

la Recherche Scientifique, Paris. 450 Francs.— The publication of this volume marks the completion of the series of monographs on the anatomy of *Latimeria chalumnae* initiated by J. Millot and J. Anthony nearly thirty years ago. Volume one covers the skeletal and muscular anatomy (Millot and Anthony, 1958), volume two, the nervous system and sense organs (Millot and Anthony, 1965) and this final volume includes chapters on the digestive system, respiratory apparatus and blood vasculature, endocrine glands, skin and squamation. The last chapter of volume three concisely summarizes conclusions from all three monographs and a useful bibliography (by subject) appears after this chapter although many of the listed references are not cited in the text.

Millot, Anthony and Robineau open the volume with a reconsideration of the feeding mechanism of *Latimeria* in light of the papers published since the jaw mechanics were first described in volume one. The model they present is essentially the one developed by Robineau and Anthony (1973) and involves mandibular depression by co-contraction of the sternohyoideus and coracomandibularis muscles. As the mandible is depressed, the elements of the hyoid arch articulating with the posteroventral aspect of the mandible, the symplectic and interhyal, will be compressed. This compression results in an anterodorsally directed force through the inferior quadratohyoid ligament which elevates the anterior (ethmosphenoid) portion of the cranium and palatoquadrate. This mechanism requires that the inferior quadratohyoid ligament act as a compression member and that a posteroventral force applied at the mandibular symphysis be transformed into an anterodorsal force acting to elevate the anterior portion of the skull. This mechanism will not work (Lauder, 1980) as the reader can verify by constructing a simple cardboard model from their Fig. 3. Lauder (1980) will show that co-contraction of the coracomandibularis and sternohyoideus will actually close the mouth.

The suggestion (p. 11) that notochordal elasticity in *Latimeria* functions effectively as an antagonist to the subcephalic muscles during low amplitude respiratory movements is an important one and may explain the bone movement pattern noted by Thomson (1973) in a living (but expiring) individual.

Rather than attempt to review each chapter seriatim, I will focus on two noteworthy ana-

Copeia, 1979 (3), pp. 560–562
© 1979 by the American Society of
Ichthyologists and Herpetologists

ANATOMIE DE *LATIMERIA CHALUMNAE*,
TOME III. By J. Millot, J. Anthony and D. Robineau. 1978. Editions du Centre National de

The Role of the Hyoid Apparatus in the Feeding Mechanism of the Coelacanth *Latimeria chalumnae*

GEORGE V. LAUDER, JR.

Previous investigators have suggested that depression of the lower jaw and the concomitant extension of the intracranial joint in the living coelacanth *Latimeria chalumnae* occurs by contraction of the coracomandibularis muscle. An alternative hypothesis is proposed in which posterodorsal hyoid movement accompanied by extension of the otico-occipital portion of the cranium on the vertebral column mediates mandibular depression. Movement of the hyoid apparatus, initiated by contraction of the sternohyoideus muscle, is transmitted to the lower jaw by the symplectic bone and by a strong ligament between the symplectic and the mandible. This hypothesis is corroborated both by a force analysis of the effect of coracomandibularis contraction which suggests that it functions to adduct the lower jaw, and by an electromyographic analysis of the homologous muscle in the primitive actinopterygians *Amia* and *Polypterus*.

THE feeding mechanism of the living coelacanth *Latimeria chalumnae* has been the subject of a rather extensive analysis in the last twenty years (Adamicka, 1976; Alexander, 1973; Millot and Anthony, 1958; Thomson, 1966, 1967, 1970). These investigators have analyzed the jaw in terms of a four-bar linkage model and have derived certain proposals concerning movement of the bones (especially the intracranial joint) during respiration and feeding. Thomson (1973) has described actual movements of the jaw during respiration based on movies taken of a live specimen.

The mechanics of the intracranial joint have been of the greatest interest, especially in light of possible parallels with the kinetic cranium of rhipidistian fishes. It now seems, however, that the coelacanth feeding mechanism is quite distinct from that of rhipidistians (Thomson, 1967). Bjerring (1973) suggested that the entire intracranial joint was non-homologous in the two groups and more recently Wiley (in press) has proposed that the dorsal portion of the intracranial joints in these two groups may not be homologous while the ventral part is a primitive feature of osteichthyans (Gardiner and Bartram, 1977).

In spite of these differences the jaw of *Latimeria* still occupies a position of considerable

importance in any consideration of the evolution of vertebrate feeding mechanisms. A functional analysis of the coelacanth musculoskeletal system can, in addition to providing potentially testable biomechanical hypotheses, contribute greatly to our understanding of osteichthyan evolution.

A new hypothesis of the coelacanth feeding mechanism is proposed here which suggests that the hyoid apparatus is of fundamental importance in mediating both mandibular depression and extension of the intracranial joint. A similar mechanism is responsible for mandibular depression in primitive actinopterygian fishes as demonstrated by an electromyographic and cinematographic analysis of feeding in *Amia* and *Polypterus*.

LATIMERIA Feeding Mechanism

Previous hypotheses.—Millot and Anthony (1958) were the first to propose an hypothesis of jaw movements in *Latimeria*. They suggested that the only muscles acting to depress the lower jaw were the paired coracomandibularis muscles originating on the clavicle and extracleithrum and inserting on either side of the mandibular symphysis (Fig. 2A). Thomson (1967, 1970) and Trewavas (1959) have concurred with this

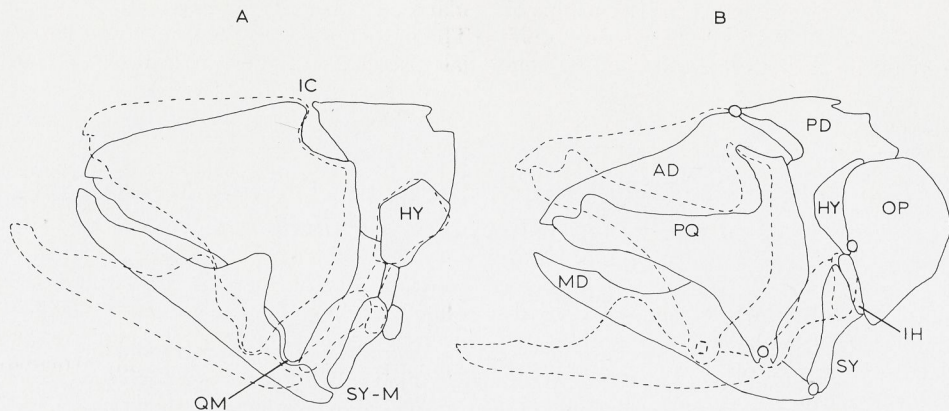


Fig. 1. A) Thomson's (1967) proposal of jaw movements in *Latimeria*. Note the anterior swing of the hyomandibular, protraction of the symplectic and interhyal, and extension of the intracranial joint. B) Alexander's (1973) proposal of *Latimeria* jaw mechanics. The hyomandibular is stationary during mouth opening and the fourth axis of the four-bar linkage mechanism is the diarthrosis between the hyomandibular and the interhyal. Solid lines indicate the position at the initial rest position. Dashed lines indicate the position at the point of maximum gape. Abbreviations: AD = anterior division of the cranium; HY = hyomandibular; IC = intracranial joint; IH = interhyal; MD = mandible; OP = operculum; PD = posterior division of the cranium; PQ = palatoquadrate; QM = quadratomandibular articulation; SY = symplectic; SY-M = symplectic-mandibular articulation.

hypothesis and further suggested that the coracomandibularis muscle is in fact the antagonist of the subcephalic muscles. Since the epaxial muscles insert only on the posterior (otico-occipital) portion of the cranium (Fig. 2A), no direct muscular mechanism acts to elevate the anterior cranial division. Thomson (1970:2) has noted that "by virtue of the mechanical arrangement of the various skull parts, the action of this muscle (the coracomandibularis [=geniocoracoideus of Thomson {1970}]) in retracting the mandibles and rotating them ventrally around the quadrate joint includes translation of the ventrally and posteriorly directed forces into a force pushing the palate and anterior portion of the braincase forward and upward."

Fig. 1 summarizes the proposals of Thomson (1967) and Alexander (1973). Thomson (1967) proposed that the jaw of *Latimeria* could be modelled essentially as a four-bar linkage system (Fig. 1A). The four key joints are 1) the intracranial joint, 2) the dorsalmost articulation of the hyomandibular with the neurocranium, 3) the articulation between the symplectic and the mandible and 4) the quadratomandibular articulation. By manipulating specimens which had not been preserved, Thomson (1966, 1970) discovered that manually depressing the lower jaw does result in elevation of the anterior cranial unit. A key feature of his proposal is the

mechanical link between lower jaw depression and intracranial joint extension. This occurs as a consequence of the four-bar linkage system. The elements of the hyoid arch are also protracted during mouth opening (Fig. 1A). As the intracranial joint is extended, it lifts the palatoquadrate anterodorsally carrying with it the quadratomandibular joint. This movement in turn carries the symplectic anterodorsally and since the ceratohyal articulates at the interhyal—symplectic junction, it too will move anteriorly.

Two additional points should be noted. Thomson (1970), based on movies of manipulations of a thawed (unpreserved) specimen, revealed a paradox regarding the length of the coracomandibularis muscle. He found that as the mouth was opened, the distance between the origin and the insertion of the coracomandibularis lengthened. He suggested that the pectoral girdle moves anteriorly as the lower jaw is depressed in order to allow the coracomandibularis to contract isometrically and open the mouth. A further feature of interest was observed by Thomson (1973). Not only was a clear correlation observed between mandibular depression and intracranial extension in movies of a respiring coelacanth, but the posterior cranial division was also found capable of moving through a 16° arc, pivoting dorsally on the ver-

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105

Mars-avril 1978

Numéro 2

MENSURATIONS MORPHOLOGIQUES, DÉNOMBREMENTS MÉRISTIQUES ET TAXONOMIE DU COELACANTHE, *LATIMERIA CHALUMNAE*

Don E. McALLISTER

*Musée des sciences naturelles,
Musées nationaux du Canada, Ottawa K1A 0M8*

et

C. Lavett SMITH

*Directeur, Département d'ichthyologie,
American Museum of Natural History, New York (N.Y.) 10024*

Résumé

Des mesures et données méristiques sont rapportées pour 12 spécimens adultes et 2 embryons de *Latimeria chalumnae*. Les droites de régression et les diagrammes indiquent que le diamètre de l'orbite, la longueur du pédoncule caudal supplémentaire, la longueur de la première et de la seconde dorsales et de la nageoire pectorale et, dans une certaine mesure, la longueur du museau, de la mâchoire supérieure et de la tête (à l'extrémité de l'os operculaire) croissent allométriquement, ces parties étant relativement plus grandes chez les embryons que chez les adultes. La hauteur du corps, la largeur de la pelvienne et de la pectorale, de la plaque gulaire, de la mâchoire inférieure et de l'os operculaire, la longueur de la tête (jusqu'à l'extrémité de l'opercule charnu) et la hauteur du pédoncule caudal augmentent surtout isométriquement par rapport à la longueur standard. Les femelles atteignent, d'après les spécimens connus, une longueur (1 800 mm) et un poids (95 kg) supérieurs à ceux des mâles (1 400 mm et 45 kg). D'après sa longueur, l'holotype de *Latimeria chalumnae* serait une femelle. Les autres caractéristiques étudiées ne varient pas de façon notable de mâle à femelle. On n'a découvert aucune différence marquée, sur le plan géographique, entre les spécimens de l'île Grande Comore et ceux de l'île d'Anjouan. La grande variabilité de la longueur du pédoncule caudal supplémentaire et la présence d'une première dorsale chez un spécimen au pédoncule caudal supplémentaire très réduit viennent confirmer que le *Malania anjouanae* est bien la même espèce que le *Latimeria chalumnae*.

Abstract

Mensural and meristic data are reported for 12 adult specimens and 2 embryos of *Latimeria chalumnae*. Lines of best fit and graphs showed that orbit diameter, the length of the supplementary caudal peduncle, first and second dorsal and fin lengths, and to a lesser extent snout, upper jaw and head length (to end opercular bone) grew allometrically with the embryos having these body parts relatively larger than the adults. Body depth, pelvic and pectoral fin, gular, lower jaw, opercular width, head length (to end fleshy operculum), and caudal peduncle depth grew essentially isometrically with respect to standard length. Females attained greater lengths, 1 800 mm, and weights, 95 kg, than males which are known

to reach only 1 400 mm and 45 kg. The length of the holotype of *Latimeria chalumnae* would suggest that it is a female. Other characteristics studied did not vary markedly between males and females. No significant geographic differences between specimens from Grande Comore or Anjouan Islands were found. The high degree of variability in length of the accessory caudal peduncle and the presence of a first dorsal fin in a specimen with a very much reduced accessory caudal peduncle provide confirmatory evidence for the conspecificity of *Malania anjouanae* with *Latimeria chalumnae*.

Introduction

Grâce aux recherches approfondies de Millot et Anthony (1958, 1965 et en cours d'impression) ainsi que d'autres auteurs (voir la bibliographie dans McAllister, 1971) sur l'anatomie du *Latimeria chalumnae* Smith, la morphologie de ce poisson est l'une des mieux connues qui soient. Bien que l'anatomie du Coelacanthe ait été étudiée à fond, on a consacré beaucoup moins d'attention aux caractéristiques taxonomiques traditionnelles, c'est-à-dire aux comptes méristiques et aux mensurations. Le présent travail présente les mensurations et les comptes méristiques du Coelacanthe, déterminés d'après l'étude de quatorze spécimens et à partir de données déjà publiées, afin de fournir une description taxonomique plus complète de ce poisson et dans l'espoir que ces renseignements puissent être utiles aux néontologues aussi bien qu'aux paléontologues. La connaissance des variations existant au sein d'une espèce vivante, ainsi que les graphiques des dimensions de l'opercule et de la plaque gulaire comparées à la longueur standard, peuvent aider les paléontologues dans l'estimation des dimensions de poissons connus par des os abondants à l'état fossile. En outre, des données sur les embryons trouvés dans l'abdomen de la femelle de l'American Museum of Natural History ont trait à la crois-

sance relative de cette espèce. Enfin, nous présentons des tableaux statistiques et des graphiques ainsi que des données brutes.

Matériel et méthodes

Grâce à l'obligeance des professeurs Jean Anthony et D. Robineau, il a été possible d'étudier 10 spécimens du *Latimeria chalumnae* au Laboratoire d'Anatomie comparée du Museum national d'histoire naturelle à Paris, le 7 septembre 1976. Le temps dont disposait le premier auteur, environ 20 minutes pour chaque spécimen, ne lui a pas permis d'en faire un examen détaillé. Le spécimen du Musée des sciences naturelles, NMC69-112 (C55)¹ a été mesuré une première fois au moment de son acquisition en juillet 1969 et a été mesuré à nouveau le 16 septembre 1976 pour vérifier si les mesures étaient prises de la même façon que celles de Paris. Trois autres spécimens, deux embryons et la mère, ont été étudiés à l'American Museum of Natural History en février 1977. Les données relatives à certaines caractéristiques de l'holotype et des troisième (C3) et quatrième (C4) Coelacanthes ont été tirées des ouvrages de J. L. B. Smith (1940) et de Millot (1954). Pour C4, un des plus petits adultes capturés, on a calculé la longueur de plusieurs parties du corps à partir de la planche n° 3 de l'ouvrage de Millot et

¹ La numérotation des spécimens est tirée de l'ouvrage de Millot *et al.* (1972): le premier spécimen (holotype) porte le code C1, le second (*Malania anjouanae*) C2, le troisième C3, et ainsi de suite. Des codes décimaux ont été attribués aux embryons trouvés dans le ventre du spécimen AMNH 32949 (C26) de l'American Museum of Natural History, soit C26.1 au premier, C26.2 au second, ... et C26.5 au cinquième.

al. (1972) et de la longueur du corps, en réduisant de 935 mm à 759 mm l'écart existant entre la longueur standard des adultes et celle des embryons. Les mensurations de ces trois spécimens sont susceptibles de varier en fonction des différentes techniques adoptés et de leur état de préservation au moment où les mesures ont été prises.

Les mesures de la figure 1, décrites dans les pages qui suivent, ont été prises au moyen d'un pied à coulisse en métal avec une précision de 2 ou 3 mm pour les longueurs de plus de 300 mm, et à l'aide d'un pied à coulisse à cadran d'une précision de 0,1 mm dans le cas des longueurs inférieures à 300 mm. Les données sont arrondies au millimètre le plus près et exprimées au tableau I en mm et en pourcentage de la longueur standard. Les mesures des nageoires brisées sont précédées du signe «+», indiquant qu'elles sont incomplètes.

MENSURATIONS

Les mesures ont été effectuées sur le côté se trouvant au-dessus au moment où les spécimens ont été retirés des bassins, c'est-à-dire sur le côté gauche des spécimens C15, C20, C24, C26, C26.5, C27, C28 et C55 et sur le côté droit des spécimens C9, C10, C19, C22, C23 et C26.2.

Longueur standard: depuis l'extrémité antérieure de la lèvre supérieure à l'extrémité postérieure du lobe caudal axial. Nous n'avons pas employé la longueur totale jusqu'à l'extrémité des rayons sur le lobe axial caudal, car le bout de la nageoire était souvent brisé. Il est toutefois possible de calculer la longueur totale des spécimens dont la caudale est intacte en ajoutant la longueur de la nageoire caudale à la longueur standard.

Longueur de la tête, opercule charnu: depuis l'extrémité antérieure de la lèvre supérieure au bord le plus postérieur de la partie charnue recouvrant les branchies.

Longueur du museau: depuis l'extrémité antérieure de la lèvre supérieure à la limite de l'orbite charnu.

Longueur de la mâchoire supérieure: depuis l'extrémité antérieure du museau à l'extrémité postérieure de la mâchoire supérieure.

Longueur de la mâchoire inférieure: depuis l'extrémité antérieure de la mâchoire à l'angle postérieur du mandibule au-dessous de l'opercule.

Longueur de la plaque gulaire: longueur longitudinale allant de l'avant à l'arrière de la plaque gulaire.

Largeur de l'os operculaire: depuis la limite antérieure de l'os, déterminée au moyen du pied à coulisse, à la limite visible la plus postérieure de l'os, qui semble coïncider avec la limite postérieure réelle.

Diamètre de l'orbite: diamètre horizontal de l'orbite entre les rebords charnus.

Hauteur du corps: hauteur verticale du corps au niveau de la base du premier rayon dorsal; c'est habituellement à ce point que le corps est le plus haut.

Longueur de la 1^{re} nageoire dorsale: depuis la base du premier rayon dorsal à l'extrémité du rayon le plus long (cette nageoire ne repose pas sur un pédoncule).

Longueur de la 2^e nageoire dorsale: la longueur de l'ensemble de la nageoire, rayons et pédoncule compris, mesurée depuis l'angle formé par l'avant du pédoncule, au point où il se rattache au corps, à l'extrémité du rayon le plus long.

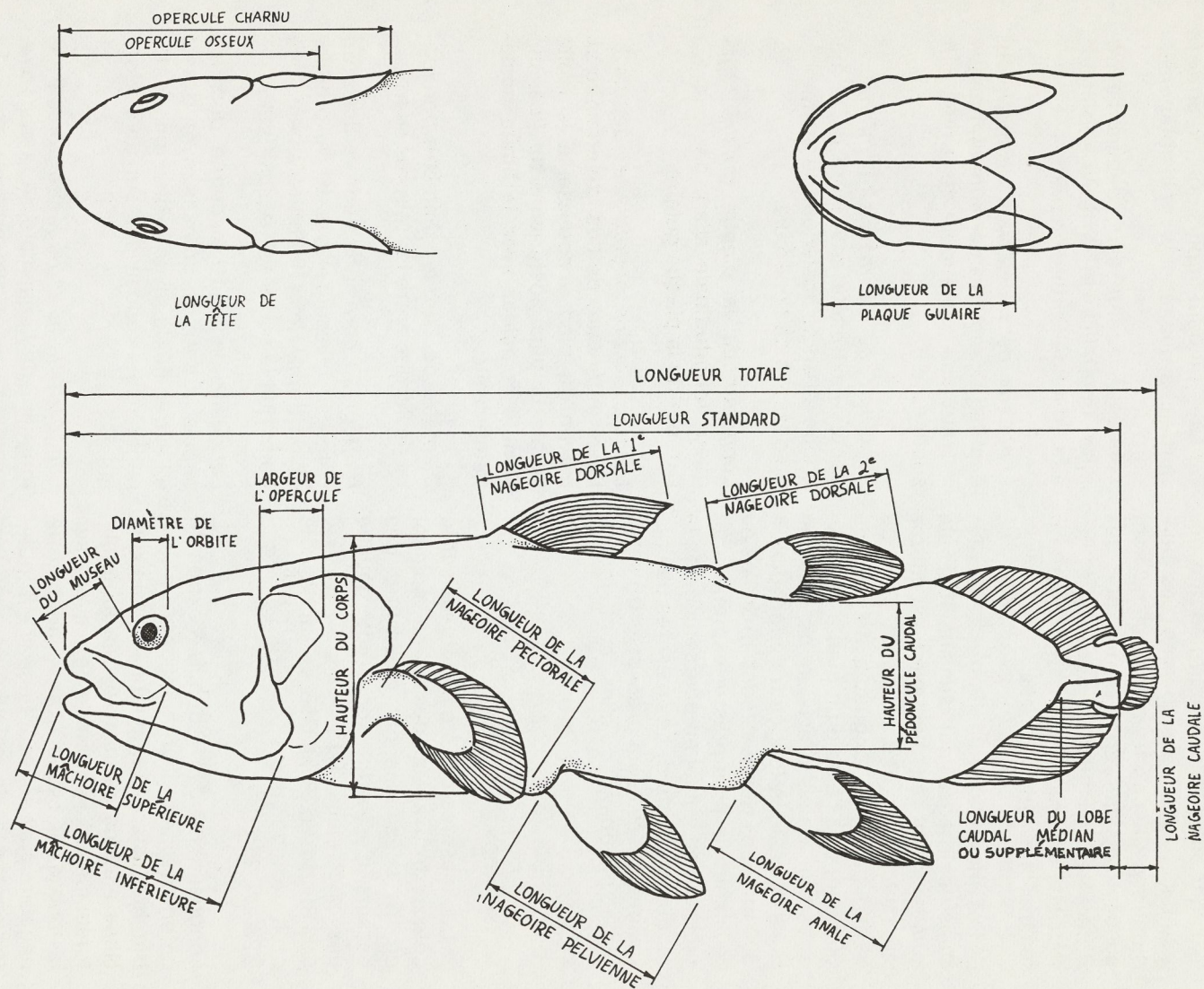


Figure 1. Méthodes de mesure des différents caractères.

Longueur de la nageoire caudale: la longueur des rayons de la nageoire caudale médiane, depuis l'extrémité postérieure du lobe caudal axial à l'extrémité des rayons.

Lobe de la nageoire caudale médiane: longueur du lobe pédonculaire situé au milieu de la nageoire caudale, c'est-à-dire depuis l'extrémité des écailles au-dessus ou au-dessous du lobe (les écailles situées le plus à l'arrière étant retenues) au bout du lobe axial.

Longueur de la nageoire anale: mesurée de la même façon que la deuxième nageoire dorsale.

Hauteur du pédoncule caudal: mesurée verticalement au point le plus étroit de ce pédoncule.

Longueur de la nageoire pelvienne: depuis la base antérieure du pédoncule, à l'endroit où celui-ci forme un angle avec le corps lorsque la nageoire est pliée vers l'avant, à l'extrémité du rayon le plus long de la nageoire.

Longueur de la nageoire pectorale: depuis la base antérieure du pédoncule (à environ un demi-diamètre orbiculaire derrière le bout charnu de l'opercule) jusqu'à l'extrémité du rayon le plus long.

DÉNOMBREMENTS MÉRISTIQUES

On a fait les dénombrements bilatéraux du côté qui se trouvait au-dessus. Le tableau II résume ces dénombrements.

Rayons des nageoires: tous les rayons visibles de l'extérieur ont été comptés. Dans certains cas, il était difficile de déterminer si le premier élément était en fait une écaille ou un petit rayon. Comme nous n'avons fait ni dissection, ni radiographie, le dénombrement des rayons de la deuxième nageoire dorsale et des nageoires anale, pelvienne et pectorale peut comporter une erreur de ± 1 .

Par contre, les rayons épais de la première nageoire dorsale n'ont posé aucun problème de ce genre et leur compte est précis.

Écailles à la ligne latérale: cela comprend les écailles du long du corps, jusqu'à la base du lobe caudal axial, les écailles de ce lobe étant exclues, et les 4 ou 5 écailles situées immédiatement au-dessus de la terminaison postérieure charnue de l'opercule étant incluses.

Écailles situées au-dessus de la ligne latérale: le nombre d'écailles depuis la ligne latérale, les écailles de celle-ci étant exclues, jusqu'à l'écaille médiane située à l'avant de la nageoire dorsale, inclusivement.

Écailles situées au-dessous de la ligne latérale: comme le décompte dernier sauf que c'est jusqu'à l'écaille médiane à l'avant de la nageoire anale.

Écailles du lobe caudal axial: on a compté les petites écailles de la ligne latérale situées sur le lobe caudal axial sous la ligne médiane, depuis la base antérieure à l'extrémité postérieure du lobe.

Nous avons tracé les graphiques et interprété statistiquement les données au moyen d'un mini-ordinateur Hewlett-Packard 9830. On a calculé les droites de Bartlett d'après le programme SIP233 de Peters (1971) et l'analyse en composantes principales a été faite d'après le programme 30 de Davies (1971).

Résultats

CROISSANCE RELATIVE

Les figures 2 à 8 expriment en logarithmes la croissance relative des différentes parties du corps du poisson en proportion de la longueur standard et la figure 9, le poids en proportion de la longueur totale. Les équations arithmétiques des courbes calculées se rappor-

TABLEAU I

Mensurations en mm et pourcentage de longueur standard des parties du corps de *Latimeria chalumnae*

Spécimens	Sexe	Longueur standard	Pédoncule caudal supplémentaire	Diamètre de l'orbite	Longueur du museau	Longueur de la mâchoire supérieure	Hauteur du corps	Longueur de la tête-os operculaire	Longueur de la tête-opercule charnu	Longueur de la 1 ^{re} nageoire dorsale	Longueur de la 2 ^e nageoire dorsale	Longueur de la nageoire caudale	Longueur de la nageoire anale	Longueur de la nageoire pelvienne	Longueur de la nageoire pectorale	Longueur de la plaque guaire	Longueur de la mâchoire inférieure	Largeur de l'os operculaire	Hauteur du pédoncule caudal
C10	F	1247 100%	17 1%	—	92 7%	145 12%	300 24%	301 24%	375 30%	176 14%	228 18%	+26 +2%	218 17%	244 20%	+249 +20%	196 16%	274 22%	77 6%	180 14%
C15	F	1310 100%	85 6%	45 3%	88 7%	131 10%	294 22%	279 21%	352 27%	195 15%	202 15%	—	194 15%	209 16%	229 17%	180 14%	253 19%	74 6%	170 13%
C27	F	1335 100%	92 7%	47 4%	87 7%	139 10%	356 27%	301 23%	373 28%	176 13%	+178 +13%	—	207 16%	+207 +16%	—	190 14%	268 20%	—	—
C20	M	1324 100%	78 6%	48 4%	98 7%	148 11%	311 23%	304 23%	382 29%	199 15%	223 17%	18 1%	222 17%	235 18%	305 23%	203 15%	280 21%	—	—
C24	M	1344 100%	71 5%	45 3%	97 7%	147 11%	317 24%	311 23%	375 28%	199 15%	222 17%	25 2%	230 17%	236 18%	+260 +19%	199 15%	276 21%	81 6%	191 14%
C22	F	1435 100%	66 5%	49 3%	105 7%	163 11%	292 20%	334 23%	410 29%	213 15%	224 16%	41 3%	240 17%	239 17%	317 22%	211 15%	300 21%	91 6%	199 14%
C19	F	1425 100%	81 6%	49 3%	103 7%	151 11%	329 23%	327 23%	405 28%	226 16%	+227 +16%	—	240 17%	255 18%	287 20%	216 15%	294 21%	87 6%	194 14%

C28	F	1483 100%	86 6%	49 3%	115 8%	170 11%	371 25%	352 24%	447 30%	236 16%	265 18%	—	+230 +16%	280 19%	310 21%	229 15%	316 21%	96 6%	219 15%
C9	F	1623 100%	79 5%	51 3%	116 7%	179 11%	362 22%	379 23%	478 29%	252 16%	293 18%	—	+266 +16%	+285 +18%	333 21%	247 15%	345 21%	104 6%	229 14%
C23	M	1350 100%	83 6%	47 3%	89 7%	146 11%	319 24%	303 22%	373 28%	193 14%	239 18%	—	221 16%	235 17%	300 22%	200 15%	266 20%	75 6%	197 15%
C55	F	1283 100%	83 6%	48 4%	99 8%	153 12%	340 27%	311 24%	394 31%	224 17%	240 19%	42 3%	235 18%	232 18%	270 21%	202 16%	285 22%	75 6%	196 15%
C26	F	1470 100%	94 6%	51 3%	126 9%	188 13%	438 30%	385 26%	485 33%	260 18%	290 20%	—	272 19%	312 21%	325 22%	204 14%	310 21%	93 6%	238 16%
C1	?*	1500 100%	—	56 4%	98 7%	—	370 25%	390 26%	—	—	—	—	—	—	—	225 15%	—	88 6%	210 14%
C3	M	1239 100%	—	50 4%	—	—	340 27%	316 26%	410 33%	—	—	—	—	257 21%	—	198 16%	—	94 8%	189 15%
C4	F	1063 100%	69 6%	34 3%	+43 +4%	+97 +9%	256 24%	228 21%	307 29%	184 17%	182 17%	25 2%	162 15%	192 18%	—	141 13%	—	—	151 14%
C26	?	304 100%	27 9%	17 6%	24 8%	35 11%	65 22%	73 24%	90 30%	57 19%	65 21%	11 4%	63 21%	62 20%	63 21%	40 13%	59 20%	20 7%	44 15%
C26	?	285 100%	30 10%	16 6%	26 9%	36 12%	75 26%	75 26%	93 33%	57 20%	60 21%	11 4%	60 21%	61 21%	66 23%	40 14%	61 22%	19 6%	46 16%
C79	F	407 100%	—	23 6%	15 4%	—	92 23%	83 20%	—	69 17%	—	13 3%	—	—	91 22%	—	—	—	—

* Probablement femelle

TABLEAU II
 Nombre de rayons et d'écaillés de *Latimeria chalumnae*

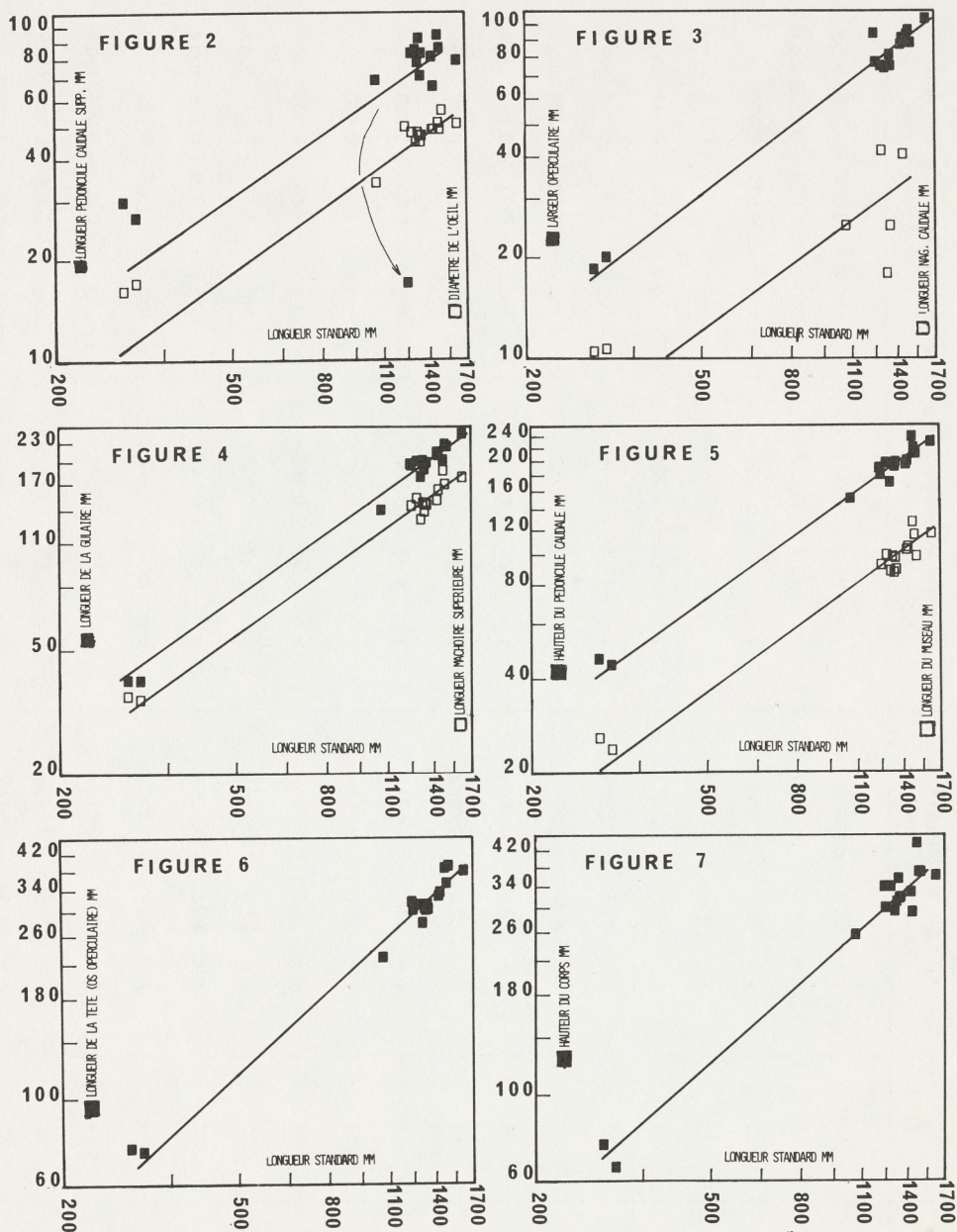
Spécimens	Sexe	Rayons première nageoire dorsale	Rayons deuxième nageoire dorsale	Rayons nageoire anale	Rayons nageoire pélvienne	Rayons nageoire pectorale	Écaillés à la ligne latérale	Écaillés au pédoncule caudal supplémentaire	Écaillés au-dessus de la ligne latérale	Écaillés au-dessous de la ligne latérale
C10	F	8	27	28	31	31	79	—	11	12
C15	F	8	30	28	31	30	77	17	10	12
C27	F	8	30	30	30	31	76	18	9	12
C20	M	8	28	30	33	32	78	17	10	13
C24	M	8	30	28	33	32	82	20	8	12
C22	F	8	30	29	30	30	80	15	8	14
C19	F	8	28	29	29	31	78	17	9	14
C28	F	8	29	30	31	31	76	18	9	13
C9	F	8	29	28	32	31	77	14	8	12
C23	M	8	30	30	32	31	78	18	11	14
C55	F	8	29	28	31	30	78	18	9	12
C26	F	8	28	30	31	31	82	19	9	13
C26.2	?	8	29	29	32	30	79	21	9	12
C26.5	?	8	30	28	33	29	79	20	8	13
C1	?*	8	30	29	33	32	76	23	—	—
C3	M	8	31	29	33	31	77	—	—	—
Minimum		8	27	28	29	29	76	14	8	12
Maximum		8	31	30	33	32	82	23	11	14
Moyenne		8,00	29,250	28,938	31,563	30,813	78,250	18,214	9,143	12,714
Écart type		0,0	1,065	0,854	1,263	0,834	1,880	2,326	1,027	0,825
Erreur type de la moyenne		0,0	0,266	0,213	0,316	0,209	0,470	0,622	0,275	0,221
Coefficient de variation		0,0	3,640	2,951	4,002	2,707	2,402	12,772	11,234	6,492
Nombre		16	16	16	16	16	16	14	14	14

* Probablement femelle

tant aux adultes seuls et les équations arithmétiques et logarithmiques relatives aux adultes et aux embryons ont été calculées et apparaissent au tableau III. Le sexe des spécimens provient de l'ouvrage de Millot *et al.* (1972). Les données sur le rapport longueur-poids mises à part, nous n'avons pas calculé de courbe distincte pour les mâles et les femelles en raison de la faible taille des

échantillons. La longueur de la nageoire caudale n'a pas fait l'objet d'un graphique parce que nous ne disposions que de sept données seulement.

La comparaison des courbes calculées de tous les spécimens avec celles des adultes seulement nous permet de déceler des différences qui existent entre la croissance relative des adultes



Figures 2 à 7. Diagrammes logarithmiques de croissance relative. Les symboles pleins sont identifiés à droite, les symboles vides à gauche.

et celle des embryons. L'examen visuel révèle que la croissance relative des embryons et des adultes manifeste la plus grande allométrie au niveau de la longueur du pédoncule caudal supplémentaire, du diamètre de l'orbite et de la

longueur des nageoires (sauf des nageoires pectorales et pelviennes); d'autre part, les différences sont moins prononcées entre la longueur du museau et celle de la longueur de la tête. Ces mesures sont proportionnellement

TABLEAU III

Équations des droites de Bartlett: longueur standard (x) × longueur des parties du corps (y)

<i>Partie du corps</i>	<i>N</i>	<i>Regression linéaire des données non-transformées.</i>	<i>Regression linéaire des données non-transformées.</i>	<i>Regression linéaire des données après transformation logarithmique.</i>
Longueur du pédoncule caudal supplémentaire	14**	$y = 67,3 + 0,00969 x$	$y = 30,2 + 0,0353 x$	$\log y = 3,787 + 0,0536 \log x$
Diamètre de l'orbite	16	$y = 14,6 + 0,0242 x$	$y = 10,1 + 0,273 x$	$\log y = 1,636 + 0,0332 \log x$
Longueur du museau	15	$y = -18,7 + 0,0859 x$	$y = -2,91 + 0,0751 x$	$\log y = -0,629 + 0,0736 \log x$
Longueur de la mâchoire supérieure	14	$y = -46,2 + 0,145 x$	$y = -6,06 + 0,117 x$	$\log y = -0,788 + 0,113 \log x$
Hauteur du corps	17	$y = 31,5 + 0,221 x$	$y = 25,6 + 0,224 x$	$\log y = 0,645 + 0,241 \log x$
Longueur de la tête — os operculaire	17	$y = -81,5 + 0,296 x$	$y = -11,3 + 0,246 x$	$\log y = -5,41 + 0,241 \log x$
Longueur de la tête — opercule charnu	16	$y = -6,84 + 0,299 x$	$y = 7,93 + 0,288 x$	$\log y = -6,63 + 0,298 \log x$
Longueur de la nageoire dorsale première	15	$y = -13,3 + 0,164 x$	$y = 6,61 + 0,150 x$	$\log y = -5,21 + 0,159 \log x$
Longueur de la nageoire dorsale deuxième	13	$y = -32,4 + 0,199 x$	$y = 4,21 + 0,173 x$	$\log y = -2,59 + 0,177 \log x$
Longueur de la nageoire caudale	7	$y = 33,1 - 2,31 x$	$y = 4,03 + 0,0205 x$	$\log y = 0,610 + 0,0231 \log x$
Longueur de la nageoire anale	13	$y = -58,0 + 0,211 x$	$y = -0,198 + 0,169 x$	$\log y = -1,71 + 0,170 \log x$
Longueur de la nageoire pelvienne	14	$y = 25,4 + 0,164 x$	$y = 2,03 + 0,167 x$	$\log y = -2,58 + 0,183 \log x$
Longueur de la nageoire pectorale	12	$y = -23,9 + 0,230 x$	$y = 10,2 + 0,205 x$	$\log y = -1,47 + 0,213 \log x$
Longueur de la plaque gulaire	17	$y = 4,74 + 0,145 x$	$y = 2,47 + 0,146 x$	$\log y = 0,319 + 0,148 \log x$
Longueur de la mâchoire inférieure	14	$y = -3,94 + 0,211 x$	$y = -2,30 + 0,210 x$	$\log y = -1,085 + 0,209 \log x$
Largeur de l'os operculaire	14	$y = 1,06 + 0,612 x$	$y = 3,25 + 0,0594 x$	$\log y = -0,282 + 0,0618 \log x$
Hauteur du pedoncule caudal	15	$y = -0,655 + 0,145 x$	$y = 1,20 + 0,144 x$	$\log y = 0,496 + 0,145 \log x$
Poids, males	26	$y = -32,36 + 0,503 x^*$	—	$\log y = -3,692 + 2,462 \log x$
Poids, femelles	20	$y = -100,22 + 1,058 x^*$	—	$\log y = -5,394 + 3,279 \log x$

* Adultes seulement, longueur totale ** Spécimen avec pedoncule rudimentaire est omis.

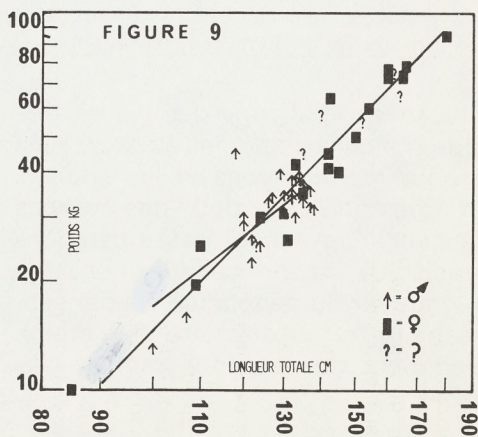
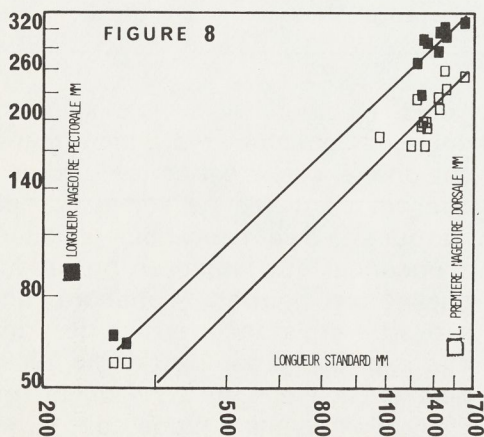
plus grandes chez l'embryon que chez l'adulte. Pour chacune de ces mesures (sauf la longueur de la nageoire caudale et la longueur de la mâchoire supérieure), l'ordonnée arithmétique à l'origine est significativement différente au niveau de probabilité de 5 pourcent pour la courbe des adultes seuls comparée à celle des adultes et des embryons combinés. Exception faite des données sur la nageoire caudale, dont on ne peut tenir compte en raison de la faible taille des échantillons, la pente des courbes pour tous les caractères des adultes seulement ne diffère pas significativement de celle des adultes et des embryons au niveau de probabilité de 5 pourcent.

Toujours sur le plan de la croissance, la longueur de la tête jusqu'à l'opercule charnu, la longueur de la mâchoire inférieure, la hauteur du corps et du pédoncule caudal, la longueur des plaques gulaires, la longueur des nageoires pelvienne et pectorale et la largeur de l'opercule sont essentiellement isométriques. L'isométrie de la plaque gulaire et de l'os operculaire, qui sont abondants comme fossiles, laisse entrevoir la possibilité de déterminer la dimension du poisson à partir de ces parties du corps.

Thompson et Hahn (1968) à partir de leurs recherches sur le rhipidistien fossile *Eusthenopteron fordi*, découvert dans des gisements du Dévonien supérieur dans la baie d'Escuminac, au Québec, ont démontré que les courbes arithmétiques des longueurs de la tête et de la mâchoire inférieure par rapport à la longueur standard étaient essentiellement rectilignes dans une série de spécimens variant de 40 à 470 mm.

La longueur de la mâchoire inférieure et de la partie charnue de la tête chez nos spécimens de *Latimeria* était aussi rectiligne, mais la longueur de la tête à la pointe de l'opercule osseux dénote une certaine allométrie. Thompson et Hahn (1968) ont montré que la longueur du lobe caudal axial et le diamètre de l'œil sont proportionnellement plus grands chez les petits spécimens. Nous sommes parvenus à des conclusions analogues chez *Latimeria*. Comme on peut le voir sur les graphiques de la figure 2 et sur les photos de la figure 10, la longueur du lobe caudal central et le diamètre de l'orbite sont relativement plus grands chez l'embryon que chez l'adulte.

En résumé, 9 des 16 ordonnées à l'origine ne présente pas de différences



Figures 8 à 9. Diagrammes logarithmiques de croissance relative. Les symboles pleins dans la figure 8 sont identifiés à droite, les symboles vides à gauche. La ligne courte dans la figure 9 représente les mâles, la ligne longue les femelles.

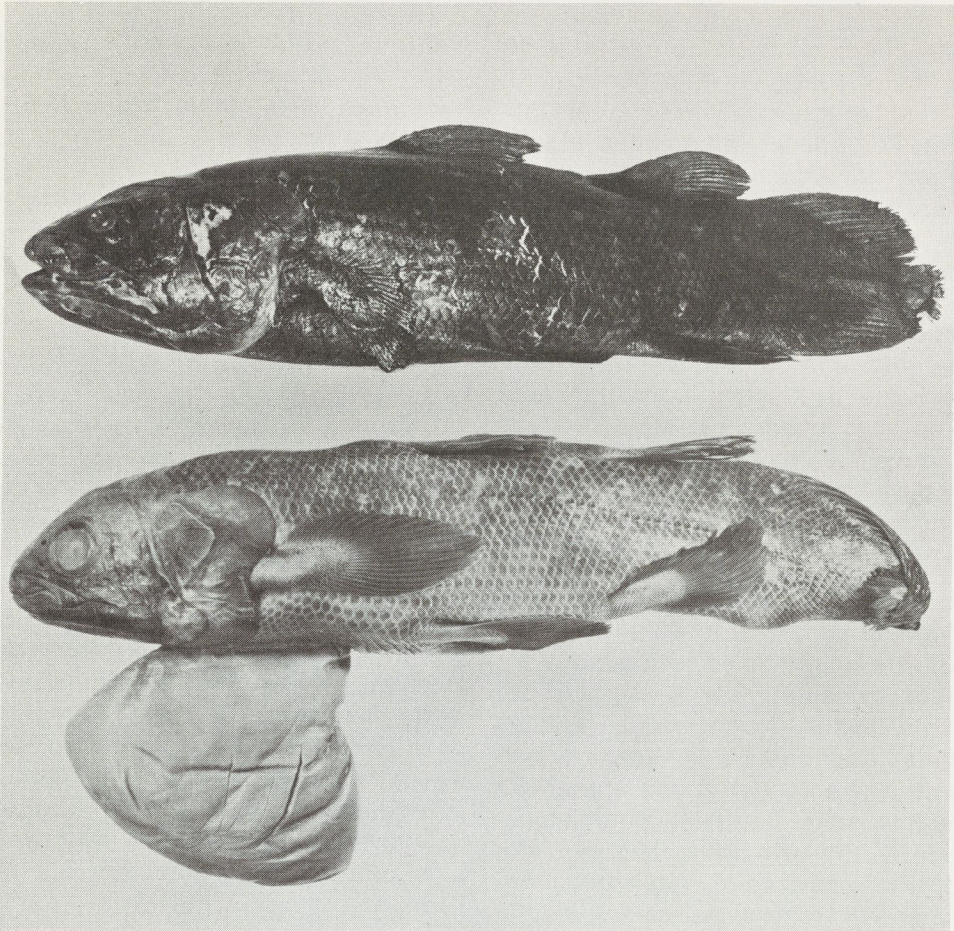


Figure 10. En haut: *Latimeria chalumnae* adulte, spécimen C55, longueur standard de 1 283 mm (= NMC69-112), au Musée des sciences naturelles à Ottawa (section des photos, Musées nationaux). En bas: embryon, spécimen C26.2 (= AMNH 32949), à l'American Museum of Natural History, New York (photo: Chester Tarka, du musée en question).

significatives et aucune des pentes des courbes calculées pour les adultes, ainsi que pour les embryons et les adultes, n'est différente. Chez deux des courbes seulement, l'on a noté des différences appréciables; ce sont celles qui ont trait à la longueur du pédoncule caudal supplémentaire et au diamètre de l'orbite. La longueur de ce pédoncule est très variable.

Tant qu'il n'aura pas été possible de mesurer des spécimens intermédiaires entre l'adulte le plus petit et le plus

grand embryon, il semble qu'on ne doive pas attacher trop d'importance à ces différences. Il est certes surprenant que ces dernières ne soient pas plus marquées. Cela peut nous amener à soupçonner que l'inflexion prévue à laquelle on pourrait s'attendre entre séries de croissance relative des larves et des poissons adultes (Martin 1949) a déjà eu lieu et, par conséquent, qu'il s'agit d'embryons à terme dont la naissance était imminente. Toutefois, une analyse en composantes principales portant sur 11 des caractéristiques mor-

phométriques de 13 spécimens démontre que les embryons se distinguent des adultes sur la première composante principale, qui exprime des différences de taille. Cette analyse ne révèle ni différence sexuelle qui ne soit pas reliée à la taille, ni de différence d'une île à l'autre, soit entre Grande Comore et Anjouan, qui suggère que les populations soient en contact.

La figure 9 présente le rapport global longueur-poids. Les données sont de Millot *et al.* (1972), qui ont enregistré la longueur totale et non la longueur standard. Il semble que les femelles atteignent des longueurs et des poids supérieurs à ceux des mâles. Tous les mâles, à l'exception faite d'un spécimen douteux qui mesurait 1 640 mm et pesait 65 kg, étaient au-dessous de 1 400 mm et de 45 kg. Millot *et al.* (1972) mettent en doute la détermination du sexe du spécimen mâle de 1 640 mm (C66), le cinquième en grosseur parmi les coelacanthés connus. D'après le diagramme longueur-poids (fig. 9), il s'agirait plutôt d'une femelle. Les autres cas douteux qui atteignent 140 cm ou plus de longueur totale (C1, C34, C35, C39, C40) seraient probablement aussi des femelles. Une bonne partie des femelles dépassait les 1 400 mm et les 65 kg, et l'une d'entre elles atteignait même 1 800 mm et 95 kg.

Données méristiques

Les données méristiques ainsi que diverses mesures statistiques se trouvent résumés au tableau II. L'analyse en composantes principales n'a révélé aucune hétérogénéité sous-jacente, attribuable au sexe, à la situation géographique (d'une île à l'autre) ou à d'autres causes. Cependant, la taille de l'échantillon était peut-être trop limitée pour faire ressortir une telle hétérogénéité.

Le nombre de rayons de la première nageoire dorsale ne varie pas. Ces

rayons ont un épaississement secondaire qui leur donne la rigidité d'épines. Chez les téléostéens, les rayons épineux s'avèrent habituellement moins variables que les rayons mous. Cela tient peut-être à la sélection rigoureuse agissant sur la nageoire comme dispositif anti-prédateur ou éperon.

Taxonomie, évolution et conclusion

Les analyses présentées ici ne permettent pas de conclure à la présence de plus d'une espèce en se fondant sur les variations étudiées. Les mensurations et les données méristiques, même si elles sont très restreintes pour ce genre d'analyse, ne laissent pas non plus supposer que les spécimens de Grande Comore et d'Anjouan aient appartenu à des populations différentes.

Les nouvelles données portent sur la validité de *Malania anjouanae*, nom donné au second spécimen néontologique de coelacanthé (Smith, 1953), où l'absence de lobe axial et de la première dorsale a été invoquée pour conclure qu'il s'agissait d'un autre genre de coelacanthé, le *Malania*. Or, la longueur du lobe axial caudal constitue l'une des données les plus variables chez tous les spécimens étudiés ici. Chez un adulte, elle était même inférieure à celle des embryons. Cependant, ce spécimen possédait une nageoire dorsale normale. Comme Millot le suggéra en 1954 et comme s'en doutait probablement Smith, nous concluons que le *Malania anjouanae* était un spécimen anormal du *Latimeria chalumnae*.

Les coefficients de variation des données méristiques varient de 0 à 12,7 chez le *Latimeria chalumnae*. Ces chiffres sont comparables à ceux obtenus dans le cas de poissons arctiques qu'étudie actuellement l'un de nous. Le plateau continental de l'Arctique est sujet à des variations de température

et de salinité considérables (McAllister, 1977); McCosker et McCosker (1977), alors qu'ils étaient en plongée près de Grande-Comore, rapportent avoir découvert à des profondeurs de 30 à 60 mètres, que l'eau de pluie s'infiltrait par des strates volcaniques poreuses et s'écoule par des canaux sous-marins et des sources; il s'ensuit des fluctuations notables de température et de salinité. À supposer que les deux milieux varient dans un même ordre de grandeur, la variabilité méristique semble comparable. Selon une hypothèse quelquefois émise, l'extinction de groupes anciens serait attribuable à la perte de cette faculté de variation et, dès lors, de sélection et d'adaptation. Cette conclusion ne paraît pas applicable au *Latimeria*. Si la variabilité chez une espèce constitue un indice de succès, *Latimeria* devrait avoir un avenir prometteur!

Remerciements

Sans l'aide précieuse du professeur Jean Anthony et de D. Robineau, ce document n'aurait pas vu le jour. Ils ont mis à notre disposition des spécimens de leur magnifique collection de Coelacanthes, leur laboratoire et des instruments de mesure. MM. Henri Ouellet, Douglas Copeman et C. G. Gruchy et Mme Sylvie Pharand-Coad ont bien voulu donner leur avis sur les versions provisoires du manuscrit. À tous, les auteurs désirent exprimer leurs plus vifs remerciements.

Références

- DAVIES, R. G. 1971. Computer programming in quantitative biology. — Academic Press. Londres, New York, 492 p.
- MARTIN, W. R. 1949. The mechanics of environmental control of body form in fishes. — Univ. Toronto Studies, Biol. Ser. No 58, 91 p.
- McALLISTER, Don E. 1971. Le vieux quadrupède, «Fossile vivant». Collection Odyssée No 1, édition française. Musée national des sciences naturelles, Ottawa, 25 p.
- McALLISTER, Don E. 1977. Ecology of the marine fishes of Arctic Canada. — Procs. Circumpolar Conf. Northern Ecol. Natl Res. Council. Canada, Ottawa, p. 49-65.
- McCOSKER, SANDRA and JOHN McCOSKER, 1977. To the islands of the moon. — Pacific Discovery 29(1): 19-32, photos.
- MILLOT, J. 1954. Le troisième coelacanth. — Naturaliste malgache, Supplément 1, 22 p., 50 planches.
- MILLOT, J. et J. ANTHONY, 1958. Anatomie de *Latimeria chalumnae*. Tome 1, Squelette, muscles et formations de soutien. — Éditions du Centre national de la recherche scientifique, Paris, 122 p., 30 fig., 90 planches.
- MILLOT, J. et J. ANTHONY, 1965. Anatomie de *Latimeria chalumnae*. Tome II, Système nerveux et organes des sens. — Éditions du Centre national de la recherche scientifique, Paris. 131 p., 56 fig., 76 planches.
- MILLOT, J. et J. ANTHONY, Anatomie de *Latimeria chalumnae*. Tome III, — Éditions du Centre national de la recherche scientifique, Paris. (Sous presse).
- MILLOT, J., J. ANTHONY et D. ROBINEAU, 1972. État commenté des captures de *Latimeria chalumnae* Smith (Poisson, Crossoptérygien, Coelacanthidé) effectuées jusqu'au mois d'octobre 1971. — Bull. Musée national d'histoire naturelle zool. 39(53): 533-548.
- PETERS, James A. 1971. Biostatistical programs in BASIC language for time-shared computers: co-ordinated with the book «Quantitative zoology». — Smithsonian. Contrib. Zool No 69, 46 p.
- SMITH, J. L. B. 1940. A living coelacanthid fish from South Africa. — Trans. Roy. Soc. South Africa No 28, 106 p., 44 planches.
- SMITH, J. L. B. 1953. The second coelacanth. — Nature 171: 99-102.
- THOMPSON, K. S. and Kathleen V. HAHN, 1968. Growth and form in fossil rhipidistian fishes (Crossopterygii). — J. Zool. 156(2): 199-223.

ADDENDA: Anthony, J. et Robineau, D. 1976. Sur quelques caractères juveniles de *Latimeria chalumnae*. C.R. Acad. Sci. Paris 283:1739-1742.
Hureau, J-C et Ozouf, C. 1977. Détermination de l'âge et croissance du coelacanth *Latimeria chalumnae*, Smith. Cybium, 3e série, 2:129-137.

Reprinted from

Journal
of the **Fisheries**
Research
Board
of **Canada**

Réimpression du

Journal
de l'**office**
des **recherches**
sur les **pêcheries**
du **Canada**

BOOK REVIEW

**Anatomie de *Latimeria chalumnae*. Tome III. Appareil digestif —
appareil respiratoire — appareil urogénital — glandes endocrines —
appareil circulatoire — teguments — écailles — conclusions générales**

BY DON E. MCALLISTER

Volume 36 • Number 6 • 1979



Fisheries and Environment
Canada

Fisheries
and Marine Service

Pêches et Environnement
Canada

Service des pêches
et de la mer