Il est probable en effet que ces muscles sont les agents essentiels de la progression des nageoires ventrales dans l'évolution morphologique des Téléostéens. Au stade que représente *Zeus* le système des protracteurs médians a déjà fait perdre aux nageoires pelviennes leur position abdominale et elles entrent dans le stade Thoracique. On peut estimer que l'effort du système des protracteurs peut se continuer dans certaines lignées phylogéniques pour attirer graduellement les nageoires pelviennes sous la gorge comme dans le stade Jugulaire, et même au-delà dans la région hyoïdienne dans des espèces à biologie très spécialisée (Ophidiides et Podatelides).

CHAPITRE III

MUSCULATURE SOMATIQUE ET SAGITTALE

A. - Les grands muscles latéraux.

Le Saint-Pierre présente une musculature somatique constituée par deux grands muscles latéraux formés par 26 myotomes. Ceux-ci subissent certaines variations de structure suivant leur position dans le corps de l'animal. Ils sont très concentrés en arrière dans la région caudale par suite du profond effort musculaire qu'elle doit fournir pour la propulsion du poisson ; ils sont très amincis tout au moins dans leur partie abdominale dans la région antérieure à cause de la distension due aux viscères ; entre ces deux régions ils présentent une constitution typique qu'il y a lieu de définir.

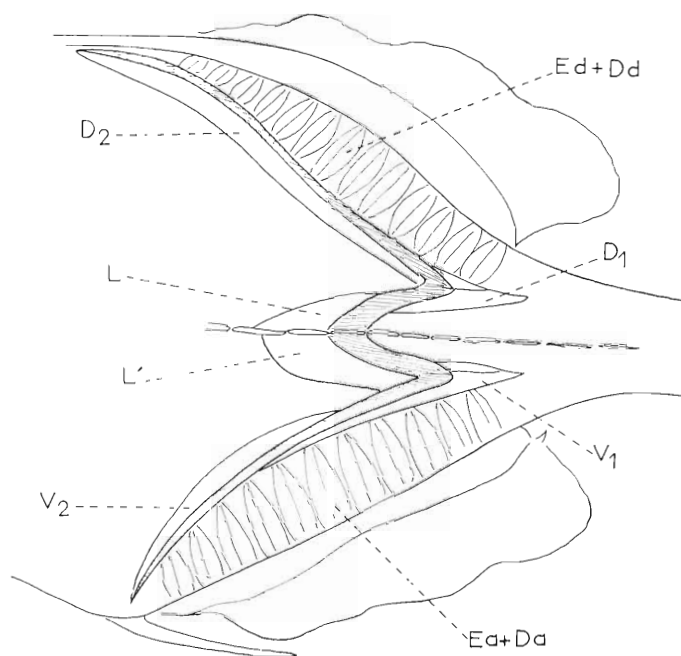


FIG. 15. — Constitution d'un myotome (le 14^e myotome pris comme type). Ea + Da : muscles érecteurs-dépresseurs de l'anale ; Ed + Dd : muscles érecteurs-dépresseurs de la dorsale.

En prenant comme exemple le 14^e myotome on voit qu'il comporte de chaque côté du septum médian deux cônes dont les sommets sont placés vers l'avant en profondeur, ce sont les cônes L et L'. Du côté dorsal, au-dessus de L, le myotome forme vers l'arrière un cône superficiel D₁, puis il s'infléchit vers l'avant pour former sur une longue étendue le cône D₂. Ventralement, au-dessous de L', se marque, dirigé vers l'arrière en surface, le cône V₁, puis plus bas les fibres se continuent vers l'avant pour former V₂ qui atteint la ligne médio-ventrale.

1. Région caudale.

A la fin des nageoires impaires dorsale et anale et en avant du pédoncule caudal, une section transversale montre les positions respectives des différents éléments du myotome. Les cônes D_2 sont surmontés et séparés en ligne médiane par les muscles propres à la nageoire dorsale. Au-dessous de ceux-ci les cônes D_1 viennent s'appuyer sur la colonne vertébrale qui est flanquée latéralement par les cônes L jusqu'au septum médian et la ligne latérale. Ventralement se placent les cônes L' , puis plus bas, séparés par le système des muscles propres à la nageoire anale, se situent les cônes V_1 et, au -dessous, des éléments musculaires contigus représentant les cônes V_2 .

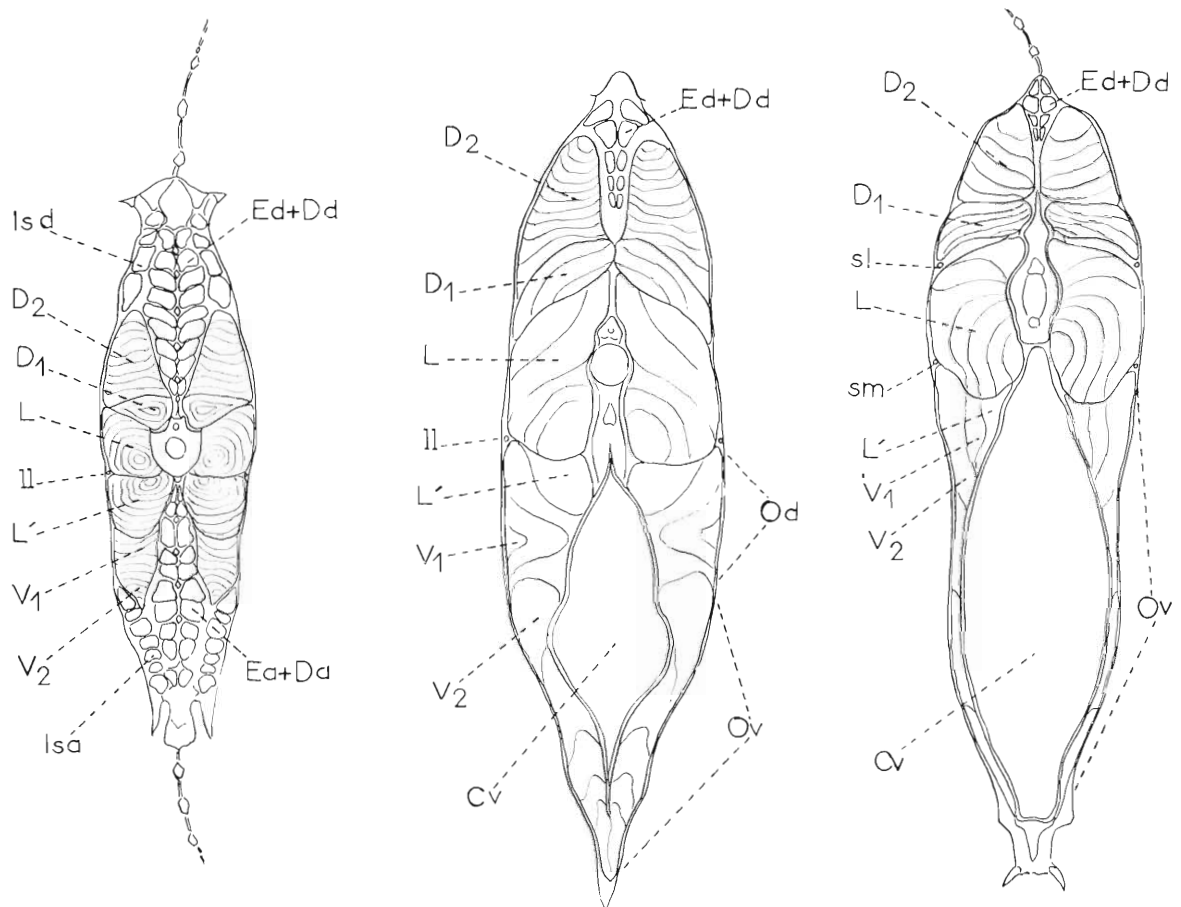


FIG. 16, 17 et 18. — (De gauche à droite) Sections transversales pratiquées en avant du pédoncule caudal, entre les deux dorsales, au début de la première dorsale. Cv : cavité viscérale ; Ea + Da : muscles érecteurs-dépresseurs de l'anale ; Ed + Dd : muscles érecteurs-dépresseurs de la dorsale ; Isa : muscles inclinateurs superficiels de l'anale ; Isd : muscles inclinateurs superficiels de la dorsale ; ll : ligne latérale ; Od : oblique dorsal ; Ov : oblique ventral ; sl : sillon latéral ; sm : septum médian.

Nous avons exposé précédemment dans une note (parue en 1953) que chez les poissons à nage rapide le nombre de myotomes emboîtés dans les cônes des grands muscles latéraux était proportionnel à la vitesse. Les grands nageurs comme les thons marquent des emboîtements attei-

gnant 18 ou 19 cônes myotomiques. Le Saint-Pierre n'entre pas dans cette catégorie, mais il est cependant susceptible, en cas de danger ou pour saisir une proie, d'effectuer un bond rapide sous l'impulsion de sa musculature caudale : aussi dans cette région trouvons-nous un nombre élevé de cônes myotomiques emboîtés. Dans les cônes D_2 , L , L' et $V_1 + V_2$, nous relevons un emboîtement intéressant 8 à 9 cônes myotomiques.

II. Région d'élongation précaudale.

La région d'élongation précaudale est une zone de transition accusant une modification profonde du gabarit de l'animal, qui passe de la structure massive d'une musculature propulsive à la forme distendue des muscles enserrant la cavité viscérale d'un poisson comprimé. C'est un des myotomes de cette région que nous avons donné comme exemple de structure. Le caractère le plus net est l'extrême développement que prennent les éléments D_2 et V_2 . Ces derniers, très réduits dans la région caudale, prennent une importance suffisante pour refouler les éléments V_1 qui empiètent à leur tour sur le cône L' . Malgré l'amincissement qui accompagne leur grand étirement, les éléments D_2 et V_2 restent suffisamment solides pour que l'ensemble du myotome garde une parfaite unité de structure.

Les constituants de D_2 augmentent en nombre et on en compte onze ; ceux de V_2 sont portés à 5 ou 6. Par contre, les parties médianes du myotome perdent de leur importance ; L ne comporte plus que trois éléments musculaires, L' est réduit à un seul et V_1 à trois. On peut considérer que la région d'élongation précaudale s'étend dans *Zeus* environ du 12^e au 19^e myotome.

III. Région abdominale.

La puissance musculaire de cette région est notablement affaiblie ventralement par le volume de la cavité viscérale. Dorsalement les modifications sont moins accusées. Les cônes D_2 , D_1 et L gardent dans leur ensemble une structure comparable à celle de la région précédente, avec cinq ou six éléments ; mais il faut signaler toutefois la présence d'un *sillon latéral* qui, dans les dix premiers myotomes, s'enfonce entre les cônes D_1 et L . La signification morphologique de ce sillon est difficile à établir. Il ne semble pas, en effet, correspondre exactement à une ligne du système latéro-muqueux, bien qu'il occupe approximativement la position de la ligne dorsale que l'on trouve chez d'autres poissons (Batrachides, Orbispiniformes). La ligne latérale de *Zeus* lui emprunte son trajet dans sa partie initiale, mais elle le quitte vers le sixième myotome pour décrire une vaste courbure et venir rejoindre, au-delà de la région d'élongation précaudale, le sillon médian. Le sillon dorso-latéral serait peut-être un élément vestigial de la ligne latéro-muqueuse dorsale, mais ayant perdu ses organes muco-sensoriels.

Dans la partie antérieure de la région abdominale les éléments V_2 prennent une importance considérable. Ils tapissent toute la cavité et s'étendent jusqu'au septum médian, se trouvant ainsi en contact de position avec L . Sous V_2 on trouve une couche musculaire profonde qui représente V_1 et en dedans encore une autre couche qui représente L' .

En arrière du huitième myotome les éléments V_1 reprennent graduellement de leur importance pour affecter la structure que nous avons décrite dans la région d'élongation précaudale. Cette disposition relative de V_1 et de V_2 dans la région abdominale a fait considérer que la paroi était fondamentalement constituée par deux muscles métamériques qui ont été définis comme *oblique dorsal* et *oblique ventral*, les rapports entre ces deux muscles variant suivant les espèces de poissons. Dans *Zeus* il y aurait un chevauchement de l'oblique ventral sur l'oblique dorsal particulièrement accusé du 4^e au 8^e myotome et qui décroît par la suite, l'oblique dorsal réapparaissant en surface.

Nous rappelons que nous avons ci-dessus décrit la région interclaviculaire en signalant que les myotomes qui se trouvent en avant de la post-clavicule sont en continuité avec ceux que nous venons de définir. Cette zone se trouve donc incorporée dans la région de l'oblique ventral et appartient au système des éléments V_2 du 4^e au 9^e myotome.

Ce sont les muscles sterno-hyoïdiens qui représentent les éléments V_2 des trois premiers myotomes des grands muscles latéraux.

B. - Musculature sagittale du corps et des nageoires impaires.

I. Muscles grêles ou carénaux.

Les muscles *supracarénaux antérieurs* occupent leur position normale entre le supra-occipital et le premier rayon de la dorsale et sont constitués par une paire de muscles à faisceau unique.

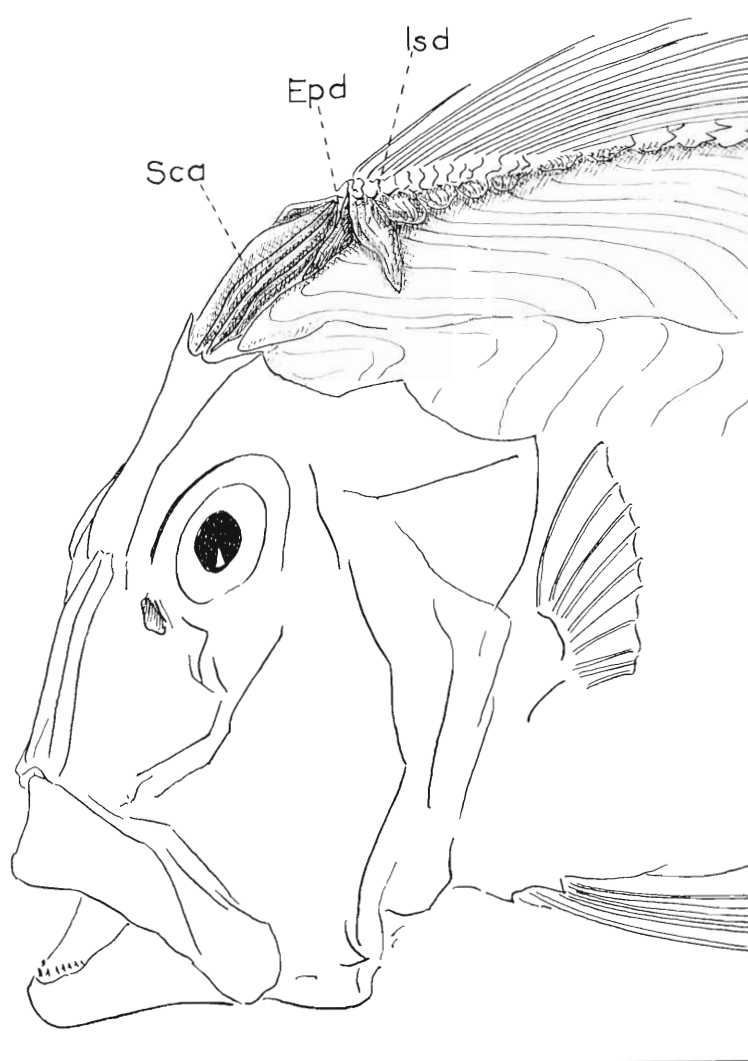


FIG. 19. — Début de la musculature sagittale. Epd : érecteur profond du 1^{er} rayon de la dorsale ; Isd : 1^{er} inclinateur superficiel de la dorsale ; Sca : supracarénaux antérieurs.

Les muscles *supracarénaux postérieurs* s'étendent du dernier rayon de la dorsale au rayon supérieur de la caudale et se présentent comme formés par deux faisceaux successifs.

Il en est de même pour les muscles *infracarénaux* où les deux faisceaux successifs unissent le dernier rayon de l'anale au rayon inférieur de la caudale.

II. Muscles des nageoires impaires.

a) **Muscles inclinateurs superficiels.** La nageoire dorsale de *Zeus* est formée d'une partie antérieure épineuse à laquelle fait directement suite une nageoire molle. Les muscles *inclinateurs superficiels* de la partie épineuse sont assez faiblement développés à l'exception du premier inclinateur qui est très fort et placé transversalement pour former buttoir. Les muscles inclinateurs de la partie molle sont beaucoup plus importants et placés perpendiculairement sous la base des rayons de nageoire avec une faible obliquité. Il est en effet facile à comprendre que le rôle des inclinateurs perd de son importance dans les parties épineuses des nageoires dont la rigidité exclut

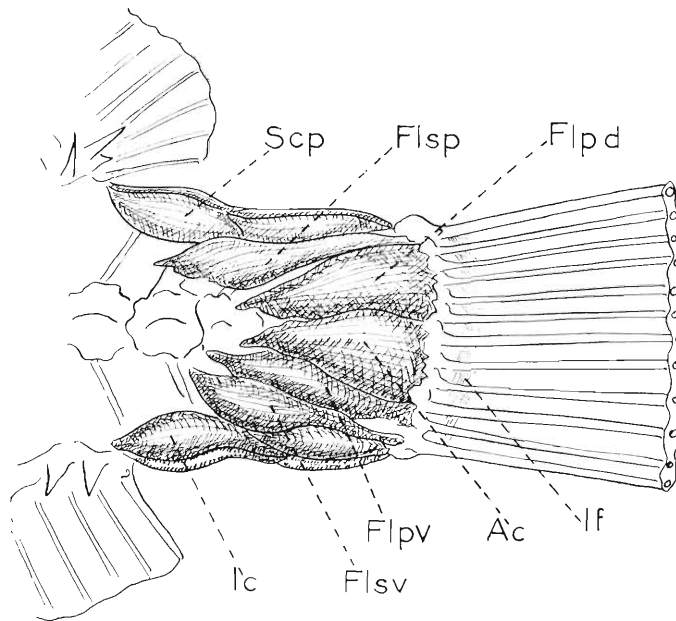


FIG. 20. — *Muscles du pédoncule caudal.* Ac : adducteur de la caudale ; Flpd : flexeur profond dorsal ; Flpv : flexeur profond ventral ; Flsd : flexeur superficiel dorsal ; Flsv : flexeur superficiel ventral ; Ic : infracaréniaux ; If : muscles interfilaireux ; Scp : muscles supracaréniaux postérieurs.

tout mouvement latéral. Par contre dans les parties molles des nageoires les inclinateurs gardent la valeur qu'ils ont dans les poissons à l'état Malacoptérygien où la dorsale conserve un rôle de direction et même de propulsion (type Cycloptère).

La nageoire anale est essentiellement une nageoire molle précédée toutefois par quelques épines, aussi trouve-t-on une analogie totale avec la structure et la position des inclinateurs de la partie molle de la nageoire dorsale qui se trouve du reste en parfaite isoptérygie avec l'anale.

b) **Muscles érecteurs-dépresseurs.** Les muscles *érecteurs* + *dépresseurs* sont groupés par couple, encadrant les neurépines et la base de supports radiaires ; l'obliquité de ces éléments osseux fait que sur une section transversale on aperçoit plusieurs couples superposés de ces muscles. Cette disposition est du reste absolument conforme à celle que l'on rencontre dans la majorité des poissons à l'état Malacoptérygien.

c) **Muscles de la nageoire caudale.** La musculature de la nageoire caudale du *Zeus* est absolument typique, avec des muscles bien développés et assez puissants pour permettre des bonds violents de progression de l'animal.

Les mouvements de flexion latérale qui, par une brusque contraction, peuvent déterminer une propulsion rapide sont dus de chaque côté de la queue à 5 muscles.

1° Les *flexeurs superficiels dorsal et ventral* ; ils s'arc-boutent d'une part sur la partie profonde des derniers myotomes et d'autre part sur le premier et le dernier rayon de la nageoire caudale.

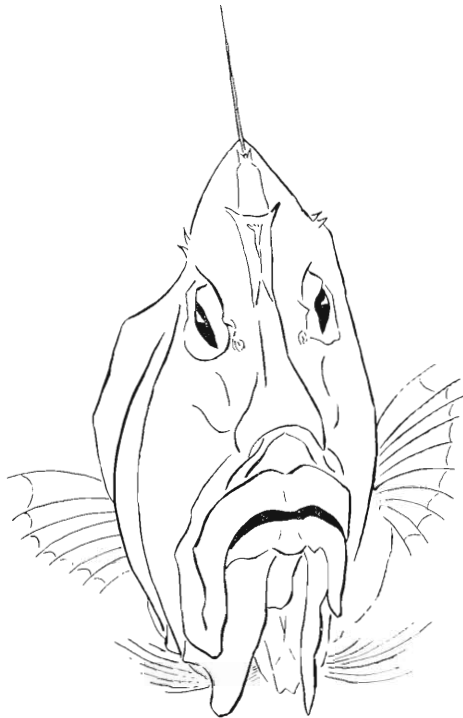
2° Les *flexeurs profonds dorsal et ventral* s'insèrent sur les deux dernières vertèbres et s'élargissent à la base des rayons de la caudale pour agir dorsalement sur les 2^e, 3^e, 4^e et 5^e rayons et ventralement sur les 11^e et 12^e rayons.

3° Le muscle *adducteur de la caudale*, placé entre les précédents, s'insère à l'extrémité de la colonne vertébrale, s'élargit pour mouvoir la partie centrale de la nageoire du 6^e au 10^e rayon. Il joue de plus le rôle d'un muscle de synchronisation des deux groupes de flexeurs.

Il ne faut pas oublier que les supracarénaux postérieurs et les infracarénaux secondent dans leur action les muscles propres à la nageoire caudale en jouant le rôle d'*érecteurs* et de *dépresseurs*.

Enfin entre les rayons se trouvent de petits muscles, les muscles *interfilamenteux*, qui paraissent entrer dans la catégorie des muscles aponévrotiques et ajoutent à la souplesse de l'aponévrose interradiaire.

De l'étude qui précède il ressort que cette monographie myologique correspond à la description d'une musculature typique d'un poisson osseux allié aux formes les plus anciennes des Acanthoptères. Nous avons profité de cet exposé pour formuler certaines remarques d'ordre général. On ne pouvait trouver en effet un meilleur exemple que *Zeus* pour définir les variations de fonction de certaines catégories de muscles, notamment des muscles *ligamentaires* et des muscles *aponévrotiques*, jouant leur rôle spécialisé à côté des muscles fondamentaux. On peut considérer aussi comme une particularité de *Zeus* le dédoublement du système de protraction des nageoires paires basé sur trois relais osseux : urohyal, symphyse cleithro-coracoïdienne et ceinture pelvienne. Ce dédoublement est peut-être de nature à fournir une explication de la progression phylogénique des ventrales dans le groupe complexe des Jugulaires. Comme caractères méritant d'être mis en valeur dans l'anatomie musculaire, rappelons encore la structure du myotome de la zone d'élongation précaudale avec l'exceptionnel développement de ses ailes D₂ et V₂ et enfin la différenciation d'importance des inclinateurs de la dorsale dans sa partie épineuse et dans sa partie molle.



BIBLIOGRAPHIE

- BOIK (L.), GÖFFERT (E.), KALLIUS (E.), LUBOSCH (W.), 1934-38. — Handbuch der Vergleichenden Anatomie der Wirbelhies. — *Urban und Schwarzenberg*, Berlin Bd. V p. 351-1 024.
- CLIVIER (G.) et VALENCIENNES (A.), 1828. — Histoire naturelle des Poissons. — Vol. 1 (*Perca fluviatilis*). Paris.
- DELSMAN (H.C.), 1925. — Fishes with protusile mouths. — *Treubia*, vol. 6, liv. 2.
- DOBLEN (W.H. van), 1935. — Ueber den Kiefermechanismus der Knochenfische. — *Arch. Neerland. Zool.* 2.
- EDGEWORTH (H.), 1935. — The cranial muscles of Vertebrates. — Cambridge.
- HOFFER (Helmut), 1938. — Bau und Mechanik des Schädels von *Zeus pungio*. — *Zool. Jahrbücher*, Iéna, Bd. 64, p. 483-510.
- HOLMQUIST (O.), 1910. — Der Musculus protactor hyoidei (geniohyoideus auct.) und der Senkingsmechanismus des Unterkiefers beiden Knochenfischen. — *Lunds. Univ. Arsskrift*. N. F. VI, Abt. 2, n° 6, 24 p.
- 1911. — Zur vergleichende Morphologie der Mm. intermandibularis protactor hyoidei und hyohyoideus. — *Ibid.* N. F. VII. Abt. 2, n° 7, 79 p.
- LE DANOIS (Yseult), 1953. — Sur l'adaptation morphologique et myologique des Poissons à nage rapide. — *C.R. Acad. Sci.*, t. 236, p. 1092-1095.
- 1955. — Sur la musculature des nageoires pectorales et pelviennes de l'Opah (*Lampris luna* DUHAMEL). — *Bull. Soc. zool. France*, t. 80, n° 1, p. 8-17, fig. 1-6.
- 1958. — Système musculaire, in *Traité de Zoologie*, édit. par le Professeur P.P. GRASSE, vol. 13 Poissons, (1), p. 783-817.
- 1959. — Etude ostéologique, myologique et systématique des Poissons du sous-ordre des Orbiculates. — *Ann. Inst. océanogr. Monaco*, t. 36, 2^e part. Myologie. p. 31-103.
- 1958. — Sur la transformation d'une bouche protactile en museau tubulaire suceur chez les Poissons coralliens et littoraux. — *C.R. Acad. Sci.*, t. 247, p. 1400-1402.
- 1959. — Adaptations morphologiques et biologiques des Poissons des massifs coralliens. — *Bull. Inst. franç. d'Afrique noire*, t. 21, sér. A, n° 4, p. 1304-1325.
- LUBOSCH (W.), 1929. — Vergleichende Anatomie der Kaumusculatur der Wirbelthiere. II. - Die Kaumuskel der Teleostier. — *Gegenbaur's Morphol.*, Jahrb. 61 p. 49-220.
- TAKAHASI (N.), 1917. — On the homology of the median longitudinal muscles — supracarinalis and infracarinalis — with the fin muscles of the dorsal and anal fins, and their functions. — *Tokyo. Journ. Agric.* p. 199-213.
- THILO (O.), 1920. — Das Maulspitzen des Fische. — *Biol. Zbl.* 40.
- VETTER (B.), 1874-78. — Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen und Kiefermuskulatur der Fische. — *Iéna Zeitschr. Naturw.*, 8, p. 405-458; *ibid.* 8. p. 431-550.