

EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE

Doublet

RÉSULTATS

DU

VOYAGE DU S. Y. BELGICA

EN 1897-1898-1899

SOUS LE COMMANDEMENT DE

A. DE GERLACHE DE GOMERY

RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS AUX FRAIS DU GOUVERNEMENT BELGE, SOUS LA DIRECTION

DE LA

COMMISSION DE LA BELGICA

ZOOLOGIE

ORGANOGENIE DES PINNIPÈDES

I. — LES EXTRÉMITÉS

PAR

H. LÉBOUCQ

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE GAND

ANVERS

IMPRIMERIE J.-E. BUSCHMANN

REMPART DE LA PORTE DU RHIN

1904



ORGANOLOGIE DES PINNIPÈDES

I. — Les Extrémités

PAR

H. LÉBOUCQ

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE GAND

59927

Sorti des presses de J.-E. BUSCHMANN, Anvers
le 10 Décembre 1904.

ORGANOGENIE DES PINNIPÈDES

I. — Les Extrémités

PAR

H. LEBOUcq

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE GAND

L'étude des modifications adaptatives qui se rencontrent chez les Mammifères marins a déjà fait l'objet de nombreux et importants travaux, mais le sujet est loin d'être épuisé, et c'est à ce point de vue que la série de fœtus de Pinnipèdes, rapportés par l'Expédition antarctique de la BELGICA, peut nous fournir d'intéressants matériaux de recherches. La partie de ces recherches qui m'a été confiée est celle qui se rapporte à la morphologie des extrémités, organes exposés plus que d'autres à subir l'influence des modificateurs extérieurs.

Les fœtus que j'ai eus à examiner appartiennent à deux genres de Phocidés : *Lobodon carcinophaga* et *Leptonychotes Weddelli*, et comprennent seize sujets d'âge différent, dont douze *Lobodon* et quatre *Leptonychotes*.

Comme on pourra le voir plus loin, tous ces fœtus, même les plus petits, sont déjà arrivés à un stade de développement tel qu'on doit y trouver, dans leurs grandes lignes, les dispositions anatomiques connues chez l'adulte. Mais une série relativement grande de fœtus de divers âges et très bien conservés, constitue un matériel qu'il est difficile de trouver ainsi réuni et qui permet de poursuivre certains détails d'évolution post-embryonnaire. C'est le but que je me suis proposé en entreprenant l'étude de ces pièces.

Je m'occuperai d'abord des caractères extérieurs des membres : forme générale, longueur proportionnelle, détails spéciaux de forme extérieure ; j'examinerai ensuite la structure interne.

I. — Formes extérieures

CARACTÈRES GÉNÉRAUX — PROPORTIONS

L'aspect caractéristique des membres chez les Pinnipèdes adultes s'observe déjà chez les plus jeunes fœtus que j'ai examinés : ils sont courts, élargis en palettes natatoires, le segment distal (main, pied) prédominant. Les membres thoraciques, tels qu'ils sont fixés dans le liquide conservateur, sont appliqués par la face palmaire contre la paroi du tronc ; le bord radial est en avant et en bas. Le pouce est le doigt le plus long, le 5^e, le plus court, de sorte que le pouce occupe la pointe distale de l'organe. Les membres pelviens sont reportés tout à l'extrémité du tronc, les pieds sont fixés dans le plan sagittal, se regardant par leur face plantaire. Le bord distal du pied est échancré par suite de la prédominance de longueur des doigts 1 et 5. Entre les deux pieds se trouve la queue rudimentaire.

En parcourant la série, des plus jeunes fœtus aux plus grands, on voit que la forme générale est sensiblement la même, et à première vue la proportion d'accroissement paraît aussi gardée entre la longueur du corps et celle des extrémités. La question de savoir si l'accroissement des membres antérieurs et postérieurs reste parallèle et proportionnel à la longueur générale, ne peut pas se résoudre par la simple inspection. Il importe de recourir à un moyen plus précis : la mensuration.

Le tableau suivant donne l'énumération des fœtus et les différentes mesures qui ont été prises.

La PREMIÈRE colonne donne les numéros que portent les fœtus.

La DEUXIÈME, leur longueur mesurée le long du plan dorsal du bout du museau à la pointe de la queue et en suivant les incurvations de la nuque et du tronc.

La TROISIÈME, la longueur de la main et du pied mesurée respectivement de l'articulation radio-carpienne et tibio-tarsienne à l'extrémité du 1^{er} doigt.

La QUATRIÈME, les mesures proportionnelles, ce qu'on pourrait appeler les indices de longueur de la main et du pied comparés à la longueur totale du corps = 100. Ces indices sont établis d'après la formule : longueur totale : main (pied) = 100 : x . — Toutes les mesures sont en millimètres.

Lobodon

N ^{os} D'ORDRE	N ^{os} DES FŒTUS 1	LONGUEUR TOTALE 2	LONGUEUR DES MAINS ET PIEDS 3	LONG. PROPORT. DES MAINS ET PIEDS PAR RAPPORT A LA LONG- UEUR TOTALE = 100 4
1	231	150	{ main 15 pied 18	10 12
2	328	190	{ main 22 pied 24	11,58 13,68
3	972	190	{ main 22 pied 30	11,58 15,26
4	971	195	{ main 24 pied 32	12,30 16,35
5	970	240	{ main 26 pied 34	10,83 14,16
6	968	205	{ main 27 pied 34	13,17 16,58
7	969	235	{ main 29 pied 37	12,84 15,74
8	329	255	{ main 36 pied 45	14,11 17,64
9	495	315	{ main 43 pied 60	13,65 19,04
10	494	428	{ main 51 pied 69	11,91 16,12
11	496	535	{ main 71 pied 97	13,27 18,13
12	706	1400	{ main 200 pied 295	14,28 21,07

Leptonychotes

1	227	113	{ main 8 pied 9	7,08 7,96
2	229	120	{ main 10 pied 12	8,33 10
3	230	172	{ main 18 pied 19	10,46 11,04
4	1266	190	{ main 20 pied 23	10,53 12,10

REMARQUES. — Les chiffres de ce tableau se rapportant à la longueur totale ne concordent pas toujours d'une façon complète avec les mensurations prises par le naturaliste de l'Expédition. Il est facile de comprendre que les fœtus, surtout les plus petits, se soient réduits en longueur par un séjour de plusieurs années dans l'alcool fort.

Le plus grand *Lobodon* (n° 12) est conservé à Liège. M. Brachet, qui m'a envoyé les extrémités, m'a donné en même temps quelques détails sur les dimensions, caractères extérieurs, etc., de l'animal. C'est probablement un fœtus à terme, vu ses dimensions ; il porte encore un bout de cordon ombilical adhérent.

Ce tableau nous montre d'abord qu'au cours de l'accroissement, la longueur des membres ne reste pas proportionnelle à celle du corps : nous voyons la proportion pour cent augmenter progressivement des plus jeunes aux plus âgés. Nous voyons en outre que l'accroissement de la main et du pied ne restent pas parallèles, l'écart se produisant au profit du pied. Dans les plus jeunes stades que j'ai examinés, la différence des deux organes est minime. Il est probable que dans les stades plus jeunes encore, ils débutent, comme chez les Mammifères en général, par de petits moignons semblables entre eux et d'égale longueur. La différenciation du travail physiologique qui tend à faire de ces appendices des appareils de locomotion, doit nécessairement se traduire morphologiquement par une prédominance de ceux de ces organes qui prennent une part plus active dans ce fonctionnement. L'adaptation à la vie aquatique tend, en vertu des lois de la mécanique, à reporter l'appareil propulseur vers la partie postérieure du mobile à déplacer. La prédominance de développement des membres postérieurs chez les Pinnipèdes n'est pas très considérable à première vue, mais n'en existe pas moins et peut déjà se constater ontogéniquement, comme le montrent les chiffres ci-dessus (1).

Si la forme générale des extrémités chez les fœtus des deux genres de Pinnipèdes est, dans ses grandes lignes, celle que ces organes présentent chez les adultes de tout le groupe, il y a cependant certains détails spéciaux, notamment aux extrémités des doigts, qu'il importe d'examiner.

ONGLES

Les doigts de la main et du pied de tous les fœtus portent des ongles qui sont très inégaux dans leur forme et leur développement. La série plus complète des *Lobodon* nous fournit le mieux l'occasion de constater ces différences. Ils débutent d'une manière semblable aux deux extrémités, et, chez les plus jeunes de ma série, ils sont encore sensiblement égaux. Ils ont la forme de papilles cornées coniques, légèrement relevées vers la face dorsale et terminées par un sommet arrondi (fig. 1, 2). Ces papilles coiffent l'extrémité de la phalange distale et sont formées par plusieurs couches de cellules épidermiques dont les plus profondes sont sphériques ou cylindriques, les superficielles aplaties. A la base de la papille, il y a d'abord continuité directe du revêtement corné de la papille avec celui du reste du doigt, mais bientôt se forme un sillon du côté dorsal (le sillon limitant proximal) et les cellules de la face dorsale se kératinisent. A partir de ce moment, on constate une différence marquée dans l'évolution de l'ongle à la main et au pied. Il y a, au dernier de ces organes, un arrêt de développement manifeste que l'on voit s'accroître davantage chez les fœtus les plus grands. Les ongles de la main deviennent des griffes fortes, recourbées, convexes dans le sens transversal et dépassant l'extrémité distale des doigts, tandis qu'au pied ils sont petits, à pointe effilée et comme enfoncés dans une fossette formée par le tégument qui les entoure; leur extrémité distale n'atteint plus le bord libre de la nageoire. La différence est surtout grande aux deux longs doigts (le 1^{er} et le 5^e). Les figures 4, 6, 8, 10 montrent d'une manière évidente les diverses phases d'évolution des ongles et leurs changements d'aspect extérieur, et les coupes dorso-ventrales (fig. 13, 15, 18)

(1) Un résultat physiologique analogue est atteint chez les Cétacés par une voie toute différente. Le développement considérable des ailerons latéraux de la queue a fait de cet organe une puissante hélice de propulsion, rendant inutile l'action de membres postérieurs qui ont disparu, les antérieurs servant surtout à maintenir l'équilibre.

permettent de poursuivre les changements de structure de ces appendices cornés depuis la première apparition du sillon proximal chez *Leptonychotes* (fig. 18), où l'ongle commence à se différencier par l'augmentation d'épaisseur de la couche épidermique, jusqu'au *Lobodon* n° 496 (fig. 13), qui montre le bout de la phalange surmonté par un cône de cellules dont les dorsales, formant la plaque unguéale, sont larges, aplaties, tandis que les autres sont arrondies, tassées les unes sur les autres, formant du côté ventral, ce que Boas (1) a désigné sous le nom de « Sohlenhorn ». Les couches superficielles se continuent dans le sillon distal avec les cellules du revêtement corné général du bout du doigt. A la base du cône unguéal, il y a une zone nettement distincte de cellules plus volumineuses, cylindriques et arrondies, en continuité avec la couche profonde du revêtement corné général. A la limite périphérique de cette zone, de grandes cellules arrondies renferment des granulations d'éléidine (kérato-hyaline); il existe également de ces granulations dans les cellules du sommet du cône unguéal. Ces détails sont visibles, malgré le faible grossissement, sur la figure 13.

POILS

Dans la série des fœtus de *Lobodon*, les poils ne commencent à poindre à la surface du corps que chez ceux de taille moyenne (correspondant aux n°s 8-11 du tableau). Les poils des moustaches font naturellement exception; je ne m'occuperai ici que de ceux des extrémités. Sur des coupes dorso-ventrales, on les voit apparaître en premier lieu chez le fœtus n° 7 (fig. 15, *b.p.*), sous forme de petites invaginations de la couche cornée à la périphérie du sillon unguéal. Ces premiers rudiments de follicules pileux s'étendent de là sur toute la surface libre de l'organe, et déjà chez le fœtus n° 11 (fig. 13) toute la surface ventrale et dorsale du tégument est couverte de ces follicules obliquement implantés dans le derme et accompagnés de glandes sébacées. Ces follicules sont très rapprochés l'un de l'autre, les poils libres ne dépassent guère le niveau de la cuticule épidermique, sauf dans le sillon péri-unguéal distal. (Il est possible toutefois que les parties libres des poils se soient détachées dans les manipulations que les fœtus ont subies.) Chez le plus grand fœtus (n° 12), les deux faces sont couvertes d'une couche de poils longs et très serrés, cachant complètement les ongles rudimentaires du pied. (Dans les figures 9 et 10, ces poils ont été écartés et en partie enlevés pour mieux faire voir les ongles.) Il y a un contraste marqué entre la densité du système pileux chez *Lobodon* et les poils clairsemés que je constate sur d'anciennes préparations d'un fœtus d'*Otaria jubata* dont je me servirai encore plus loin comme élément de comparaison (fig. 20).

MEMBRANE NATATOIRE ET LOBULES TERMINAUX DES DOIGTS

Comme leur nom l'indique, les doigts des Pinnipèdes sont palmés, et cette palmure ne réunit pas seulement les doigts entre eux, mais à certains doigts et dans plusieurs genres, elle se prolonge distalement à l'extrémité du doigt indiquée par l'implantation de l'ongle et même latéralement, de façon à agrandir d'une façon assez sensible la palette natatoire dans laquelle la main et le pied sont transformés.

Beaucoup d'auteurs ont signalé le fait que chez les Otariidés la membrane natatoire se prolonge sous forme de languettes aplaties ou de *lanières* [CUVIER (2)], et c'est dans ce groupe en

(1) J. Boas. Ein Beitrag zur Morphologie der Nägel, etc. (*Morpholog. Jahrbuch*, IX, 1884, p. 389.)

(2) Règne animal, I, p. 200.

effet que ce détail de structure est le plus évident ; mais il existe à un degré plus ou moins prononcé chez tous les Pinnipèdes, et spécialement aux extrémités postérieures. Il est le moins marqué chez les Phoques, et chez ceux-ci il fait même complètement défaut aux membres antérieurs, mais existe toujours aux membres postérieurs [L. REH ⁽¹⁾]. De même que cet auteur, j'ai moi-même décrit et figuré cette disposition chez des fœtus de plusieurs Pinnipèdes ⁽²⁾. La série des fœtus de Phocidés de l'Expédition antarctique m'a fourni l'occasion de reprendre cette étude dans des conditions plus favorables que précédemment. Déjà l'examen macroscopique des extrémités des doigts sur les figures 1-12 nous montre que, parallèlement à l'arrêt de développement des ongles du pied, on voit le bord libre de l'organe s'allonger distalement et cet allongement devenir plus marqué chez les fœtus les plus grands. Il est surtout prononcé aux deux orteils extrêmes et, chez le plus grand, une distance de 30 millim. sépare le sillon unguéal proximal du bord libre de la lamelle terminale du 1^{er} et du 5^e doigt. A la main, les ongles sont bien développés en forme de griffes, et leur sommet dépasse le bord libre ; en outre, les membranes natatoires sont moins larges qu'au pied. Ces organes sont moins adaptés que les postérieurs au fonctionnement comme appareils de propulsion ; d'autres fonctions (capturer des proies, fouiller le fond de l'eau, etc.) leur sont certainement départies. Il importe cependant de signaler une disposition qui n'a pas été décrite et qui peut avoir son importance pour l'étude du mécanisme de l'organe : je veux parler de l'élargissement de la main du côté radial.

Déjà dans les jeunes stades (fig. 3), on remarque que l'ongle du pouce n'est pas placé dans l'axe du bord radial et que l'extrémité de l'ongle n'est pas la partie la plus distale de la main. Il existe en effet le long du bord radial du bout du doigt un lobule aplati, terminé en pointe, qui prolonge et élargit ce bord du membre. Au niveau de la pointe de l'ongle du pouce existe sur le bord de la main une encoche très nettement marquée (fig. 3, 5, 7). Cette disposition existe, mais moins bien accentuée, au 1^{er} doigt du pied, où nous voyons la pointe de l'ongle rudimentaire dirigée vers une encoche peu profonde du bord libre de la languette terminale (fig. 6, 8). Il semble évident, que cette languette latérale sur le bord radial de la main concourt au même but physiologique que la membrane natatoire elle-même : à élargir la surface de contact avec l'eau, en vue des fonctions locomotrices.

II. — Structure intérieure

Je ne m'occuperai dans ce chapitre que des détails de structure qui m'ont été fournis par l'examen microscopique de coupes en séries. Les pièces ne se prêtaient pas à la dissection ordinaire ; le plus grand *Lobodon* (n° 12) notamment était durci au point que toutes les parties molles avaient une consistance uniforme de cuir tanné. Une dissection faite dans ces conditions ne pouvait fournir que des résultats incomplets, alors que cette étude a été faite dans de meilleures conditions par d'autres anatomistes. Il n'y avait pas à songer non plus à faire des injections de vaisseaux. Les coupes microscopiques en séries, dorso-ventrales et parallèles à la surface, m'ont permis d'étudier le squelette et quelques insertions musculaires, et surtout les

(1) L. REH. Die Gliedmassen der Robben. (*Jenaische Zeitschr.*, Bd XXVIII, 1892, p. 10).

(2) H. LEBOUcq. Ueber das Fingerskelet der Pinnipedier und Cetaceen. (*Anat. Anzeiger*, 1888) ; — Rech. s. la morph. de la main chez les Pinnipèdes (*Studies from the Mus. of Zool. Dundee*, 1888) ; — Rech. s. la morph. de la main des Mammifères marins (*Arch. de Biolog.*, IX, 1889).

appareils terminaux des doigts dans leurs connexions avec le squelette typique, les tendons, les vaisseaux sanguins, etc.

Le squelette des extrémités des Pinnipèdes adultes nous est connu par de nombreuses descriptions, et même l'espèce *Leptonychotes Weddelli* a été spécialement décrite par W. TURNER dans les comptes rendus de l'Expédition du CHALLENGER (1). Je n'insisterai que sur quelques points spéciaux que l'étude des pièces fœtales permet mieux de mettre en évidence.

MAIN

Les auteurs en général décrivent le carpe comme formé de sept pièces, la première étant un composé du radial et de l'intermédiaire. J'ai démontré dans mon travail sur la main des Mammifères marins que cette première pièce du carpe est en réalité formée de trois éléments (radial, intermédiaire et central), qui sont encore nettement distincts à ce stade chez *Leptonychotes*. La séparation, indiquée ici par des sillons assez larges, disparaît de plus en plus en allant vers la surface palmaire; à la fin, elle n'est plus indiquée que par l'orientation spéciale des cellules du cartilage. Cette première pièce du carpe renferme encore un autre élément, déjà soudé ici avec le radial et qu'on désigne généralement sous le nom de sésamoïde radial (s). Tout porte à croire qu'il s'agit bien ici d'un élément typique du carpe, au même titre que les autres. Sa constance à l'état d'élément libre ou fusionné avec le radial (naviculaire) permet de porter cette conclusion. Des faisceaux du long abducteur du pouce s'insèrent ici sur ce nodule. Le pisiforme est petit, intercalé entre le cubitus (U) et l'os cubital du carpe (u). Le tendon du fléchisseur cubital du carpe ne s'y insère que pour une petite partie; son faisceau le plus volumineux se termine au bord cubital de la base du 5^e métacarpien. Les quatre carpiens

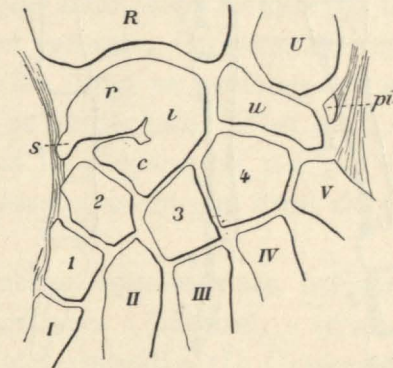


FIG. 1.

Main de *Leptonychotes*, n° 229. Gr. 15/1.

Explication des signes, valable pour cette figure et la suivante :

R = radius. U = ulna.

r-i-c = radio-intermedio-centrale.

s = sesamoïdeum radiale.

u = ulnare.

pi = pisiforme.

1-4 = carpalia.

I-V = metacarpalia.

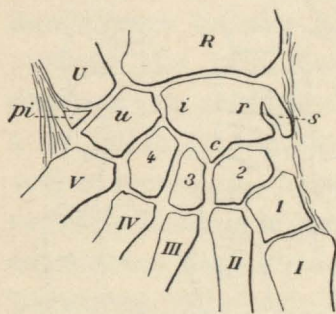


FIG. 2.

Main de *Lobodon*, fœtus n° 231.

Gr. 10/1.

Une disposition analogue s'observe chez *Lobodon* (fig. 2 du texte). Ici également le premier élément du carpe est un composé de radio-intermedio-centrale, les éléments étant déjà très intimement fusionnés, et du nodule (s) sésamoïde radial, pour lui conserver le nom qui lui est généralement donné. Ici ce nodule est allongé, séparé par un sillon profond du reste de la pièce carpienne, à laquelle il est uni par un pont à son extrémité proximale. Les connexions tendineuses avec ce nodule, ainsi qu'avec le pisiforme, sont les mêmes que chez le fœtus précédent. Rien de particulier à ajouter aux connexions des carpiens et des métacarpiens, qui sont les mêmes que chez *Leptonychotes*.

(1) W. TURNER. Seals. (*Challenger Reports. Zoology*, vol. XXVI, 1888.)

La forme spéciale de la main des Pinnipèdes, avec développement prédominant du bord radial et réduction du bord cubital, est due sans aucun doute à l'adaptation au fonctionnement. Dans la position radio-préaxiale du membre thoracique, le bord radial supporte la principale pression par le fait de la progression dans l'eau : de là la séparation des éléments de ce bord et leur augmentation de volume qui les étale en série convexe, les mêmes causes produisant la condensation en série concave et, comme suite, leur réduction du côté cubital. L'examen des séries de coupes en surface nous montre quelques détails spéciaux de cette tendance générale.

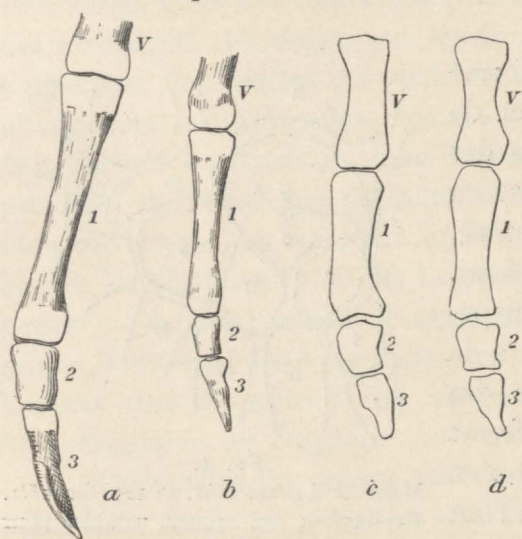


FIG. 3.

Le cinquième doigt de la main chez :

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| a. <i>Lobodon</i> | 12, n° 706. Gr. 1/1. |
| b. id. | 11, » 496. » 2/1. |
| c. id. | 1, » 231. » 10/1. |
| d. <i>Leptonychotes</i> | 2, » 229. » 10/1. |

à fait cartilagineuse, sans formation d'épiphyses et sans trace d'ossification, alors que l'extrémité distale de la 3^e phalange est déjà complètement ossifiée et qu'il y a une épiphyse proximale distincte.

Je n'ai pas eu l'occasion de vérifier cette particularité chez *Lobodon* ou *Leptonychotes* adultes. W. TURNER, dans son travail cité plus haut (*Challenger Reports*), représente (Pl. V, fig. 4) la main d'un *Leptonychotes Weddelli* qui montre aussi cette réduction de la 2^e phalange du 5^e doigt ; toutefois il n'en est fait aucune mention dans le texte. Il est évident qu'il s'agit ici d'un commencement de rudimentation du 5^e doigt, par réduction du nombre des phalanges.

PIED

Les détails de structure que présentent les fœtus des deux espèces observées sont les mêmes qui se rencontrent chez les Pinnipèdes en général. Les deux doigts prédominants sont ici le 1^{er} et le 5^e ; le 3^e est le plus petit. On rencontre les éléments normaux du tarse ; à remarquer encore la tendance des tarsiens à se rapprocher du bord tibial, de manière que sur un certain nombre de coupes du

Sans insister sur le développement considérable du pouce, je signalerai : 1^o la tendance des éléments carpiens du bord radial à se placer en série proximo-distale, de façon que le 1^{er} carpien est en partie distal par rapport au 2^e ; 2^o le recul de tous les éléments du carpe vers le bord radial, de sorte que sur ce bord il y a pour ainsi dire trois rangées, tandis qu'il n'y en a plus qu'une seule du côté cubital où le 5^e métacarpien est directement uni à l'os cubital du premier rang ; 3^o la réduction de volume du pisiforme ; 4^o enfin la réduction de la phalange intermédiaire du 5^e doigt que j'ai observée réduite en longueur sur les coupes et dont j'ai pu contrôler la réduction sur les mains de fœtus trop grandes pour être traitées en séries de coupes microscopiques.

L'examen des figures ci-contre nous montre clairement que la 2^e phalange est arrêtée dans son développement relativement aux autres ; nous voyons notamment que chez les deux plus grands (a et b) elle est encore tout

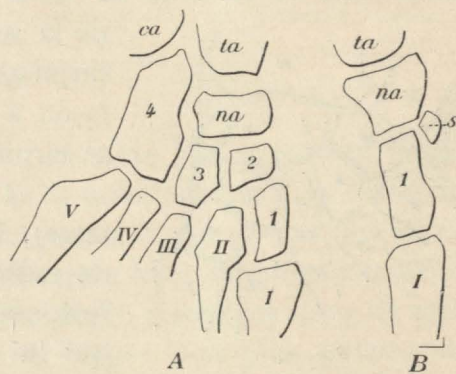


FIG. 4.

Lobodon 1, n° 231. Pied 10/1.

La coupe B est la 45^e à partir de A dans la direction plantaire.

ca = calcaneus.

ta = talus.

na = naviculaire.

1 à 4 tarsalia (cunéiformes 1 à 3 et cuboïde).

I à V metatarsalia.

s = sesamoïdeum tibiale.

côté dorsal, le 2^e tarsien est proximal par rapport au 1^{er}. En se rapprochant de la face plantaire, le 1^{er} tarsien (1^{er} cunéiforme) se met de plus en plus en rapport avec le scaphoïde (*na*), et on voit apparaître entre les deux un nodule cartilagineux signalé également par TURNER sous le nom d'*entoscaphoïd*, qui paraît une formation constante et que les auteurs appellent généralement le sésamoïde tibial (*s*). Des faisceaux du fléchisseur tibial du tarse (tibial postérieur) s'attachent à ce nodule. La disposition est sensiblement la même chez *Leptonychotes*.

STRUCTURE DES LOBULES TERMINAUX

Les lobules terminaux des doigts, dont il a été question plus haut, sont formés par une charpente squelettique recouverte par la peau sur sa face dorsale et ventrale. On peut les isoler par la dissection, et l'on voit ainsi chez l'adulte l'extrémité distale du doigt se prolonger en une languette de tissu d'aspect fibro-cartilagineux, qui se racornit en se desséchant. C'est dans cet état qu'elle se présente sur les squelettes de collection, si toutefois le préparateur n'a pas fait disparaître complètement ces fragments de tissu qui, n'étant pas osseux, n'ont pas droit de cité sur un squelette proprement préparé.

Les noms que les différents auteurs ont donnés à ces languettes squelettiques préjugent d'après leur aspect leur structure cartilagineuse : « spatulate cartilages » (MURIE), « terminal cartilages » (RYDER), « Knorpelstrahlen » (M. WEBER), « cartilagini terminali » (L. CAMERANO), « cartilaginous flaps » (ALLEN), etc. Dans les travaux cités précédemment, j'ai démontré qu'à l'état fœtal ce squelette n'est pas cartilagineux, mais conjonctif, et L. REH a confirmé cette opinion par l'examen chimique qui lui a donné un résultat négatif dans la recherche de la chondrine (1). Cette recherche a été faite sur les tissus d'un animal adulte (*Callorhinus falklandicus*) ; il en conclut que le lobule terminal est formé exclusivement de tissu conjonctif fibrillaire, sans une trace de cartilage ou d'ossification. J'ai formulé une conclusion analogue après l'examen microscopique de lamelles détachées sur un squelette de collection d'*Otaria jubata*. Après les résultats que m'a donnés l'examen de *Lobodon*, je crois qu'il y a des différences de structure dans les différents genres. Chez tous les plus jeunes fœtus que j'ai examinés, y compris ceux de Morse et d'Otarie, la charpente du lobule terminal est formée par un tissu renfermant de nombreuses cellules à noyaux arrondis, assez semblables aux éléments du périchondre ou du périoste. Le protoplasme des cellules est homogène, de sorte que leurs contours sont peu distincts ; la substance fondamentale finement fibrillaire est peu abondante. Toute la masse qui, à un faible grossissement, a un aspect clair homogène, est traversée par des travées fibreuses volumineuses qui, nous le verrons plus loin, proviennent des tendons fléchisseurs. Mais sur le fœtus de *Lobodon* le plus développé (n° 12), il y a manifestement, au milieu des traînées fibreuses entrelacées, des îlots de cartilage hyalin : la substance fondamentale est devenue complètement homogène. A la périphérie des îlots, les cellules sont fusiformes ou étoilées ; plus au centre, elles sont arrondies et contenues à plusieurs dans une capsule (fig. 22). Il y a donc des îlots de cartilage vrai chez *Lobodon* (fœtus à terme) ; mais n'ayant examiné qu'un seul individu, il serait prématuré d'en tirer des conclusions générales, soit pour tous les Pinnipèdes, soit même pour ce genre en particulier ; ceci n'a d'ailleurs qu'une importance secondaire, les tissus de substance conjonctive formant le périoste, le périchondre, le cartilage ayant entre eux de nombreuses affinités.

(1) Loc. cit. supra, p. 17.

Plus importante que la question histologique est celle de la morphologie du lobule terminal. J'ai déjà dit plus haut que les tendons fléchisseurs des doigts jouent un rôle dans la structure de ces organes terminaux ; l'examen des coupes en séries dorso-ventrales et en surface permet de déterminer ces relations d'une manière plus précise.

D'après la note de W. STRETTELL MILLER ⁽¹⁾ sur la myologie des Otariidés, le flexor digitorum communis est une combinaison du fl. sublimis, profundus et pollicis, mais les tendons sont distincts. Les faisceaux perforants des tendons 2 à 5 s'insèrent aux têtes (extrémités distales) des phalanges terminales. J'ai trouvé sur mes séries de coupes la confirmation de ce dernier détail : à tous les doigts de la main et du pied, on peut poursuivre le tendon perforant du long fléchisseur jusqu'à l'extrémité distale de la phalange terminale, mais cette terminaison se fait d'une manière assez compliquée. Sur des coupes dorso-ventrales, on voit ce tendon, arrivé à l'extrémité proximale de la dernière phalange, se diviser en deux faisceaux superposés : l'un se termine à l'extrémité proximale (base) de la phalange, l'autre, séparé par une lacune du précédent, se continue sous la face ventrale de la phalange avec laquelle il se met plus loin en continuité. Chez *Leptonychotes* (fig. 18, *ca.*), il y a en cet endroit une accumulation d'éléments clairs d'une structure intermédiaire entre le cartilage et le périchondre, que l'on peut poursuivre au milieu des faisceaux conjonctifs condensés du tendon, jusqu'à l'extrémité distale de la phalange. Chez l'Otarie (fig. 20, *ca.*), il y a une véritable apophyse cartilagineuse à la limite distale du cartilage en voie d'ossification ; les fibrilles tendineuses traversent la substance fondamentale de cette apophyse. Au delà de ce point, les fibres tendineuses se divisent en deux groupes : les unes se rendent vers l'extrémité distale de la phalange et se confondent avec le périoste après l'apparition du capuchon terminal d'ossification ⁽²⁾, les autres se rendent dans le lobule terminal qui sur les coupes dorso-ventrales se présente comme une languette prolongeant le tégument de la face ventrale au delà de l'ongle (fig. 13, 15, 18, 20).

Dans le lobule terminal, les faisceaux conjonctifs du tendon sont plongés dans une masse d'éléments cellulaires à grands noyaux, d'autant plus dense qu'on se trouve plus près de la base. Ce tissu appartenant manifestement au groupe des tissus de la substance conjonctive, se rapproche le plus du tissu du périoste ou du périchondre. Sur la coupe d'Otarie (fig. 20), ce tissu se prolonge en un cordon condensé traversant toute la longueur du lobule terminal et il est traversé dans son axe par la terminaison du tendon fléchisseur.

La figure 21 montre, à un fort grossissement, une partie de la figure 13, à la transition du tendon avec l'axe périchondral. A ce niveau, on constate le contact de quatre espèces de tissus : le tissu conjonctif fibrillaire du tendon (*fl.*), le tissu périchondroïde qui lui fait suite (*t.*) et, du côté de la terminaison de la phalange, le trabécule osseux de nouvelle formation (*to.*) se continuant par une transition insensible avec une couche de cartilage hyalin primordial non modifié (*ca.*).

La connaissance du mode de terminaison du tendon doit être complétée par l'examen de coupes en surface. Celles-ci nous montrent que la diminution graduelle du faisceau tendineux dans le lobule résulte de ce que les fibrilles qui le constituent, s'épanouissent de chaque côté

(1) W. S. MILLER. Myology of the Pinnepedia. (*Challenger Reports. Zool.*, vol. XXVI, 1888.)

(2) Sur la figure 18 (*Leptonychotes*), l'extrémité de la phalange est recourbée en crochet vers la face ventrale. C'est généralement l'inverse qui se présente (figures 13 et 15 et schéma A figure 6 dans le texte) ; cette incurvation anormale paraît due ici à l'action des réactifs durcissants.

dans le tissu ambiant (fig. 19). Celui-ci est constitué chez *Lobodon* par deux masses de tissu périchondroïde, réniformes, convergeant distalement de façon à encadrer le sommet de la phalange et se continuant autour de la terminaison du tendon jusqu'à la limite du lobule terminal. Les figures 14, 16, 19 montrent ces masses latérales (*t.*) à divers degrés de développement. C'est dans ces masses latérales, que l'on voit dans un stade plus avancé, représenté par le plus grand *Lobodon* (fig. 17), les îlots cartilagineux dont j'ai parlé plus haut, se continuant avec le sommet de la phalange et formant des arborisations irrégulières (*ca.*), encadrées par l'épanouissement des fibres tendineuses se dirigeant dans le lobule terminal à droite et à gauche de l'axe.

Les séries de coupes de l'extrémité des doigts nous permettent encore d'étudier le mode de distribution des vaisseaux sanguins dans la région. On voit d'abord par les nombreuses sections longitudinales et transversales que la vascularisation y est très riche. Quelques-uns des grands troncs ont une position constante. Le vaisseau principal de l'extrémité ossifiée de la phalange distale perfore transversalement la partie moyenne de cette extrémité ossifiée (fig. 14, 16, *v.*) et laisse dans l'intérieur de l'organe un volumineux vaisseau axial qui est l'artère nourricière principale. Sur les sections dorso-ventrales, ce vaisseau est coupé en travers, et cette section correspond au point où le tendon fléchisseur se divise en faisceau phalangien et faisceau lobulaire (fig. 13, 15, 18, *v.*).

Des vaisseaux volumineux encadrent du côté dorsal et ventral l'axe squelettique du lobule terminal ; ceux du côté ventral sont les plus volumineux. On remarquera sur les figures 13 et 15 que ces deux plans de vaisseaux sont reliés entre eux par des anastomoses perforantes à travers l'axe squelettique (*v'*). Ces vaisseaux perforants vus sur une coupe axiale divisent l'axe en segments réguliers ; on en compte quatre ou cinq dans le lobule terminal du premier doigt du pied chez le *Lobodon* n° 11 [496] (fig. 13). Il y en a moins chez le n° 7 [969], qui est plus petit (fig. 15).

D'après la description que je viens d'en faire, les extrémités des doigts des Pinnipèdes, et spécialement des doigts terminés par des languettes dépassant l'extrémité de la phalange distale, se présentent comme des appareils terminaux compliqués, dont le squelette est formé par l'épanouissement d'une partie des tendons fléchisseurs se continuant en direction axiale et émettant de chaque côté une série de faisceaux latéraux, de manière que l'ensemble se dispose en éventail. Ces faisceaux conjonctifs fibrillaires traversent de part et d'autre de l'axe deux masses de tissu périchondroïde à l'état fœtal, renfermant plus tard des trabécules cartilagineux (chez *Lobodon*).

Les deux masses latérales sont réunies sur l'axe en un faisceau mélangé de fibres axiales du tendon qui va en diminuant insensiblement jusqu'au bord libre du lobule. Les fibres les plus latérales du tendon fléchisseur passent à côté de la phalange et se terminent dans le lobule terminal en s'entrecroisant avec les fibres en éventail. Le schéma ci-dessus nous fait voir les rapports des différents éléments du lobule d'après les figures 14, 16 et 19. Que deviennent maintenant chez l'adulte ces différentes parties constitutives ? A défaut de dissection des parties molles, l'examen d'un squelette quelconque de Pinnipède peut nous fournir des indications à ce sujet. Quand les ongles sont bien développés, comme chez les Phoques, ils se détachent de

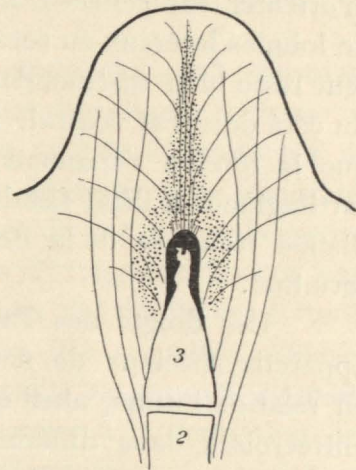


FIG 5.

Schéma de la structure d'un lobule terminal chez *Lobodon*, vu de face.

Le capuchon d'ossification périchondral est en noir, la formation périchondroïde terminale en pointillé. Les lignes entrecroisées indiquent l'épanouissement du tendon fléchisseur.

la face dorsale du sommet de la phalange et se trouvent dans une espèce de gaine formée par deux lamelles latérales, « comme deux petites ailes », dit G. CUVIER ⁽¹⁾, qui a parfaitement décrit ce détail de structure. « Chez les Otaries qui n'ont pas d'ongles devant ⁽²⁾, dit le même auteur, cette phalange onguéale est simplement déprimée et obtuse. » En effet, la dernière phalange se continue brusquement par une surface rugueuse avec son appendice d'aspect cartilagineux. Il est évident d'après cela, qu'une partie de la base de l'appendice terminal, celle notamment qui entoure le sommet de la phalange distale, est envahie par l'ossification de cette phalange. Les deux masses périchondroïdes latérales deviennent les deux ailerons latéraux engainant en partie la base de l'ongle. L'extrémité distale de ce tractus périchondroïde dans lequel s'épanouissent les faisceaux axiaux du tendon fléchisseur ne s'ossifiant pas, tout au plus peut-on y rencontrer des trabécules cartilagineux hyalins ou de fibro-cartilage. Je ne puis formuler de conclusions positives au sujet de ce qui existe chez l'Otarie, n'ayant eu à ma disposition qu'une ancienne série de coupes toutes dans le même sens (dorso-ventral). Pour autant que je puis m'orienter sur celles-ci, la formation périchondroïde terminale est surtout axiale, il n'y a pas de lobules latéraux au sommet de la phalange et, comme le montre la figure 20, le tendon fléchisseur reste bien distinct dans l'axe du tractus périchondral terminal, en envoyant des expansions du côté dorsal et ventral. Il est probable (ce qui devrait être vérifié sur des coupes en surface) que le tendon s'épanouit de même dans les deux directions latérales. La base des tractus, cartilagineux à l'état fœtal, s'ossifie avec le reste de la phalange, et ainsi se forme cette extrémité distale tronquée de la dernière phalange chez l'adulte, avec laquelle se continue l'appendice terminal.

Les doigts des Pinnipèdes, et surtout de certaines espèces, sont donc terminés par des appareils spéciaux de nature conjonctive, faisant suite au squelette osseux avec lequel ils sont en relation intime, ainsi qu'aux tendons fléchisseurs des doigts qui s'y terminent en faisceaux entrecroisés dans différentes directions. La régularité du plan d'après lequel cet appareil squelettique est construit (fig. 5 dans le texte) nous permet de conclure qu'il est adapté à un mode de fonctionnement spécial, comme W. Roux ⁽³⁾ l'a démontré pour les trabécules conjonctifs de la queue du Dauphin.

Quelle est la nature de ce fonctionnement ?

La première idée qui se présente, c'est que, chez ces animaux adaptés à la vie aquatique, ils constituent des appareils de perfectionnement des palettes natatoires, qui par le fait sont agrandies. Mais L. REH, dans le travail cité plus haut, fait remarquer assez justement que les Phoques, qui de tous les Pinnipèdes sont le plus adaptés à la natation et qui passent la plus grande partie de leur vie dans l'eau, ont ces organes moins développés que les Otaries, qui se tiennent de préférence exposées au brisement des vagues en restant fixées aux rochers. C'est pour ces motifs qu'il les considère plutôt comme des lamelles d'attache (« Haftlappen ») agissant comme des ventouses pour faciliter leur progression sur la terre ferme et leur adhérence aux rochers, glaçons, etc.

Il ne m'appartient pas de trancher la question. Je n'ai envisagé que le côté morphologique de ces appareils chez deux espèces de Phoques. Le naturaliste de l'Expédition antarctique,

(1) G. CUVIER. Recherches sur les ossements fossiles. (Paris, 1823, t. V, 1^{re} p., p. 225.)

(2) Les ongles existent à l'état fœtal et sont rudimentaires chez l'adulte.

(3) W. Roux. Beiträge zur Morphologie der functionellen Anpassung. (Archiv f. Anat. und Entwickl. 1883, p. 76.)

M. Racovitza, a eu l'occasion d'observer les Pinnipèdes vivants et a annoncé un travail sur la biologie de ces animaux; ses observations pourront, sans aucun doute, contribuer à jeter du jour sur la question qui nous occupe. J'ajouterai seulement une remarque se rapportant à des détails morphologiques déjà signalés plus haut : d'abord les lobules terminaux chez *Lobodon* sont couverts d'une couche très dense de poils sur leur face ventrale ⁽¹⁾, ce qui n'est pas favorable au fonctionnement comme ventouse (il en existe aussi chez les Otaries à l'état foetal, v. fig. 20, mais en moindre quantité); — ensuite il y a une lamelle terminale au bord radial du premier doigt de la main (fig. 3, 5, 7, 9), qui ne peut être considérée là que comme disposition tendant à élargir la palette natatoire, l'ensemble de l'extrémité des doigts de la main n'étant nullement conformé comme appareil d'adhésion chez les Phoques en général; — enfin, et ceci est applicable à tous les Phocidés, ces appareils terminaux sont pour ainsi dire exclusivement réservés aux membres postérieurs, qui fonctionnent surtout comme propulseurs dans la natation. Sans vouloir nier le rôle d'appareils d'adhésion aux corps solides que REH leur attribue d'une manière exclusive, je crois cependant que leur rôle d'appareil de perfectionnement des palettes natatoires n'est pas non plus à négliger.

L'interprétation morphologique de la languette squelettique axiale du lobule terminal des doigts des Pinnipèdes a donné lieu à une hypothèse ayant pour but d'expliquer la cause de l'hyperphalangie chez les Cétacés. Cette hypothèse, émise à peu près en même temps par un naturaliste américain, J. A. RYDER ⁽²⁾, et par M. WEBER ⁽³⁾, tend à admettre que toutes les phalanges qui chez les Cétacés viennent après la 3^e sont les homologues de la tige cartilagineuse (ils la désignent ainsi), non segmentée, terminant la 3^e phalange des Pinnipèdes. RYDER base son opinion sur un fait inexact, à savoir que les trois premières phalanges des doigts des Cétacés s'ossifient presque simultanément, tandis que les centres d'ossification des segments distaux, au delà du 3^e (*extra-terminal*), se développent beaucoup plus tardivement. Cela prouve, ajoute-t-il, que les segments extrêmes ont été ajoutés aux doigts, postérieurement à la formation des trois proximaux qui sont normalement caractéristiques des autres Mammifères. La vérité est que les noyaux d'ossification endochondrale des phalanges des Cétacés apparaissent progressivement, sans qu'on puisse constater un temps d'arrêt plus long entre l'apparition du 3^e et du 4^e qu'entre celle du 2^e et du 3^e. (Voir mon travail sur la main des Mammifères marins.)

Dans son travail cité plus haut, M. WEBER, indépendamment de RYDER, se pose la question d'une manière incidente et considère comme très probable la solution dans le sens indiqué par RYDER, et, dans un travail subséquent ⁽⁴⁾, ayant pris connaissance de l'opinion de RYDER, il note avec satisfaction la confirmation d'une hypothèse qu'il avait émise.

J'ai combattu cette manière de voir et, récemment encore, au Congrès des anatomistes à Jena ⁽⁵⁾, j'ai exprimé mon opinion à ce sujet en disant qu'il n'est pas permis d'admettre l'homologie proposée par RYDER-WEBER.

(1) La couche est-elle encore aussi dense chez l'animal adulte ?

(2) J. A. RYDER. On the genesis of the extra-terminal phalanges in Cetacea. (*The Americ. Naturalist*, Oct. 1885, p. 1013.)

(3) MAX WEBER. Studien über Säugethiere. (1886, p. 172.)

(4) Id. Ueber die Cetoide Natur der Promammalia. (*Anatom. Anzeig.*, II, 2, 1887.)

(5) H. LEBOUcq. Ueber die Endlappen der Pinnipedierfinger. (*Verhandl. d. Anat. Ges. Jena*, 1904.)

Il importe toutefois d'ajouter quelques mots d'explication, et le schéma ci-contre servira à rendre cette explication plus claire. La figure A est la reproduction très peu modifiée, simplifiée seulement, des figures 13, 15 et 18, en supposant un doigt à trois phalanges. Au delà de la 3^e phalange vient une tige squelettique prolongeant le doigt de manière à le faire ressembler en effet au doigt de Cétacé B. Cette ressemblance est encore bien plus frappante par la segmentation que RYDER ne connaissait pas (*unsegmented bars of cartilage*) et qui semble un argument de plus en faveur de son hypothèse. Mais tout se borne à une apparence extérieure, à une analogie physiologique : il n'y a pas d'homologie morphologique. L'appendice terminal

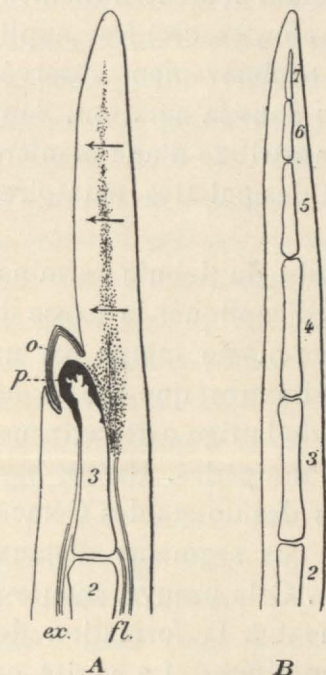


FIG. 6.

Schéma parallèle d'un doigt à trois phalanges de Pinnipède A et de Cétacé B. Les phalanges sont numérotées 2, 3, 4, etc. La languette terminale de A renferme un axe squelettique pointillé perforé de distance en distance par des vaisseaux représentés par des flèches.

ax. fl., tendons extenseur et fléchisseur.

p., capuchon périchondral terminal.

o., ongle.

du doigt de Pinnipède n'est en effet pas le prolongement de l'axe du doigt ; cet axe se termine à l'extrémité distale de la 3^e phalange coiffée par le capuchon périchondral et l'ongle. Les exigences du fonctionnement nécessitaient un allongement du doigt, mais cet allongement n'étant plus possible par formation de nouveaux segments dans le sens de l'axe, il se fait par émission d'un bourgeon latéral se détachant du côté ventral. C'est un processus analogue à ce qui se passe dans une plante dont le sommet est enlevé et qui continue à s'accroître en hauteur par développement d'une branche secondaire. C'est l'apparition du capuchon périchondral, très précoce chez les Mammifères en général, qui chez les Pinnipèdes a arrêté la formation de nouveaux segments. C'est au bout de la 3^e (ou 2^e) phalange que se trouve ici l'extrémité distale de l'axe squelettique ; c'est là aussi que se développe l'ongle. L'ossification est très retardée chez les Cétacés, le capuchon terminal n'apparaît pas, le doigt continue à se développer en émettant, par une espèce de bourgeonnement, de nouveaux segments dans le sens de l'axe, si bien que l'extrémité distale de cet axe est reportée à plusieurs segments au delà du 3^e (ou 2^e) ; et c'est bien là l'extrémité distale de l'axe typique, puisque j'ai trouvé en cet endroit une accumulation de cellules épidermiques que j'ai interprétée comme un rudiment de lit unguéal (1), ce que KÜKENTHAL a confirmé (2).

Si maintenant on compare les deux schémas figure 6, on voit qu'au fond le même résultat est atteint dans les deux cas. Dans l'un comme dans l'autre, le doigt s'est allongé et même dans l'axe secondaire faisant suite au doigt typique chez les Pinnipèdes il y a une division en segments indiquée par des vaisseaux perforants, morphologiquement différente par conséquent de la segmentation par différenciation de tissus dans le cartilage, mais constituant incontestablement une ressemblance extérieure de plus, entre les deux organes. Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner ce que devient plus tard chez l'adulte cette pseudo-segmentation de la languette

(1) H. LÉBOUCQ. Ueber Nagelrudimente, etc. (*Anat. Anzeiger*, 1889, et *Archives de biologie*, 1889.)

(2) W. KÜKENTHAL. Vergl. anat. und entwick. Untersuch. über Wallthieren. (*Denkschr. d. med. nat. wiss. Ges. Jena*, 1893, p. 302.)

terminale ; il est probable qu'elle disparaît par prédominance du tissu fibreux. Chez le fœtus à terme de *Lobodon* (fig. 17, ca.), on voit des îlots cartilagineux sous forme d'arborisations irrégulières, dans lesquelles on ne retrouve plus de segments.

Je n'ai pas à examiner longuement ici la question de l'origine de l'hyperphalangie des Cétacés, mais par ce qui précède on a pu voir que l'ossification y joue un rôle prépondérant, l'absence de délimitation par le capuchon périchondral permettant une prolifération étendue des éléments de l'axe squelettique. Peut-être bien aussi, comme l'admet KÜKENTHAL, l'équivalence morphologique des diaphyses et des épiphyses peut-elle ajouter quelques unités à la série des segments. Dans tous les cas, l'allongement des doigts nécessité par les mêmes causes fonctionnelles a été réalisé par une voie différente de celle des Pinnipèdes, et cette convergence vers le même but prouve que l'hyperphalangie des Cétacés est le résultat d'une adaptation, et par conséquent n'est pas un caractère morphologique de premier ordre, de nature à isoler les Cétacés des autres Mammifères. C'est, après tout, ce qui constitue le fond de l'argumentation de RYDER-WEBER et la principale conclusion à en déduire. Je tiens d'autant plus à insister sur ce point que j'ai eu moi-même le tort de vouloir soutenir une opinion contraire dans des travaux antérieurs. Mes observations étaient exactes, mais je les avais mal interprétées. Je n'éprouve aucune difficulté à en faire ici l'aveu, et je crois que l'opinion de WEBER, partagée d'ailleurs par la très grande majorité des anatomistes actuels, est l'expression de la vérité.

EXPLICATION DES PLANCHES

Indications communes à toutes les figures

- o.* = ongle ;
p. = capuchon terminal d'ossification périchondrale ;
t.o. = trabécules d'ossification endochondrale ;
ca. = cartilage ;
b.p. = bulbes pileux ;
v, v'. = vaisseaux sanguins ;
fl. = tendon fléchisseur ;
ex. = tendon extenseur.

La mesure du grossissement est indiquée par une fraction placée à côté du numéro de chaque figure.

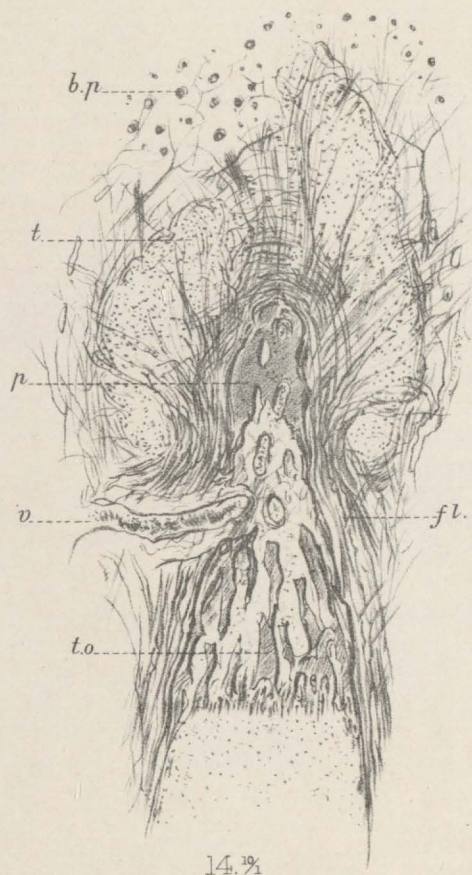
PLANCHE I

- FIG. 1. — *Lobodon* n° 231, les trois premiers doigts de la main gauche.
 2. — » » deux » » du pied »
 3. — » n° 968, » deux » » de la main »
 4. — » » deux » » du pied »
 5. — » n° 496, » deux » » de la main »
 6. — » » deux » » du pied »
 7. — » n° 494, » deux » » de la main »
 8. — » » deux » » du pied »
 9. — » n° 706, » deux » » de la main »
 10. — » » le premier doigt du pied »
 11. — *Leptonychotes* n° 1266, les deux premiers doigts de la main droite.
 12. — » » deux » » du pied droit.
 13. — Coupe dorso-ventrale du premier doigt du pied. *Lobodon* n° 496.

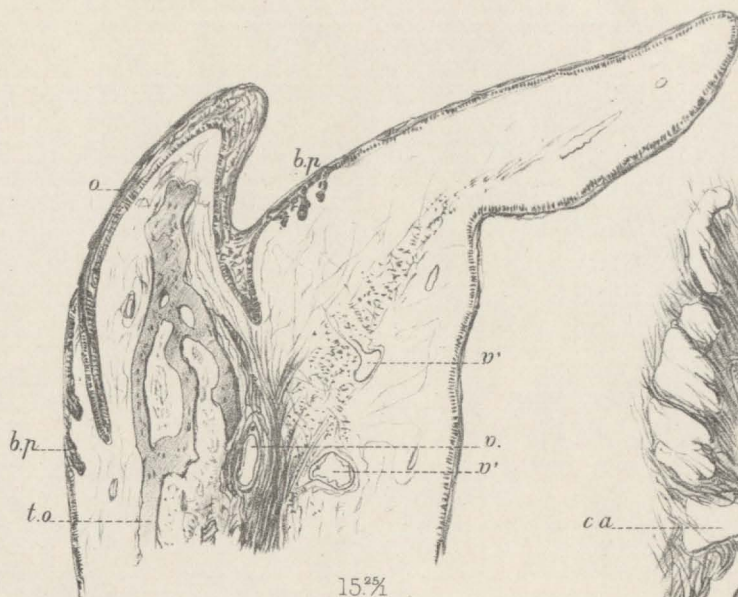
PLANCHE II

- FIG. 14. — Coupe en surface du cinquième doigt du pied. *Lobodon* n° 496.
 15. — Coupe dorso-ventrale du premier doigt du pied. *Lobodon* n° 969.
 16. — Coupe en surface du cinquième doigt du pied. *Lobodon* n° 494.
 17. — Coupe en surface du lobule terminal du cinquième doigt du pied. *Lobodon* n° 706.
 18. — Coupe dorso-ventrale du premier doigt du pied gauche. *Leptonychotes* n° 227.
 19. — Coupe en surface du premier doigt du pied droit. » »
 20. — Coupe dorso-ventrale du quatrième doigt de la main. *Otaria jubata*.
 21. — Partie de la figure 13 à un plus fort grossissement.
 22. — » » 17 » »





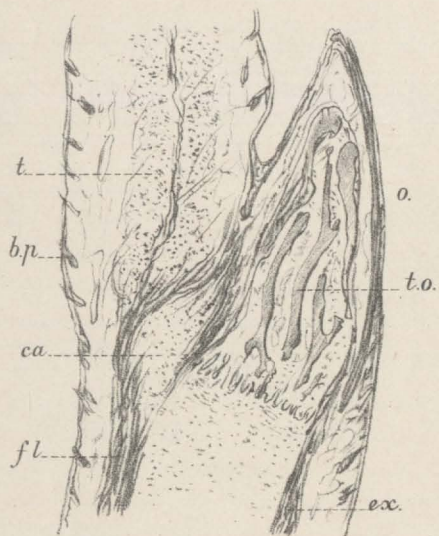
14. $\frac{1}{4}$



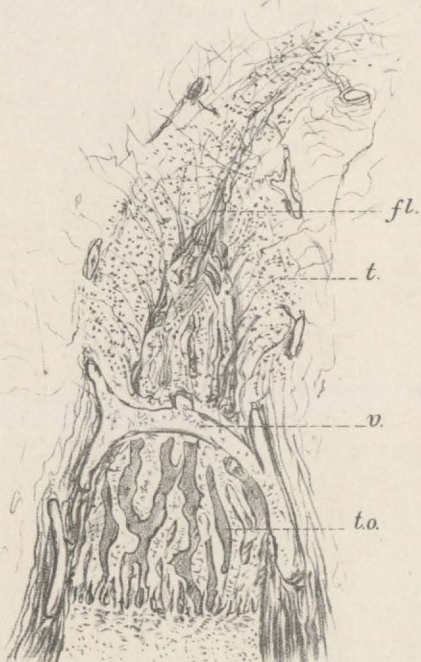
15. $\frac{2}{4}$



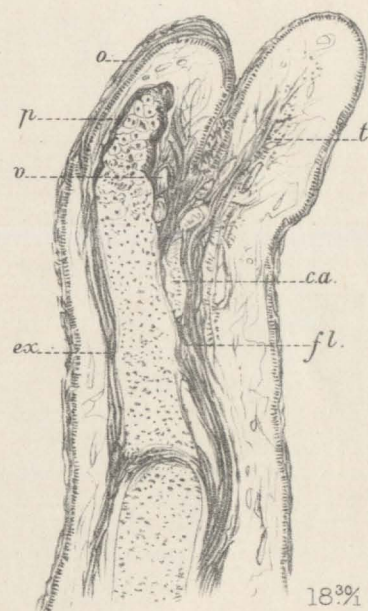
17. $\frac{3}{4}$



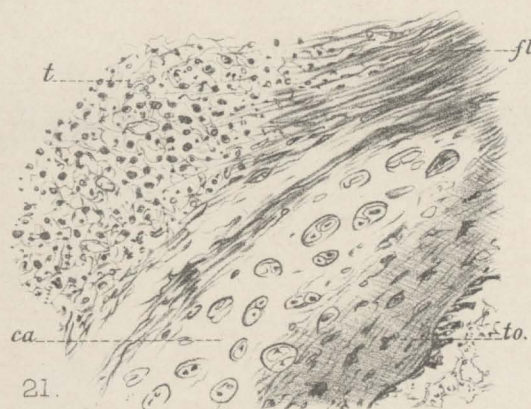
20. $\frac{1}{4}$



16. $\frac{1}{4}$



18. $\frac{3}{4}$



21.



22.



19. $\frac{1}{4}$

LISTE DES RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE LA

COMMISSION DE LA "BELGICA,,

Les mémoires dont les titres sont précédés d'un astérisque (*) ont déjà paru.

Le classement des rapports dans les volumes III, IV, VI, VII, VIII et IX sera fait ultérieurement.

VOLUME I.

RELATION DU VOYAGE ET RÉSUMÉ DES RÉSULTATS, par A. DE GERLACHE DE GOMERY.
TRAVAUX HYDROGRAPHIQUES ET INSTRUCTIONS NAUTIQUES, par G. LECOINTE.

NOTE RELATIVE A L'USAGE DES EXPLOSIFS SUR LA BANQUISE, par G. LECOINTE.

VOLUME II.

ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE.

*ÉTUDE DES CHRONOMÈTRES (deux parties), par G. LECOINTE Frs 33,50
RECHERCHE DES POSITIONS DU NAVIRE PENDANT LA DÉRIVE, par G. LECOINTE.
OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES, par C. LAGRANGE et G. LECOINTE.

NOTE RELATIVE AUX MESURES PENDULAIRES, par G. LECOINTE.
CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES ET MAGNÉTIQUES, par GUYOU.

VOLUMES III ET IV.

MÉTÉOROLOGIE.

*RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES HORAIRES, par H. ARCTOWSKI Frs 60,00
*RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS DES NUAGES, par A. DOBROWOLSKI Frs 20,00
*LA NEIGE ET LE GIVRE, par A. DOBROWOLSKI. » 10,00

*PHÉNOMÈNES OPTIQUES DE L'ATMOSPHÈRE, par H. ARCTOWSKI Frs 6,00
*AURORES AUSTRALES, par H. ARCTOWSKI Frs 11,00
DISCUSSION DES RÉSULTATS MÉTÉOROLOGIQUES, par A. LANCASTER.

VOLUME V.

OCÉANOGRAPHIE ET GÉOLOGIE.

RAPPORT SUR LES SONDAGES ET LES FONDS MARINS RECUEILLIS, par H. ARCTOWSKI et A. F. RENARD.
RAPPORT SUR LES RELATIONS THERMIQUES DE L'OcéAN, par H. ARCTOWSKI et H. R. MILL.
*DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par J. THOULET. Frs 7,50
*RAPPORT SUR LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par H. ARCTOWSKI et J. THOULET. Frs 3,00
NOTE SUR LA COULEUR DES EAUX OCÉANIQUES, par H. ARCTOWSKI.

LES GLACES ANTARCTIQUES (*Journal d'observations relatives aux glaciers, aux icebergs et à la banquise*), par H. ARCTOWSKI.
NOTE RELATIVE A LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE DES TERRES ANTARCTIQUES, par H. ARCTOWSKI.
LA GÉOLOGIE DES TERRES ANTARCTIQUES, par A.-F. RENARD.
NOTE SUR QUELQUES PLANTES FOSSILES DES TERRES MAGELLANIQUES, par M. GILKINET.

VOLUMES VI, VII, VIII ET IX.

BOTANIQUE ET ZOOLOGIE.

Botanique.

DIATOMÉES (moins *Chaetocérés*), par H. VAN HEURCK.
PÉRIDINIENS ET CHAETOCÉRÉS, par FR. SCHÜTT.
ALGUES, par E. DE WILDEMAN.
CHAMPIGNONS, par MM^{mes} BOMMER et ROUSSEAU.
*LICHENS, par E. A. WAINIO Frs 12,00

*HÉPATIQUES, par F. STEPHANI }
*MOUSSES, par J. CARDOT } Frs 28,00
CRYPTOGAMES VASCULAIRES, par M^{me} BOMMER.
PHANÉROGAMES, par E. DE WILDEMAN.

Zoologie.

FORAMINIFÈRES, par A. KEMNA et VAN DEN BROECK.		
RADIOLAIRES, par FR. DREYER.		
TINTINOIDES, par K. BRANDT.		
*SPONGIAIRES, par E. TOPSENT	Frs 16,00	
*HYDRAIRES, par C. HARTLAUB	» 8,50	
SIPHONOPHORES, par C. CHUN.		
MÉDUSES, par L. SCHULTZE.		
ALCYONAIRES, par TH. STUDER.		
PENNATULIDES, par H. F. E. JUNGENSEN.		
*MADRÉPORAIRE et HYDROCORALLIAIRES, par E. v. MARENZELLER	Frs 5,00	
*ACTINIAIRES, par O. CARLGREN		
CTÉNOPHORES, par C. CHUN.		
HOLOTHURIDES, par E. HÉROUARD.		
*ASTÉRIDES, par H. LUDWIG	Frs 19,50	
*ÉCHINIDES ET OPHIURES, par R. KÖHLER	» 17,50	
CRINOIDES, par J. A. BATHER.		
PLANAIRES, par L. BÖHMIG.		
CESTODES, TRÉMATODES ET ACANTHOCÉPHALES, par P. CERFONTAINE.		
*NÉMERTES, par BÜRGER	Frs 4,50	
*NÉMATODES LIBRES, par J. G. DE MAN	» 23,00	
NÉMATODES PARASITES, par J. GUIART.		
CHAETOGNATHES, par O. STEINHAUS.		
GÉPHYRIENS, par J. W. SPENGEL.		
OLIGOCHÈTES, par P. CERFONTAINE.		
POLYCHÈTES, par G. PRUVOT et E. G. RACOVITZA.		
*BRYOZOAIRE, par A. W. WATERS	Frs 27,50	
*BRACHIOPODES, par L. JOUBIN	» 5,00	
ROTIFÈRES ET TARDIGRADES, par C. ZELINKA.		
PHYLLOPODES, par HÉROUARD.		
OSTRACODES, par G. W. MÜLLER.		
*COPÉPODES, par W. GIESBRECHT	Frs 25,00	
CIRRIPÈDES, par P. P. C. HOEK.		
CRUSTACÉS ÉDRYOPHTHALMES, par J. BONNIER.		
SCHIZOPODES ET CUMACÉS, par H. J. HANSEN.		
CRUSTACÉS DÉCAPODES, par H. COUÏÈRE.		
PYCNOGONIDES, par G. PFEFFER.		
*ACARIENS LIBRES, par D ^r TROUËSSART, et A. D. MICHAEL	Frs 7,50	
*ACARIENS PARASITES, par G. NEUMANN		
*ARAIGNÉES ET FAUCHEURS, par E. SIMON.		
*MYRIAPODES, par C. v. ATTEMS	Frs 11,00	
*COLLEMBOLLES, par V. WILLEM		
ORTHOPTÈRES, par BRUNNER VON WATTENWYL.		
HÉMIPTÈRES, par E. BERGROTH.		
PÉDICULIDES, par V. WILLEM.		
DIPTÈRES, par J. C. JACOBS.		
COLÉOPTÈRES, par SCHOUTEDEN, E. ROUSSEAU, A. GROUVELLE, E. OLIVIER, A. LAMEERE, BOILEAU, E. BRENSKE, BOURGEOIS et FAIRMAIRE.		
HYMÉNOPTÈRES, par C. EMERY, TOSQUINET, E. ANDRÉ et J. VACHAL.		
SOLÉNOCONQUES, par L. PLATE.		
*GASTROPODES ET LAMELLIBRANCHES, par P. PELSENEER	Frs 25,00	
*CÉPHALOPODES, par L. JOUBIN		
TUNICIERS, par E. VAN BENEDEN.		
*POISSONS, par L. DOLLO	Frs 48,00	
BILE DES OISEAUX ANTARCTIQUES, par P. PORTIER.		
OISEAUX (<i>Biologie</i>), par E. G. RACOVITZA.		
OISEAUX (<i>Systématique</i>), par HOWARD SAUNDERS.		
*CÉTACÉS, par E. G. RACOVITZA	Frs 24,00	
EMBRYOGÉNIE DES PINNIPÈDES, par E. VAN BENEDEN.		
*ORGANOGENIE DES PINNIPÈDES, par H. LÉBOUCQ.	Frs 5,50	
ENCÉPHALE DES PINNIPÈDES, par BRACHET.		
PINNIPÈDES (<i>Biologie</i>), par E. G. RACOVITZA.		
*PINNIPÈDES (<i>Systématique</i>), par E. BARRETT-HAMILTON	Frs 4,00	
BACTÉRIES DE L'INTESTIN DES ANIMAUX ANTARCTIQUES, par J. CANTACUZÈNE.		
LA BIOGÉOGRAPHIE DE L'ANTARCTIDE, par E. G. RACOVITZA.		

VOLUME X.

ANTHROPOLOGIE.

MEDICAL REPORT, par F. A. COOK.
REPORT UPON THE ONAS, par F. A. COOK.
A YAHGAN GRAMMAR AND DICTIONARY, par F. A. COOK.

REMARQUES. — Par la suite, plusieurs autres mémoires s'ajouteront à cette liste.

Il ne sera éventuellement mis en vente que cinquante collections complètes des mémoires. Ceux-ci pourront être acquis, séparément, aux prix indiqués sur la présente couverture :

à BRUXELLES ,	chez OSCAR SCHEPENS & C^{ie} , rue Treurenberg, 16,
à PARIS ,	chez LE SOUDIER , 174-176, Boulevard Saint-Germain,
à BERLIN ,	chez FRIEDLÄNDER , 11, Karlstrasse, N. W. 6,
à LONDRES ,	chez DULAU & C^o , 37, Soho Square, W.
à NEW-YORK ,	chez PUTNAM'S Sons , 27 W, 23 ^d street.

Ces prix seront réduits de 20 % pour les personnes qui souscriront à la série complète des mémoires chez l'un des libraires désignés ci-dessus. Toutefois, lorsque la publication sera terminée, les prix indiqués sur cette liste seront majorés de 40 %, pour les mémoires vendus séparément, et de 20 %, pour les mémoires vendus par série complète.