

L'ŒIL DES CÉTACÉS

PAR

le Dr A. ROCHON-DUVIGNEAUD

I

INTRODUCTION

Nous devons à l'obligeance de M. le Professeur GRUVEL, du Muséum, et de M. BESNARD, sous-directeur de l'Aquarium du Musée des Colonies, un certain nombre d'yeux de Baleinoptères et une paire d'yeux de Cachalot, pièce rarissime.

Ces globes oculaires leur avaient été procurés par M. CHRISTENSEN, armateur à Sandjord (Norvège) et provenaient tous de Cétacés pêchés dans l'Antarctique. Des yeux de Dauphin et de Marsouin nous ont été donnés par M. R. LEGENDRE, directeur du laboratoire de Biologie Maritime de Concarneau. Nous remercions ici tous ces savants de l'intérêt qu'ils veulent bien porter à nos études d'ophtalmologie comparée, en nous donnant les moyens de les poursuivre.

Nous nous bornerons dans le présent travail à l'étude anatomique de ce matériel et aux enseignements les plus immédiats et les plus évidents que l'on peut en tirer.

Dans un mémoire de 300 pages paru dans les *Zoologische Jahrbücher* (Abth. f. Anat. und Ontog., vol. 17-1903), August PÜTTER a étudié l'œil des Mammifères aquatiques (Siréniens, Pinnipèdes, Cétacés) avec tous les renseignements que ses recherches anatomiques et bibliographiques ont pu lui fournir, et avec la foi la plus entière dans la doctrine de l'adaptation qui lui paraît tout expliquer; il irait jusqu'à déduire le comportement des dispositions anatomiques, alors que nous préférons étudier la valeur de ces dispositions d'après le comportement, préalablement connu. Cette méthode permet de juger du degré de l'adaptation, évite de la considérer toujours comme parfaite et idéale, et laisse la place à une plus libre appréciation des faits qui paraissent lui échapper.

L'état cadavérique dans lequel on reçoit généralement l'œil des Baleines est naturellement un grand inconvénient pour leur étude, aujourd'hui que les méthodes de putréfaction de Bichat ne sont plus en honneur pour l'analyse des tissus. Jetés dans le formol après énucléation plus ou moins tardive sur les lieux de pêche, les globes oculaires s'y conservent fort bien tels qu'on les y a mis, mais on ne peut guère demander à des baleiniers de con-

sidérer la fragilité de la rétine, d'avoir soin d'énucléer l'œil dans les premières minutes qui suivent la mort de l'animal, après lesquelles les cônes et les bâtonnets se mettent en bouillie et ne permettent plus leur étude histologique. C'est dans cet état que nous recevons presque toujours les rétines de Baleines. PÜTTER en a cependant donné quelques dessins, mais qui nous paraissent se ressentir de l'altération cadavérique des pièces qu'il lui a été donné d'étudier. En revanche les autres tissus supportent sans trop de dommages un certain temps de cadavérisation et peuvent encore être étudiés sur des globes oculaires dont la rétine est déjà profondément altérée.

* * *

L'œil des grands Cétacés est un bloc fibreux, de 10 à 12 centimètres de diamètre, dans lequel est creusée une petite cavité oculaire, et que les microtomes ordinaires sont loin de pouvoir débiter en tranches minces. Il faut jusqu'à nouvel ordre se contenter de les scier après congélation. On peut ainsi étudier leur morphologie générale et ensuite pratiquer des coupes au microtome sur des fragments excisés d'iris, de choroïde, etc...

M. le Professeur ROUVIÈRE a bien voulu pratiquer lui-même, dans son laboratoire de la Faculté de Médecine, la congélation et les coupes en divers sens des yeux de Baleine et de Cachalot. Nous lui en adressons nos plus vifs remerciements.

Malgré l'épaisseur relative de leur sclérotique les yeux de Marsouin et de Dauphin peuvent être coupés au microtome ordinaire après inclusion dans la celloïdine et donner les préparations d'ensemble figurées ici (fig. 1 et 4).

* * *

Proportionnellement à la taille de l'animal, l'œil des petits Cétacés (Marsouin, Dauphin) est aussi développé que celui de l'Homme et d'un très grand nombre de Mammifères terrestres. Mais chez les Cétacés gigantesques, surtout chez les Baleines et les Cachalots, l'œil reste relativement fort petit. Un Baleinoptère de 15 à 20 mètres de longueur nous montre un globe oculaire dont l'axe optique mesurant seulement 40 à 45 millimètres n'est guère plus long que celui du Cheval. Cet œil est du reste constitué par des tissus et des parties adultes et il est régulièrement conformé. Son faible développement relatif n'est en rien comparable à celui qui affecte l'œil de la Taupe, organe dont les tissus — et surtout le cristallin — gardent des caractères embryonnaires, tandis que sa forme générale, et même ses dimensions, montrent des différences individuelles qui témoignent d'une sorte de dégénérescence. Le nanisme de l'œil de la Taupe, le gigantisme du corps chez les Cétacés ont ce même effet de créer une disproportion entre les dimensions du globe oculaire et la taille de l'animal.

Les Cétacés ont leur « Taupe » dans le Plataniste de l'embouchure du Gange dont l'œil « d'une dimension presque microscopique » serait privé de cristallin, dont la cornée est recouverte par une conjonctive pourvue de glandes muqueuses et le nerf optique réduit à un filament (BOUVIER). Mais l'œil du Plataniste paraît être l'aboutissant d'une évolution tout autre que celle dont résulte l'œil des grands Cétacés.

II

SYSTÉMATIQUE

Afin de montrer les affinités zoologiques des quelques Cétacés dont nous avons étudié les yeux, nous rappellerons ici, très brièvement, la systématique de cet ordre de Mammifères marins.

Le Professeur BOURDELLE a bien voulu nous donner connaissance de la classification qu'il a adoptée et qui concorde du reste à peu de chose près avec celle que F. C. FRASER a tout récemment reproduite dans son livre « J. R. NORMAN et F. C. FRASER, les Géants de la Mer », traduit par Georges MONTANDON, 1938.

Dans l'ordre des Cétacés le sous-ordre des *Mysticètes* ou Cétacés à fanons comprend deux familles : a) les Baleines à nageoire dorsale, de forme généralement élancée, *Baleinoptères* de LACÉPÈDE, depuis longtemps désignées par les pêcheurs norvégiens sous le nom de « Rorquals » qui, d'après F. CUVIER, signifie Baleine à tuyaux (rohrk, tuyau, wal, Baleine) ou à ventre plissé. Ce caractère est tout à fait constant chez les Baleinoptères, dont une espèce au moins, la Jubarte (*Megaptera longimana*, *M. boops*), n'a qu'une ébauche de nageoire dorsale.

C'est parmi les Baleinoptères que l'on trouve les plus grands animaux vivants : *Megaptera boops* 15 m., *Balaenoptera borealis*, 18 m., *B. physalus* 24 m., *B. musculus* 30 m.

b) Les Baleines proprement dites, sans nageoire dorsale, de formes épaisses, représentées principalement par la Baleine franche des mers polaires arctiques (*Balaena mysticetus*), la Baleine à grands fanons, qui ne coulait pas après avoir été tuée, ce pourquoi les baleiniers la qualifiaient de « franche », à l'inverse des autres qui leur échappaient en coulant à pic. Cette Baleine, la meilleure — commercialement parlant — a été presque entièrement détruite.

A côté d'elle la Baleine australe (*Balaena glacialis* ou *australis*) et ses diverses variétés que FRASER considère comme les races locales d'une espèce à vaste distribution. Ces deux espèces de Baleines atteignent une longueur de 18 m. avec un poids considérable dû à l'épaisseur de leur corps et à la grosseur de leur tête.

Le sous-ordre des *Odontocètes* ou Cétacés à dents, comprend les *Physétéridés* (Cachalots), les *Ziphiidés*, les *Delphinidés*, les *Platanistidés*.

Les Physétéridés sont essentiellement représentés par le Cachalot macrocéphale¹, à mâchoire inférieure garnie de chaque côté de 18 à 28 grosses dents et dont le réservoir de la partie antérieure de la tête contient le spermacéti ou blanc de baleine. La longueur du mâle adulte ne dépasse pas 18 mètres, d'après FRASER, mais l'énormité de la tête et

1. D'après FRASER le nom de Cachalot vient du gascon « Cachau » qui signifie une grande dent, et se rapporte naturellement à la rangée des grandes dents de chaque côté de la mâchoire inférieure. Le dictionnaire de la langue provençale de MISTRAL (Le Trésor du félibrige) donne en effet le mot de Queissau, Cachau ou Caissal, suivant les dialectes, comme signifiant une dent machelière. Mais au mot Cachalot, qui est provençal aussi bien que français, MISTRAL donne comme étymologie « catcha » ou « cassa », chasse, et « alot » grand poisson ou thon. Ainsi Cachalot voudrait dire chasseur de thons : ou peut-être grand poisson qui chasse.

l'épaisseur du corps doivent réaliser un poids formidable. La petitesse de l'œil du Cachalot l'a fait désigner sous le nom de *Physeter microps*.

Les *Ziphiidés* constituent une famille voisine des Physétéridés, et qui comprend des Cétacés de moyenne taille : *Berardius*, 10 à 13 mètres suivant les espèces, deux grandes dents à la mâchoire inférieure; *Mesoplodon*, 3,50 à 5 m. de long., suivant les espèces, une paire de grosses dents au milieu du maxillaire inférieur, plus ou moins hypertrophié à leur niveau; *Ziphius*, Baleine à bec de CUVIER, 6 à 8 m. de longueur avec une paire de dents à l'extrémité de la mâchoire inférieure; *Hyperoodon*, Baleine à bec commune, 7 à 9 mètres de taille, une paire de grandes dents à l'extrémité de la mâchoire inférieure. Les Ziphiidés sont en quelque sorte de petits Cachalots dont les dents, très peu nombreuses et situées en des points variés de la mâchoire inférieure, sont en voie de régression. On en fait souvent une sous-famille des Physétéridés, les *Ziphiinae*.

La famille des *Delphinidés* comprend des Cétacés de taille relativement petite, ordinairement de 1 m. 50 à 4 mètres, généralement pourvus d'une nageoire dorsale et de dents petites et nombreuses. Tels sont nos Marsouins et Dauphins. Mais le Delphinaptère blanc ou Beluga, atteint une longueur de 3,50 à 4,50 m., le Globicéphale noir arrive à 8,50 m. L'*Orca gladiator* ou Épaulard, la Baleine assassine des Anglais, aux dents puissantes, attaque les Grandes Baleines à la lèvre inférieure et à la langue, dévore les Phoques et les Pingouins et peut atteindre 9 m. de longueur. Le Narval, long de 4 à 5 m., n'a qu'une dent apparente, l'incisive supérieure gauche qui s'allonge en une longue défense aiguë, spiralée à droite, et pouvant atteindre près de 3 mètres de longueur.

Les *Platanistidés* sont des Dauphins d'eau douce, de forme ancienne, se rapprochant des Dauphins fossiles et comprenant : le Plataniste du Gange, la « Taupe » des Cétacés, aux yeux rudimentaires, l'*Inia* de l'Amazone, au museau grêle hérissé de quelques poils, le *Pontoporia* ou Dauphin de la Plata et enfin le *Lipotes* ou Dauphin du lac Toureg-Ting, en Chine.

III

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

Toute tentative pour comprendre l'œil des Cétacés doit s'inspirer des conditions d'existence de ces animaux, de leur physiologie générale et de leurs fonctions sensorielles en général. La courte étude que nous allons faire de ces diverses questions est presque entièrement tirée du tout récent ouvrage du Pr. PORTIER « la Physiologie des animaux marins » (Paris, 1938).

Les Cétacés sont adaptés à la vie aquatique au point que tout contact avec le rivage est pour eux un arrêt de mort. Petits ou grands, ils ne peuvent exister que dans le milieu aquatique, où ils flottent en quelque sorte soutenus par la poussée du liquide. Ils aspirent l'air libre par leurs évents (narines) qui affleurent au sommet de la tête et proéminent à la surface de l'eau, sans aucun effort de l'animal qui émerge de la profondeur. Les poumons, qui ont une position dorsale et font ainsi l'office de flotteurs, sont beaucoup

plus vastes que ne le seraient ceux d'un Mammifère terrestre de même taille. Les alvéoles pulmonaires proportionnellement plus nombreuses donneraient à un Dauphin de 1,50 m. de longueur une surface pulmonaire près de trois fois plus grande que celle d'un Homme. Les Cétacés sont des *hyperpnéiques*.

La quantité de sang d'un Cétacé paraît être très grande, non seulement d'une façon absolue, mais encore proportionnellement à la taille de l'animal.

Les vaisseaux présentent des dispositions très différentes de celles des Mammifères terrestres. Les plus significatives sont d'abord d'énormes plexus artériels, sortes de lacis d'artères de moyen calibre qui se trouvent sur les parois de la cage thoracique, autour des principaux organes (plexus périutérins, craniens...) et entre les masses musculaires des membres.

Ce sont ensuite des plexus et surtout des sinus veineux qui ont pris un développement considérable. C'est ainsi qu'il existe d'énormes sinus dans le foie, que la veine cave possède au-dessous du diaphragme une dilatation qui constitue un véritable sac où peut s'emmagasiner une énorme quantité de sang.

D'autre part, chez tous les animaux plongeurs, cette veine cave possède au niveau du diaphragme un anneau musculeux, un véritable sphincter, qui, par sa contraction peut interrompre la circulation, le passage du sang en aval, c'est-à-dire du côté du cœur droit. De ces dispositions anatomiques auxquelles il faut ajouter la puissance musculaire du cœur droit, supérieure à celle du cœur gauche, M. PORTIER déduit d'ingénieuses explications (pour lesquelles nous renvoyons à son livre) du mécanisme de l'hématose au cours de la plongée. Il faut en effet expliquer comment la Baleine peut rester de 20 à 30 minutes sous l'eau et le Cachalot une heure et plus!

Chez l'Homme, au bout de une à deux minutes de plongée, le besoin impérieux de respiration se fait sentir par suite de l'excitation du centre respiratoire par le gaz carbonique qui s'est accumulé dans le sang. Mais, des expériences sur les Phoques ont montré que le centre respiratoire de ces Mammifères aquatiques est beaucoup moins excitable par le gaz carbonique que celui des Mammifères terrestres et, d'autre part, la masse du sang étant plus grande, la réserve d'oxygène s'épuise moins vite. Enfin, le métabolisme, c'est-à-dire l'intensité des échanges au sein des tissus, est beaucoup plus faible chez les grands Cétacés que chez l'Homme. M. PORTIER admet qu'il est, chez la Baleine, un dixième de celui de l'homme. Elle consomme donc environ dix fois moins d'oxygène par kilogramme-minute. Étant donnés la masse de son sang, le volume d'air emmagasiné dans ses poumons, la faible excitabilité de son centre respiratoire par l'acide carbonique accumulé dans le sang, elle pourrait rester sous l'eau 46 minutes.

Quant à la profondeur de la plongée, le Pr. RACOVITZA a donné de bonnes raisons de croire qu'elle ne dépasse guère cent mètres et M. PORTIER partage cette opinion.

Mais, à cette profondeur, la pression supportée est déjà considérable. « On sait en effet que lorsque l'on s'enfonce de dix mètres dans l'eau de mer chaque centimètre carré de la surface de l'objet immergé supporte un accroissement de pression de un kilogramme environ » (PORTIER). A cent mètres de profondeur c'est donc dix kilogrammes par centimètre carré. Comment la mince cornée de l'œil de la Baleine supporte-t-elle pareille

pression? Comment les vaisseaux intraoculaires et notamment les vaisseaux de la rétine ne sont-ils pas écrasés, alors que quelques grammes de pression supplémentaire sur la cornée humaine arrêtent par compression, la circulation rétinienne et provoquent une cécité transitoire?

La question n'est pas résolue. M. PORTIER nous fait cependant remarquer qu'il ne paraît pas être question de troubles visuels chez le scaphandrier qui à 20, 30, 40 mètres de profondeur, subit déjà une importante surcharge de pression. Ajoutons enfin que, dans la plongée, la Baleine subit une compression de tout son corps qui, peut-être, équilibre la pression imposée à l'œil. Chez l'Homme dont on comprime le globe oculaire, les conditions ne sont pas du tout les mêmes.

La pression du sang chez les Cétacés n'est pas connue.

La température est la même que celle des Mammifères terrestres, 37° environ, peut-être un peu moins. M. PORTIER fait remarquer que le Cétacé est homœotherme par rapport à son noyau central et poecilotherme par rapport à sa périphérie. Il nous paraît en être de même pour les pattes des Oiseaux, notamment des oiseaux de mer, dont la température intérieure dépasse 41°, tandis que leur palmure longtemps posée sur la glace ne la fait pas fondre.

Bien que le point de congélation de l'eau de mer soit — 2°01, le milieu intérieur des Cétacés diffère très peu, comme pression osmotique, de celui des Mammifères terrestres dont le point de congélation du sérum sanguin est en moyenne de — 0°60. Il est de — 0°74 chez le Marsouin, de — 0°70 chez le Baleinoptère. Vis-à-vis de l'eau de mer le milieu intérieur des Cétacés garde donc une grande indépendance. La légère augmentation de tension moléculaire, par rapport aux Vertébrés terrestres, tient sans doute à l'ingestion fréquente, avec la nourriture, d'une certaine quantité d'eau de mer (PORTIER).

Les Baleines à fanons, les Mysticètes, « vivent aux dépens de certains animaux du plancton qui se réunissent en essaims souvent très denses (Ptéropodes, Crustacés). Souvent ces amas de petits animaux se trouvent près de la surface et les Baleinoptères semblent pâture au milieu d'eux. Ces énormes animaux ouvrent la bouche et des centaines de litres d'eau de mer, où fourmillent les animaux du plancton, pénètrent dans cette cavité. La bouche se referme. La langue se gonflant l'eau s'échappe à l'extérieur par les interstices des fanons, mais les petits animaux sont retenus par le crible des crins, comme par une passoire. Vient alors la déglutition qui dirige ce magma presque privé d'eau de mer vers l'estomac. L'opération recommence et la nourriture s'accumule dans l'estomac où l'on peut trouver dix mille kilogrammes de petits animaux souvent presque tous de la même espèce » (PORTIER).

Ainsi des « monstres marins » qui peuvent atteindre le poids énorme de 150 à 300 tonnes (RUSSEL et JONGE cités par PORTIER), ne se nourrissent, et vu leur conformation ne peuvent se nourrir, que de la purée planctonique dans laquelle ils vivent — comme des parasites dans un tube digestif où passent des substances alimentaires. La recherche du plancton n'implique sans doute pas l'usage de la vision et la petitesse de l'œil des Baleines paraît s'accorder à des fonctions visuelles rudimentaires, ce qui ne veut pas dire qu'il ne soit d'aucune utilité.

Les Cétacés à dents (Denticètes), et par exemple nos Marsouins et Dauphins qui se nourrissent surtout de harengs et de sardines, ne pourraient chasser ces poissons rapides sans les voir. Leur œil, de proportions normales, doit être pour eux un organe essentiel, vital.

Que dire des Cachalots qui recherchent, sans doute à de grandes profondeurs (une heure de plongée), des Céphalopodes de forte taille, ne possèdent qu'un œil encore beaucoup plus petit que celui des Baleines, et, d'après BEALE, quelquefois privés de la vue par un accident ou une difformité native, gigantesques aveugles, ne paraissent pas souffrir beaucoup de cet état? Ils sont gras et riches en huile autant que les individus parfaitement intacts.

Notre regretté confrère le Dr RÉCAMIER, qui avait été le compagnon du DUC D'ORLÉANS dans ses excursions cynégétiques, et avait beaucoup vu par lui-même, a bien voulu me fournir au sujet de la vision des Cétacés les renseignements que voici : « AMUNDSEN m'a dit que les Orques (*Orca gladiator*), ces petits Cétodontes qui ont 5 à 6 mètres de long, voyaient parfaitement hors de l'eau. Quand AMUNDSEN a débarqué à la baie des Baleines, sur la Grande barrière antarctique, lors de son expédition au pôle Sud, il a dû faire traverser à ses chiens une zone de petits champs de glace brisée, séparés par des canaux. Il paraît que les Orques, nombreuses en ce point, voyant les chiens qui attendaient sur le bord des glaçons, s'élançaient et sortaient la tête hors de l'eau pour chercher à les saisir... Pour les Baleines franches, et surtout les Cachalots, leur petit œil latéral limite beaucoup la vision. ANDERSEN, un vieux Baleinier harponneur que j'ai connu il y a 30 ans, disait « que l'on peut approcher d'un Cachalot sans craindre sa vue en venant de devant ou de derrière, mais que la moindre vibration des avirons dans l'eau le faisait fuir ».

Nous devons faire remarquer ici que, chez le grand Cétacé flottant à la surface de la mer, les événements situés au sommet du crâne émergent seuls à l'air libre pour lui permettre de respirer. Mais l'œil situé beaucoup plus bas, vers la commissure buccale (un peu plus haut chez le Cachalot) reste immergé et n'est guère en mesure de voir au-dessus de la surface de l'eau. Cela nous paraît en rapport avec le peu d'utilité de cet œil pour la protection de l'animal. D'autres animaux, fort divers, qui peuvent eux aussi flotter à la surface de l'eau, et par exemple, la Grenouille, le Crocodile, l'Hippopotame ont la narine et l'œil au-dessus du plan d'eau : ils respirent et voient. Mais dans les trois espèces citées, l'œil a une tout autre valeur que chez les Cétacés et concourt à la protection, permet de voir le danger.

On sait que les Cétacés n'ont pas d'olfaction, leur cerveau étant dépourvu de lobes olfactifs ou n'en ayant que des rudiments.

Leur ouïe ne s'exerce pas dans les conditions ordinaires du fonctionnement de ce sens; le conduit auditif est obturé par un bouchon épithélial, il n'est pas rectiligne, ce qui, d'après M. PORTIER, aurait pour effet de briser le choc des lames dont la force peut être formidable. Le tympan, très épais, paraît incapable de vibrer, mais les diverses vibrations de l'eau peuvent être transmises par les os du crâne, notamment par la bulle tympanique, très développée.

Certains observateurs attribuent aux Cétacés une ouïe très fine. FRASER, dans son

livre déjà cité, rapporte cette observation de BENNETT décrivant la chasse du Rorqual bleu dans l'Antarctique : « Il faut toujours se souvenir que le moindre bruit les effarouche. Il suffit qu'un homme crie tandis que la Baleine est à la surface, les narines ouvertes, pour la faire disparaître. »

D'autre part, le Professeur GRUVEL traversant en canot à rames la baie des Tigres (Angara), vit émerger à quelques mètres le dos d'un grand Baleinoptère. Il ordonna à son matelot de fuir en vitesse pour éviter l'animal, et le bruit des rames ne parut nullement émouvoir ce dernier, qui ne manifesta aucune réaction.

On voit par ces exemples combien nous avons besoin d'observations nouvelles et précises pour juger de l'audition des Cétacés.

On parle toujours de la sensibilité des Cétacés aux vibrations de l'eau qui serait analogue à celle que les Poissons doivent aux organes de la ligne latérale. On est évidemment tenté de croire que, vivant dans un milieu qui transmet les vibrations avec autant de force et de rapidité que l'eau, les Cétacés utilisent ces vibrations et leur sont devenus particulièrement sensibles. Beaucoup d'observations parlent dans ce sens, celle par exemple du vieux baleinier d'AMUNDSEN relative au Cachalot. Mais on ignore le mécanisme de cette sensibilité. On ne peut que se demander si elle siège au niveau de la surface cutanée, des lèvres, ou même de la cornée qui n'est jamais recouverte par les paupières.

IV

ANATOMIE DESCRIPTIVE ET HISTOLOGIE

DAUPHIN (*Delphinus delphis* L.)

(Pl. V, fig. 1).

Exemplaire de 1 m. 60 de longueur.

Forme du globe oculaire. — Comme chez tous les Cétacés le segment antérieur est aplati. Le diamètre transversal l'emporte un peu sur le vertical et beaucoup plus sur l'antéro-postérieur.

Dimensions extérieures du globe. — Diamètre transversal 32 mm.; diamètre antéro-postérieur 24 mm.

Dimensions intérieures. — Diamètre transversal 29,5 mm.; diamètre antéro-postérieur 20 mm.

Ces dimensions intérieures sont prises, pour le diamètre antéro-postérieur de l'épithélium cornéen à l'épithélium rétinien (longueur de l'axe optique), pour les autres diamètres de l'épithélium rétinien à l'épithélium rétinien diamétralement opposé. Ce sont là les dimensions fonctionnelles ou optiques.

Sclérotique. — Épaisseur au pôle postérieur 5 mm.; à l'équateur 1,2 mm.; à la jonction avec la cornée 0,5 mm.

Cornée. — Diamètre transversal 19 mm.; épaisseur à la périphérie 1,5 mm.; au centre 0,5 mm. (l'épaississement périphérique se fait à l'avantage de la surface interne).

Chambre antérieure très peu profonde, environ 2 mm. au centre.

Iris (Pl. V, fig. 2 et 3). — Son bord supérieur présente une languette descendante, large et arrondie, qui échancre l'orifice pupillaire en croissant concave en haut. Sur les coupes verticales du globe, les vaisseaux antérieurs de l'iris sont plus ou moins détachés de sa surface, soit libres, c'est-à-dire formant des ponts, soit rattachés par de fins mésos. Pareille disposition n'existe pas sur les coupes horizontales qui passent par une région où les vaisseaux restent inclus dans le stroma de l'iris, ici plus épais. Surtout en haut et en bas l'iris est mince, très pigmenté. Le sphincter mesure environ le quart de la largeur totale de l'iris sur les coupes horizontales. Sur les coupes verticales il est beaucoup plus large dans le segment supérieur au niveau de l'opercule dans lequel il se prolonge jusqu'au niveau du bord pupillaire.

Corps ciliaire (Pl. VI, fig. 1). — Les plis sont très peu saillants et descendent, en y adhérent, sur le tiers périphérique de la surface postérieure de l'iris.

L'espace de Fontana (espace cilio-scléral) est peu développé; il est rempli par un réseau de trabécules pigmentés dont les plus antérieurs forment un faible ligament pectiné. Il existe des canaux de Schlemm, toujours multiples, et qu'un réseau trabéculaire plus dense sépare de l'espace de Fontana.

Nous ne trouvons pas trace de muscle ciliaire.

Choroïde. — Assez épaisse et riche en vaisseaux dans ses couches externes, elle est dans toute son étendue doublée par un *tapis fibreux* qui fait paraître tout le fond de l'œil comme une cupule d'acier bleui. Les nombreux capillaires qui traversent le tapis pour aller des gros vaisseaux à la chorio-capillaire sont accompagnés d'une gaine de cellules pigmentaires qui n'atteint cependant pas tout à fait la surface interne du tapis. Celle-ci reste donc non pigmentée, mais tout le reste de l'épaisseur du tapis est traversé par les gaines pigmentaires dont nous venons de parler et, de plus, infiltré par des cellules pigmentaires, étalées horizontalement. L'épithélium rétinien, assez plat, est à peu près dépourvu de grains pigmentaires dans tout le segment postérieur et moyen de la choroïde. Mais, dans les parties antérieures et surtout antéro-inférieures de cette membrane, il se pigmente et masque plus ou moins la zone correspondante du tapis choroïdien. C'est là un fait général chez les animaux pourvus d'un tapis choroïdien.

Cristallin (Pl. VI, fig. 2). — Diamètre antéro-postérieur 7,25 mm.; diamètre transversal 9,50 mm. Sa courbure antérieure coïncide, dans ses parties centrales, avec un cercle de 7 mm. de rayon, les parties périphériques sont plus convexes. La courbure postérieure est très sensiblement égale à l'antérieure. L'équateur du cristallin est largement arrondi, et non anguleux.

Je ne puis voir, ce que dit PÜTTER, que la capsule postérieure du cristallin du Dauphin est doublée par un épithélium. Comme chez les autres Mammifères un pareil épithélium n'existe que sous la capsule antérieure.

La zonule est formée de fibres peu nombreuses et très fines, ce qui concorde avec le peu de développement des plis ciliaires et l'absence de muscle ciliaire.

Sur le vitré nous n'avons aucun renseignement.

Rétine. — Sur les coupes on ne distingue avec certitude que des bâtonnets de lon-

gueur moyenne. Les cônes doivent être absents ou très rares. La couche des grains externes est très riche en éléments. Les couches plexiformes et la couche des grains internes sont peu épaisses. Les cellules ganglionnaires sont volumineuses, dispersées assez loin les unes des autres, caractère ordinaire des rétines à bâtonnets. Vers l'équateur elles sont un peu plus nombreuses qu'au pôle postérieur de l'œil, et de nouveau très rares dans les parties antérieures de la rétine.

La vascularisation de la rétine est totale et régulièrement radiée (fig. 6), ce qui paraît exclure la présence d'une area, que généralement les vaisseaux contournent.

Nerf optique. — La lame criblée, le bord de l'anneau scléral, les vaisseaux centraux à leur passage dans la papille et le tissu névroglie au centre de cette dernière sont plus ou moins infiltrés de cellules pigmentaires. Le diamètre du nerf optique est de 3 mm. Le cloisonnement par de fines lames conjonctives émanées de la pie-mère, le réseau névroglie intra-fasciculaire, les vaisseaux centraux et leur gaine ne diffèrent en rien d'essentiel de la disposition habituelle aux Mammifères. Ses fibres nerveuses volumineuses attirent l'attention et occupent la plus grande place sur les coupes du nerf optique. Cependant, les fibres fines l'emportent en nombre. En dehors des gaines pie-mérienne, arachnoïdienne et dure-mérienne, il existe chez le Dauphin, comme chez les Baleines et Cachalots, une large gaine enveloppante supplémentaire. Elle est constituée par du tissu conjonctif renfermant un très grand nombre d'artérioles et de veinules et par une gaine fibreuse formant étui.

MARSOUIN (*Phocaena phocaena* L.)

(Pl. VI, fig. 4)

Exemplaire de 1 m. 60. Poids 60 kilos.

Presque de même forme que celui du Dauphin, l'œil du Marsouin est proportionnellement un peu moins large, et, en tout, un peu plus petit.

Dimensions extérieures. — Diamètre transversal 29 mm.; diamètre antéro-postérieur 23 mm.

Dimensions intérieures. — Diamètre transversal 17 mm.; diamètre antéro-postérieur 19 mm.

Sclérotique. — Épaisseur au pôle postérieur 3,5 mm.; à l'équateur 1,2 mm.; à la jonction cornéenne 0,4 à 0,5 mm.

Cornée. — Diamètre transversal 16 mm.; épaisseur à la périphérie 1,25 mm.; au centre 0,4 mm.

Chez le Dauphin et le Marsouin l'épithélium cornéen est épais. Il s'épaissit encore autour de la base de la cornée; celle-ci est entourée d'un anneau pigmentaire à la fois épithélial et interstitiel. La pigmentation épithéliale appartient aux couches profondes de l'épiderme cornéen au niveau du limbe et à celles de l'épiderme conjonctival sur une grande largeur. La pigmentation interstitielle siège dans toute l'épaisseur du limbe scléro-cornéen.

Chambre antérieure. — Très peu profonde; environ 1 mm. au centre.

Iris (Pl. VI, fig. 5). — A l'état frais, la pupille a la forme d'un ovale transversal. Après l'action du liquide de Zenker le bord supérieur, de concave devient légèrement convexe, ce qui rapproche un peu sa forme de celle du Dauphin. L'iris est mince et très pigmenté. Sur les coupes horizontales du globe les deux moitiés de l'iris, nasale et temporale sont symétriques, les vaisseaux font saillie sur la face antérieure, mais ne s'en détachent pas. Le sphincter a une largeur de 1,5 mm. Sur les coupes verticales les vaisseaux sont en avant de l'iris : les uns rattachés à la membrane par un petit méso, les autres entièrement libres, formant pont au-dessus de la membrane, ceci aussi bien sur la moitié supérieure que sur la moitié inférieure de la coupe. Dans celle-ci le sphincter a une largeur de 1,5 mm., dans la moitié supérieure sa largeur est de 3 mm. Il y a donc là une ébauche de la disposition observée chez le Dauphin. La déformation de la pupille par le liquide de Zenker, doit correspondre à l'action de ce réactif sur un sphincter plus large en haut qu'en bas.

Corps ciliaire. — Les procès sont un peu plus saillants que chez le Dauphin et descendent moins sur la face postérieure de l'iris.

L'espace de Fontana est un peu plus développé que celui du Dauphin, mais le ligament pectiné est également réduit. Il y a plusieurs canaux de Schlemm. Nous n'avons pu constater la présence d'un muscle ciliaire.

Choroïde (Pl. VII, fig. 1). — Elle est épaisse et assez fortement pigmentée. Ses couches externes sont constituées par un lacis d'artérioles et de veinules volumineuses. Un tapis fibreux s'étend jusque vers l'équateur; il est traversé par de nombreux petits vaisseaux qui se perdent dans la chorio-capillaire et sont accompagnés de gaines pigmentaires. L'épithélium rétinien, aplati et dépourvu de pigment dans les régions postérieures et moyennes, se pigmente en avant et masque la zone périphérique du tapis choroïdien.

Cristallin. — Dimensions transversales 10,2 mm.; diamètre antéro-postérieur 7,75 mm.

La courbure antérieure et la postérieure coïncident, dans leur région centrale, avec un cercle de 7 mm. de rayon. L'équateur est arrondi. Nous ne voyons d'épithélium que sous la cristalloïde antérieure.

La zonule est formée de fibres fines et peu nombreuses.

Nous n'avons pas de renseignements sur la consistance du vitré.

Rétine. — Trois heures après la mort de l'animal, elle a conservé un aspect macroscopique normal. Elle montre un réseau vasculaire radié, très riche et semblable à celui du Dauphin. Les vaisseaux radiés sont presque rectilignes, également distribués sur toute l'étendue de la rétine, sans inflexion ni disposition périfovéale ou périaréale. La papille est masquée par une petite tache pigmentée.

Malgré son aspect macroscopique normal la rétine montrait sur les coupes microscopiques des altérations cadavériques au niveau des cônes et des bâtonnets. Il était donc impossible de faire de ceux-ci une étude précise. Cependant en certaines régions un peu mieux conservées, on distingue parmi d'innombrables bâtonnets très fins et assez longs des éléments à base plus volumineuse, qui sont peut-être des cônes disséminés parmi les bâtonnets. Comme chez les Baleines et le Dauphin, les cellules ganglionnaires sont volumineuses

et rares, et, comme chez ce dernier, plus nombreuses vers l'équateur que dans les régions antérieures et postérieures.

Nerf optique. — Sa papille est, comme nous l'avons signalé, marquée d'une tache noire. Sur les coupes la région papillaire (bords de l'anneau scléral, lame criblée, vaisseaux centraux à leur arrivée) est infiltrée de pigment plus que les régions correspondantes chez le Dauphin.

Les gaines du nerf optique, le cloisonnement conjonctif et névroglie du nerf sont très analogues à ceux du Dauphin. Il en est de même des grosses et petites fibres à myéline du nerf.

La gaine enveloppante, supplémentaire, épaisse et extrêmement riche en artérioles et en veinules, est également semblable à celle du Dauphin.

CACHALOT (*Physeter catodon* L.)

(Pl. VII, fig. 2).

Engoncé dans la large gaine supplémentaire de son nerf optique, l'œil du Cachalot rappelle, en dimensions énormes, celui de l'Escargot au bout de son pédoncule. Aplati en avant et plus large que profond il a du reste les mêmes caractères que l'œil des autres Cétacés.

Dimensions extérieures du globe. — Diamètre transversal 57 mm.; diamètre vertical 57 mm.; diamètre antéro-postérieur 48 mm.

Gaine supplémentaire du nerf optique. — Diamètre transversal 45 mm.; diamètre vertical 38 mm.; Longueur ?

Dimensions intérieures du globe. — Diamètre transversal 36 mm.; diamètre antéro-postérieur 26 mm.

Sclérotique. — Épaisse de 15 à 16 mm. vers le pôle postérieur, elle s'amincit très rapidement et ne mesure plus que 2,5 à 3 mm. au niveau de sa jonction avec la cornée. Par suite de l'aplatissement du segment antérieur elle s'infléchit brusquement au niveau de l'équateur en formant un angle accentué au lieu d'une courbure progressive. Sa section montre un tissu fibreux homogène et dur. Autour du nerf optique le tissu fibro-vasculaire de la gaine supplémentaire accompagne le tronc du nerf jusqu'à la choroïde.

Cornée. — Diamètre transversal 29 mm.; diamètre vertical 23 mm.

Elle est donc en forme d'ovale, un peu plus large vers l'une des extrémités qui est vraisemblablement l'extrémité interne. Elle est entourée d'un cercle clair, simulant un arc sénile, et du large limbe pigmentaire que l'on rencontre chez tous les Cétacés. Son épaisseur est de 1,5 mm., sans épaissement périphérique; sa courbure très faible se raccorde sans inflexion avec celle de la sclérotique.

Chambre antérieure. — Très peu profonde, en raison de la très faible courbure de la cornée.

Iris. — La pupille est une étroite fente horizontale, longue de 9 mm., elle est un peu dilatée à l'une et l'autre de ses extrémités. L'iris possède un large sphincter et un dilateur bien apparent. La lame conjonctive de l'iris est extrêmement mince.

Tout le système vasculaire artériel et veineux est en saillie au devant de la surface antérieure, soit « en pont », soit rattaché par un méso.

Corps ciliaire. — Sa largeur, mesurée de l'ora serrata à la tête des procès, est, en haut et en bas, d'environ 7 mm.; elle est un peu moindre en dedans et en dehors. Ces procès sont peu saillants, leur tête descend vers la périphérie de l'iris; leurs faces latérales sont très anfractueuses.

L'espace de Fontana est rempli par un tissu réticulé à lames minces et à larges mailles. Les trabécules antérieures ne forment qu'un ligament pectiné très faible. Le réticulum du Canal de Schlemm est peu développé. Le canal est généralement divisé en plusieurs canaux veineux. Nous n'avons pu voir de muscle ciliaire.

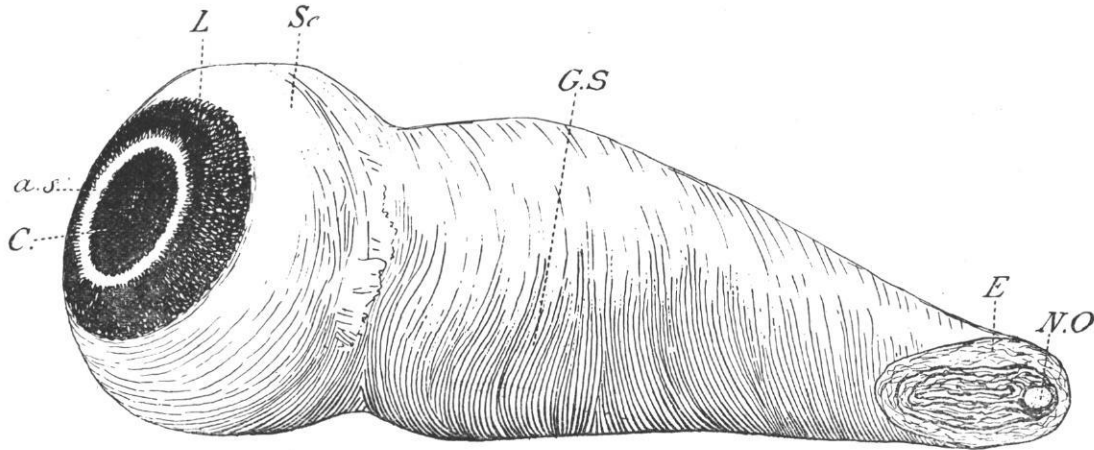


Figure 1. — L'œil du Cachalot et l'énorme gaine supplémentaire qui entoure le nerf optique. Le sillon qui la sépare du globe oculaire est peut-être un artefact créé par une grosse ficelle qui l'enserrait à ce niveau, dans le baril d'eau formolée où le globe a longtemps séjourné; la pièce est vue d'en haut est grossie d'un quart environ. C. la cornée, dont l'ovale est transversal, laisse voir l'iris noirâtre; a. s. « l'arc sénile » qui entoure la cornée; L. le limbe conjonctival, très pigmenté; Sc. la sclérotique; G. S. la gaine supplémentaire du nerf optique; N. O. le nerf optique plongé dans le tissu vasculo-conjonctif de la gaine; E. l'enveloppe fibreuse de la gaine.

Choroïde. — Sur l'œil formolé elle est d'aspect spongieux. Son épaisseur maxima vers le pôle postérieur est d'environ 4 mm. Le tapis fibreux s'étend à tout le fond de l'œil, mais dans ses parties antérieures et surtout en bas il est plus ou moins voilé par l'épithélium rétinien, pigmenté à ce niveau.

Cristallin. — Sa largeur est de 11 mm., son épaisseur de 10 mm. Il s'éloigne donc peu de la forme sphérique.

Nous ne pouvons rien dire de la zonule ni du corps vitré.

Rétine. — Les vaisseaux divergent radiairement à partir de la papille. On peut les suivre jusqu'à l'ora serrata. Là où les capillaires sont injectés par le sang on reconnaît qu'ils forment un réseau un peu plus serré au centre qu'à la périphérie.

Nerf optique et sa gaine supplémentaire (Pl. VII, fig. 3). — Le nerf optique du Cachalot a un diamètre de 5 mm. Il est de mêmes dimensions que celui du Cheval. Sa gaine pie-mérienne, les lames qui en émanent et vont cloisonner les faisceaux du nerf et s'appuyer à la gaine péri-vasculaire centrale, l'arachnoïde, représentée ici par un système de « tentes »

bien développé, enfin la gaine dure-mérienne, tout cela correspond entièrement au type général des Mammifères. Mais ce petit nerf optique et ses gaines sont logés et protégés dans le puissant cylindre fibro-vasculaire dont la figure 11 montre les dimensions. Nous lui avons donné le nom de *gaine supplémentaire du nerf optique*. Sur les coupes microscopiques transversales, ce gros cylindre se montre formé par un puissant réseau de lames et de travées conjonctives d'épaisseurs diverses, circonscrivant des espaces vides arrondis ou ovalaires. Il est vraisemblable que ces espaces, ou plutôt ces logettes, renferment des vésicules adipeuses vidées de leur contenu par l'immersion prolongée dans l'alcool-éther destiné à permettre la pénétration de la celloïdine.

Les travées contiennent un très grand nombre d'artérioles bien musclées. Les veines sont beaucoup plus rares. Une tunique fibreuse très résistante, épaisse de 2 millimètres, engaine complètement la colonne fibro-vasculaire et en fait une tige solide.

L'ensemble ne ressemble en rien aux corps caverneux et au tissu érectile. La gaine externe est inextensible, les travées fibreuses ne contiennent pas de fibres élastiques, les alvéoles ne sont pas des capillaires dilatés.

Le Professeur BOURDELLE nous a signalé dans les *Proceedings of the Zoological Society*, 1835-36, nos 3 et 4, p. 127-129, un travail de BENNETT sur l'anatomie du Cachalot qui comprend une description macroscopique de l'œil de ce Cétacé, la seule que nous ayons pu trouver (A. PÜTTER ne parle pas du Cachalot) et que M. RODE a bien voulu nous traduire en ces termes :

« L'œil du Cachalot est petit et placé loin en arrière sur la tête, au-dessus et entre la
 « nageoire pectorale et l'angle de la mâchoire inférieure. Sa place est bien marquée par
 « un épaississement des téguments qui l'entoure. L'ouverture de l'œil n'excède pas 2 pouces
 « de long et 1 pouce de haut. Les paupières n'ont pas de cils ni de cartilage; elles sont
 « composées de deux bandes horizontales de tégument, qui ont chacune, dans l'exemple
 « que je décris (mâle semi-adulte), 2 pouces de profondeur, et réunies l'une avec l'autre
 « aux côtés externe et interne. Entre chacune des paupières et le tissu adipeux, se trouve
 « une ligne de séparation marquée par un sillon profond, dans lequel se trouve une mince
 « membrane sur la surface de laquelle les paupières se déplacent. A ces points de démar-
 « cation, les cartilages tarses sont isolés, et composés seulement d'épiderme ordinaire avec
 « des fibres musculaires placées au centre. La conjonctive palpébrale est très vasculaire,
 « injectée de sang, et remplie d'orifices et de canaux à mucus. A la partie interne de l'œil,
 « cette conjonctive forme une membrane épaisse constituant une troisième paupière qui
 « ressemble assez à celle du Cheval. Le globe de l'œil est, pour la majeure partie, logé
 « dans les parties molles, une très petite part seulement se trouve protégée par l'orbite
 « osseuse, il est profondément caché sous les paupières et n'excède pas en taille celui
 « du bœuf; sa taille chez une femelle adulte était de 2 pouces $\frac{1}{4}$ de long¹ et de haut
 « (soit 5 cent. 7).

« La cavité intérieure de l'œil mesurait 1 pouce $\frac{1}{2}$ (3 cent. 27) en hauteur et largeur,
 « et $\frac{2}{3}$ de pouce (17 mm.) seulement en profondeur. Dans sa plus grande circonférence

1. Le pouce anglais = 2 cent. 55.

« le globe mesurait 7 pouces $1\frac{1}{2}$ (19 cent. 12), et la cornée transparente dans son plus grand diamètre égalait 1 pouce (2 cent. 55) de diamètre transversal, et dans son diamètre vertical (le plus court) mesurait $\frac{3}{4}$ de pouce. Les muscles du globe de l'œil formaient une grosse masse entourant la gaine du nerf optique et étaient insérés sur une ligne régulière sur la circonférence du globe à sa plus grande convexité. Le nerf optique avant de pénétrer la sclérotique se continue sur une certaine longueur; il n'excède pas la circonférence de la hampe d'une plume de coq, mais il est entouré d'une épaisse gaine fibreuse de 4 pouces de circonférence, et cette gaine fibreuse s'étale sur la partie postérieure du globe à l'endroit où le nerf y pénètre. Autour du globe et des muscles, on trouve du tissu conjonctif et de la graisse. Le globe de l'œil n'est pas une sphère parfaite, ses surfaces antérieure et postérieure sont aplaties. La partie de la conjonctive du globe entourant la cornée, et celle qui est libre entre les paupières, sont d'une couleur noire intense. Il est possible que cette partie sombre soit une membrane distincte de la conjonctive, car elle peut se terminer par une ligne régulière et peut se détacher de la conjonctive; alors elle se présente sous la forme d'une mince membrane avec du pigment noir déposé à sa surface.

« La cornée du Cachalot est composée de plusieurs couches; quand ces couches sont dissociées, une petite quantité d'humeur aqueuse limpide en sort. La chambre antérieure de l'œil est très petite et le cristallin s'étend à travers l'ouverture pupillaire. L'iris est une épaisse membrane de couleur brun foncé, avec une zone étroite d'une teinte plus claire entourant son bord externe; son bord interne, libre, est très mince et entoure la portion convexe du cristallin qui est assez bombée à cet endroit.

« Le cristallin est petit et n'excède certainement pas en taille celui de l'œil de l'homme. Il forme presque une sphère, et parfois l'humeur vitrée est très abondante. La rétine est tapissée d'une arborescence de capillaires très délicats et montre un petit point brillant au point d'attache du nerf optique. Sous la rétine s'étale un tapis de texture membraneuse de couleur jaune verdâtre.

« La sclérotique, à son tiers postérieur, est épaisse, fibreuse, résistante, tandis que le tiers antérieur est mince et flexible. Il n'existe aucun appareil lacrymal. »

En somme les dimensions données par BENNETT pour l'œil d'une femelle de Cachalot, sont un peu plus petites que celles de notre spécimen dont nous ignorons le sexe. La profondeur du globe (longueur de l'axe optique) n'est pour BENNETT que de 17 mm. tandis qu'elle est pour nous de 26 mm. Le cristallin de notre Cachalot, large de 11 mm. et épais de 10 mm., est notablement plus volumineux que le cristallin humain, tandis que, pour BENNETT la lentille du Cachalot n'excéderait pas, en taille, la lentille humaine.

LA JUBARTE (*Megaptera boops* L.)

(Pl. IX, fig. 1 et 2).

Avec un volume plus considérable les caractères morphologiques du globe oculaire sont ceux que nous venons de décrire chez le Dauphin, le Marsouin et le Cachalot. Seg-

ment antérieur de faible courbure, œil plus court que large, cornée se raccordant sans inflexion avec la sclérotique, large zone pigmentée péri-cornéenne, etc...

Le poids de chaque globe, entièrement débarrassé des muscles, le nerf optique et la gaine supplémentaire coupés au ras de la sclérotique, est de 460 gr. (pièce conservée dans le formol).

Diamètres extérieurs du globe. — Le diamètre transversal mesure 96 mm., le vertical 93 mm., l'antéro-postérieur 75 mm.

Diamètres intérieurs. — Le transversal mesure 69 mm., l'antéro-postérieur 40 mm.

La cornée un peu plus large vers l'une de ses extrémités qui est vraisemblablement l'extrémité interne, a un diamètre horizontal de 40 mm., un diamètre vertical de 29 mm.

Dans un autre exemplaire le diamètre horizontal de la cornée était de 37 mm. et le diamètre vertical également de 29 mm.

La gaine supplémentaire du nerf optique circonscrit, au pôle postérieur de l'œil, un ovale transversal large de 58 mm., haut de 46 mm.

Sclérotique. — Son épaisseur au pôle postérieur est de 30 mm., elle s'amincit très rapidement au niveau de l'équateur, de telle sorte qu'elle n'a plus que 3 mm. d'épaisseur à son point de jonction avec la cornée. Le tissu fibro-vasculo-adipeux qui remplit la gaine supplémentaire du nerf optique se prolonge en cône jusqu'à l'entrée du nerf

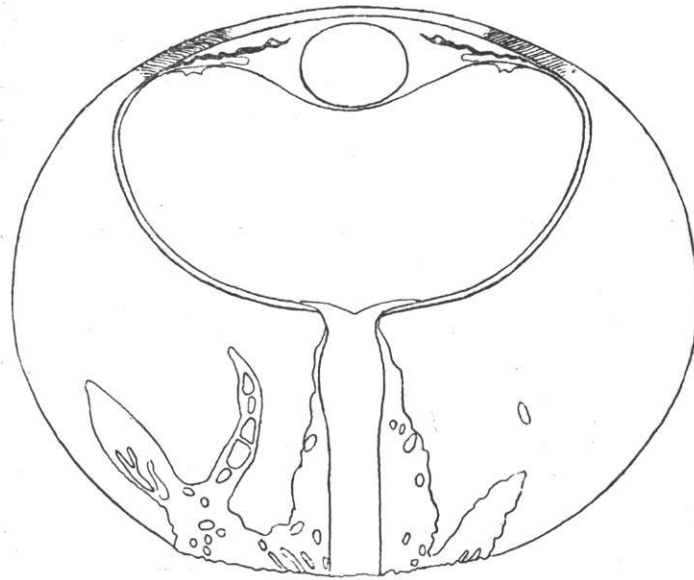


Fig. 2. — Coupe de l'œil de *Megaptera boops*.

dans le globe, de telle sorte que le nerf optique est, dans toute sa longueur, entouré par ce tissu spécial qui, au pôle postérieur de la sclérotique, se loge dans un évasement conique de son tissu fibreux. Les nerfs et les principaux vaisseaux qui traversent la sclérotique sont plongés dans des gaines du même tissu.

Cornée. — Le limbe cornéo-scléral est infiltré de cellules pigmentaires. La cornée est plus épaisse à la périphérie (1,5 mm.) qu'au centre (0,5 mm.), elle est donc très mince en ce point, où l'épithélium a presque le tiers de l'épaisseur du tissu propre. La membrane de Bowmann est peu épaisse, celle de Descemet est très mince.

Iris. — Très mince et très pigmenté avec des vaisseaux et des nerfs plus ou moins libres au devant de sa face antérieure, comme chez les Marsouin, Dauphin et Cachalot. Cette disposition est plus marquée, du reste, sur les régions supérieure et inférieure de l'iris que sur les latérales. Le sphincter, très large, occupe près de la moitié de la largeur totale de l'iris.

Espace de Fontana. — Il est rempli par les deux zones habituelles de tissu réticulé, la plus profonde à grosses travées pigmentées dont les plus antérieures forment un faible

ligament pectiné, la plus extérieure, appliquée contre la sclérotique dans la région du canal de Schlemm, à trabécules plus fines et moins pigmentées. Il y a en général plusieurs canaux de Schlemm.

Corps ciliaire. — Les procès ciliaires, assez saillants, ont des parois latérales très anfractueuses, comme chez le Bœuf, le Cheval, etc... Leur tête descend jusqu'au deuxième tiers de la face postérieure de l'iris.

Il est impossible de reconnaître avec certitude un *muscle ciliaire*. Dans la région qu'il occupe on voit cependant quelques faisceaux minces et disséminés qui sont peut-être des fibres musculaires lisses.

Les corpuscules ciliaires (Pl. IX, fig. 2 et 4). — Immédiatement derrière l'angle irien, dans la région occupée par le muscle ciliaire chez les Mammifères où il est bien développé, on constate sur beaucoup de coupes de l'œil de *Megaptera*, et notamment sur les coupes horizontales, la présence de corpuscules arrondis, non pigmentés, isolés ou associés par groupes compacts et qui ont l'aspect de corpuscule de Pacini (Pl. IX, fig. 2). Ils sont en effet constitués par des cercles concentriques de membranes très fines parsemées de noyaux, avec une masse centrale homogène (Pl. IX, fig. 4). Ils voisinent souvent avec les filets nerveux, mais nous n'avons jamais pu saisir la pénétration d'un nerf dans le corpuscule. Ils représentent en tout cas un élément tout à fait spécial, que nous n'avons rencontré dans le corps ciliaire d'aucun autre Cétacé ou Mammifère quelconque. Nous y revenons à la fin de ce travail.

Choroïde. — Sur les yeux conservés dans le formol elle est molle, spongieuse, épaisse de 4 mm. au pôle postérieur. Elle est entièrement doublée par un tapis fibreux de couleur vert pâle. Sur les coupes on constate que la partie spongieuse est constituée par des artérioles qui occupent surtout les couches internes et des veinules larges et nombreuses situées plus en dehors. Le tapis dont le tissu, vu en coupe, ressemble à celui de la cornée, est constitué par des lames de tissu collagène séparées par des cellules plates disséminées. Il ne renferme pas de pigment. Il est traversé, perpendiculairement ou obliquement, par les capillaires qui vont à la chorio-capillaire. Celle-ci paraît formée par un réseau assez peu serré.

L'épithélium rétinien, plus ou moins dépourvu de pigment, laisse voir la couleur du tapis dans presque toute l'étendue du fond de l'œil. Cependant vers la périphérie et surtout en bas il se pigmente et la masque plus ou moins.

Cristallin. — Son diamètre transversal est de 14 mm., son diamètre antéro-postérieur 11,5 mm.; il a donc une forme lenticulaire assez nette. Son équateur est moins arrondi que celui du Marsouin ou du Dauphin.

Le centre de sa courbure antérieure coïncide avec un cercle de 7 mm. de rayon. La courbure postérieure est un peu moins convexe et sensiblement la même au centre et à la périphérie. La cristalloïde antérieure est peu épaisse, la postérieure mince suivant la règle.

Seule la périphérie du cristallin, sur une épaisseur de 1 à 2 millimètres, se colore par l'hématoxyline, la partie qui reste incolore, et que l'on peut considérer comme le noyau, est donc très développée, ce qui rappelle le cristallin des Poissons.

La zonule, dont les insertions au corps ciliaire et au cristallin ne présentent rien de particulier est composée par des fibres antérieures et postérieures assez épaisses et des fibres intermédiaires très minces.

Vitré. — Sur un globe oculaire recueilli dans un bon état de fraîcheur et conservé dans le formol, le vitré était extrêmement consistant, comme un vitré d'oiseau. Le formol ne durcissant pas le vitré filant de l'homme, il est vraisemblable que cette consistance ferme du vitré est l'état normal chez *Megaptera*.

Rétine (Pl. IX, fig. 4). — Système vasculaire complet, à vaisseaux radiés; mais en divers points de la rétine, on trouve des veinules ou des capillaires à trajet extrêmement sinueux et vraiment serpentiforme.

Étant donné le mauvais état de conservation histologique des rétines examinées, le seul détail que l'on puisse affirmer est le volume considérable et le petit nombre des cellules ganglionnaires sur une surface donnée.

Nerf optique. — Sa section est circulaire et son diamètre de 6 millimètres. Sa structure présente exactement les caractères habituels aux Mammifères. Une gaine pie-mérienne envoie dans l'intérieur du nerf des cloisons conjonctives qui le divisent en fascicules. Il y a des vaisseaux centraux, une gaine névroglie sous-pie-mérienne, de nombreux noyaux de la névroglie dans l'intérieur des faisceaux. Il est impossible de se prononcer sur le diamètre des fibres à cause de leur mauvaise conservation. Il y a une gaine arachnoïdienne et une gaine durale, celle-ci directement plongée dans le tissu fibro-adiposo-vasculaire de l'énorme gaine supplémentaire, analogue à celle du Cachalot.

BALEINOPTÈRES

(Pl. IX fig. 3).

Balaenoptera borealis (LESSON). — Nous n'avons pas les dimensions extérieures du globe qui était plus volumineux que ceux de *Megaptera boops*.

Iris. — Extrêmement mince à la périphérie, très pigmenté. Les vaisseaux et les nerfs situés au-devant de l'iris sont entièrement libres (en pont) ou rattachés par un étroit mésos au tissu irien. Le sphincter a près de la moitié de la largeur totale de l'iris. Il est un peu plus large en haut qu'en bas.

Le corps ciliaire est assez développé, il est constitué par deux zones ou bourrelets concentriques dont le postérieur recouvre en partie l'antérieur. Le bourrelet postérieur est peu pigmenté, presque blanc par endroit. La couche épithéliale profonde ne montre alors que çà et là quelques grains pigmentaires. Le bourrelet antérieur est au contraire toujours pourvu d'un épithélium très pigmenté. La tête des procès atteint environ le quart périphérique de l'iris. Le muscle ciliaire est représenté par quelques faisceaux dissociés, plus nets que chez *Megaptera boops*.

Les trabécules de l'espace de Fontana sont plus développés que chez *Megaptera* et le ligament pectiné également plus fort. La choroïde et son tapis fibreux nous ont paru identiques.

Cristallin. — Son diamètre transversal est de 16 mm., son diamètre antéro-postérieur de 14 mm. Dans toute sa partie centrale sa courbure antérieure coïncide avec un cercle

de 9 millimètres de rayon. La courbure postérieure est la même. La cristalloïde antérieure est épaisse, à peu près comme celle du cheval.

La zonule ne diffère pas de celle du *Megaptera*.

Les cellules ganglionnaires de la rétine sont peut-être encore plus disséminées que chez cette dernière espèce.

Le nerf optique par sa structure des gaines pie-mérienne, arachnoïdienne et durale, et enfin par son énorme gaine supplémentaire ne diffère pas des parties correspondantes chez *Megaptera*.

Parmi les yeux de Baleines qui nous ont été donnés par M. BESNARD (pêches de M. CHRISTENSEN dans l'Antarctique) figuraient deux paires de globes particulièrement volumineux, et dont l'une était attribuée à *Balaenoptera Sibbaldi*, l'autre à *Balaenoptera musculus*. Or ce sont là deux noms différents du même animal. Leur état de conservation ne permettant pas l'étude histologique, nous nous bornerons à en donner les dimensions et le poids, en conservant à chacun la dénomination incertaine qui le distingue de l'autre.

Balaenoptera Sibbaldi GRAY. — Poids du globe oculaire, conservé dans l'eau formolée, entièrement débarrassé de ses muscles, le nerf optique et sa gaine supplémentaire coupés au ras de la sclérotique : 925 gr.

Dimensions extérieures : Diamètre transversal, 13 cent.; diamètre vertical, 12 cent.; diamètre antéro-postérieur, 11 cent.

Cornée. — Diamètre vertical, 32 mm.; diamètre horizontal, 48 mm.

L'insertion de la gaine supplémentaire du nerf optique à la sclérotique a la forme d'un ovale transversal large de 75 mm., haut de 56 mm. Elle circonscrit un tissu essentiellement formé d'un lacis vasculaire. Le diamètre du tronc du nerf optique est de 6,5 mm.

Balaenoptera musculus L. — Les deux globes attribués à cette espèce n'appartenaient certainement pas au même animal, étant de taille un peu différente et de conservation inégale. Ils pesaient « l'un dans l'autre » 812 gr. 50.

Globe A : Diamètre horizontal.....	132 mm.
— vertical.....	117 mm.
— antéro-post.....	105 mm.
Globe B : Diamètre horizontal.....	120 mm.
— vertical.....	110 mm.
— antéro-post.....	92 mm.
Cornée : Diamètre vertical.....	31 mm.
— transversal.....	51 mm.

V

MUSCLES EXTRINSÈQUES DE L'ŒIL DES CÉTACÉS

BEAUREGARD et BOULART ont décrit chez *B. musculus* « un plexus veineux particulièrement riche, plongé dans une couche adipeuse épaisse qu'enveloppe le muscle choanoïde. Le plexus veineux forme manchon autour de ce muscle, d'une façon moins continue, peut-être, sur les côtés. Les vaisseaux qui le forment sont très flexueux, pelotonnés par place sur eux-mêmes et fréquemment anastomosés. Ce réseau est en majeure partie constitué par des veines scléroticales et des branches musculaires ».

Les globes oculaires de Baleines que nous avons pu étudier étaient tous dépouillés de leurs muscles, à l'exception de ceux de *Balaenoptera borealis* auxquels adhéraient encore d'énormes moignons musculaires, *moles musculorum motoriorum enormis* (SOEMMERING), mais ils ne se prêtaient pas à une étude suffisante et, sur ce point, nous nous contenterons de résumer ce qu'en dit PÜTTER dans l'ouvrage déjà cité. Outre les quatre muscles droits et les deux obliques, on trouve un muscle palpébral et des muscles rétracteurs du globe puissamment développés, tout cela malgré l'immobilité du globe et des paupières. Mais les muscles droits sont extrêmement faibles, ils accompagnent les muscles palpébraux et n'envoient au bulbe que des expansions tendineuses minces. Les muscles rétracteurs sont puissants et s'attachent par des fibres musculaires à une grande étendue du segment postérieur du globe. Leur axe de traction coïncide avec la gaine supplémentaire (*gaine colonne*) du nerf optique, qui paraît tout à fait incapable de subir un raccourcissement. Ces muscles, d'après WEBER, atteignent le volume du grand fessier de l'Homme.

Inutiles pour le mouvement et cependant non atrophiés, ces muscles pourraient avoir une action thermogène. Il faut rappeler ici que la conductibilité thermique de l'air étant de 0.003 celle de l'eau est de 0.09. La réfrigération est donc beaucoup plus rapide et intense dans l'eau que dans l'air. La cornée qui touche directement l'eau et n'est pas adossée, comme la peau, à une épaisse couche de graisse, doit avoir besoin d'une autre protection contre le refroidissement. Elle peut la trouver dans un « tremblement » des muscles oculaires, favorisé par la fixité de leurs deux insertions qui, sans doute, les mettent dans une meilleure condition pour produire ainsi de la chaleur que ne le sont les muscles des membres des animaux terrestres, qui « tremblent de froid » pour se réchauffer.

L'ouverture palpébrale des Baleines est petite et immobile, elle encadre une cornée pareillement immobile. La paupière supérieure est large, l'inférieure étroite, disposition qui augmente l'étendue du champ visuel inférieur aux dépens du champ supérieur.

L'appareil glandulaire de l'œil des Baleines est extraordinairement développé. Il y a, topographiquement, une glande lacrymale et une glande de Harder; mais aucune glande ne sécrète des larmes. La glande « lacrymale » donne une sécrétion grasse, comme la glande de Harder, sécrétion qui protège la cornée et la conjonctive contre l'eau de mer.

Les Cétacés n'ont pas de voies lacrymales.

VI

ANATOMIE COMPARÉE

Les dimensions de l'œil comparées à celles du corps chez les petits et les grands Cétacés.

« *Magnitudo oculorum est fere in ratione inversa animalium. Balaenae, Rhinoceroti, Elephanto, parvi sunt oculi.* »

HALLER, E! Phys. 4. XVI.

On ne peut guère comparer les volumes. Celui de l'œil est évidemment facile à mesurer par la quantité d'eau qu'il déplace, mais il n'en est généralement pas de même de celui du corps. Nous sommes donc conduits à comparer la longueur du corps généralement connue, à l'une des dimensions linéaires de l'œil. La plus représentative, parce qu'elle a une valeur fonctionnelle facile à saisir, c'est la longueur de l'axe antéro-postérieur physiologique, mesuré, sur une coupe axiale du globe, de l'épithélium cornéen à l'épithélium rétinien. Cette longueur est, en effet, le principal facteur de la grandeur des images rétinienues et, par conséquent, de l'acuité visuelle, compte tenu des qualités de structure de la rétine qui analyse ces images.

En appliquant cette méthode à l'œil humain nous trouvons que la longueur de son axe physiologique est de 24 mm., et celle du corps étant évaluée à 1 m. 65 le rapport des deux longueurs est de 1/70. Chez le Dauphin (*D. delphis*) qui a 20 mm. d'axe oculaire et 1 m. 60 de taille (chez le sujet examiné), le rapport est de 1/80. Chez le Marsouin (*Phocaena phocaena*) — 19 mm. et 1 m. 60 — il est de 1/84. Ces chiffres sont simplement représentatifs. Comme tant de chiffres en biologie, ils n'ont que l'apparence de la précision absolue puisque l'on trouverait des rapports un peu différents pour un homme de 1 m. 90 et un dauphin de 2 m., dont l'œil n'aurait certainement pas grandi dans les mêmes proportions que le corps.

Quoi qu'il en soit, les dimensions relatives de l'œil au corps chez les petits Cétacés ne diffèrent guère de ce que nous voyons chez l'Homme, le Chien, le Cheval, etc... Le Plataniste du Gange fait exception par des yeux réduits à la façon de ceux des Taupes.

Mais chez les grands Cétacés nous trouvons des rapports de grandeur de l'œil au corps qui accusent une extrême petitesse relative de l'œil. Un Cachalot long de 15 à 18 m. n'a que 26 mm. de longueur d'axe intérieur de l'œil, ce qui donne le rapport de 1/600. Chez *Balaena mysticetus*, nous trouvons également 1/600; chez *Megaptera boops* 1/350; chez *Balaenoptera physalus* 1/440.

Si maintenant nous considérons des Cétacés de moyenne taille nous trouvons de moins grandes différences de dimensions entre l'œil et le corps, nous nous rapprochons du cas des petits Cétacés et de beaucoup de Mammifères terrestres. C'est ainsi que *Hyperoodon rostratus*, avec 9 m. de longueur et 29 mm. d'axe oculaire (chiffre emprunté à PÜTTER), montre un rapport qui est en chiffres ronds de 1/300 et chez *Delphinapterus leucas*, long de 4 à 5 m. avec une longueur d'axe oculaire égale, aussi, à 9 mm. (PÜTTER), un rapport de 1/150 environ.

Ainsi l'œil des Cétacés ne grandit pas en proportion de l'accroissement du corps, celui-ci devient gigantesque tandis que les dimensions de l'œil n'augmentent que très faiblement.

Les grands Cétacés sont microphthalmes par gigantisme du corps.

Tout autre est la microphthalmie de la Taupe, de *Spalax typhlus*, de *Notoryctes typhlops*, etc... chez lesquels le développement de l'œil est incomplet, dévié, le cristallin demeurant formé de cellules qui n'ont pu devenir des fibres, le vitré embryonnaire et vasculaire, etc... L'œil est resté en route dans un organisme de développement normal.

Chez les grands Cétacés toutes les parties de l'œil sont parfaitement développées, les tissus adultes. Mais les faibles dimensions de l'œil, relativement au corps, et celles par conséquent des images rétinienne ne sont pas compensées par une multiplication proportionnelle des éléments visuels.

Les cellules ganglionnaires de la rétine et par conséquent les fibres du nerf optique, qui en émanent, restent peu nombreuses, l'acuité visuelle en rapport avec la petitesse relative des images de la rétine n'est pas relevée par la faible capacité d'analyse d'une rétine à éléments dispersés.

L'épaisseur relative de la Sclérotique chez les Cétacés.

L'épaississement de la sclérotique au pôle postérieur de l'œil des Cétacés est un phénomène parallèle à l'augmentation de volume du corps par rapport à celui de l'œil. En d'autres termes, des petits aux grands Cétacés l'épaisseur de la sclérotique va en augmentant par rapport à la longueur de l'axe oculaire.

Chez le Marsouin (*Phocaena phocaena*) l'épaisseur de la sclérotique au pôle postérieur de l'œil est le $\frac{1}{7}$ de la longueur de l'axe oculaire. Elle est de $\frac{1}{5}$ chez le Dauphin commun, et de $\frac{1}{2}$ chez *Delphinapterus leucas* et *Hyperoodon rostratus*, d'après les dessins de PÜTTER. Enfin chez les Baleines et le Cachalot, l'épaisseur de la sclérotique au pôle postérieur atteint les $\frac{3}{4}$ de la longueur de l'axe oculaire.

Cette accumulation de tissus au pôle postérieur de l'œil et en apparence bien au-delà du nécessaire serait-elle une sorte de gigantisme local, une expression locale des phénomènes nutritifs et du métabolisme qui ont créé le gigantisme du corps des grands Cétacés? Quoi qu'il en soit l'hypertrophie sclérale n'est peut-être pas sans utilité. L'énorme gaine supplémentaire du nerf optique, rigide et par sa constitution fibreuse et par la réplétion des vaisseaux qu'elle contient, cette gaine qui empêche les mouvements de l'œil, s'oppose aussi au refoulement du globe dans l'orbite sous la pression de la plongée. Mais si elle était mince la sclérotique qui s'appuie sur cette gaine rigide pourrait alors se déprimer ou éclater. Rien de pareil à craindre avec une sclérotique de 3 cm. d'épaisseur. L'hypertrophie sclérale est donc peut-être en rapport avec la résistance nécessaire aux parois d'un globe oculaire que les plongées de l'animal appliquent sous forte pression sur la colonne rigide constituée par la gaine supplémentaire du nerf optique.

Ajoutons enfin que tout gigantisme exclut des parties faibles qui seraient écrasées par l'effort ou le poids des parties voisines. C'est pour cela sans doute que, chez l'Éléphant

dont le globe oculaire ne subit que la pression de l'air extérieur, il existe, comme chez les Cétacés, mais à un degré moindre, une gaine supplémentaire du nerf optique (Pl. XII). Sans doute est-elle beaucoup moins épaisse et moins consistante que celle des Cétacés. Mais enfin elle entoure le nerf optique d'une cuirasse résistante. Et cela sans doute pour protéger le nerf contre la pression et traction des muscles oculaires dont la masse, dit SOEMMERING, « est stupéfiante chez l'Éléphant et plus en rapport avec la masse du corps qu'avec celle de l'œil... qui n'est pas plus gros que celui d'un veau... la sclérotique est épaisse plus qu'en aucun autre animal terrestre... son épaisseur n'est dépassée que par la sclérotique de la Baleine... ».

Chez un Hippopotame femelle, mort au Jardin des Plantes, dont nous devons les globes oculaires à l'obligeance du Professeur ANTHONY, nous avons constaté une gaine supplémentaire du nerf optique analogue à celle de l'Éléphant.

Rapport entre l'étendue de la cornée et les dimensions du globe oculaire.

Chez les animaux, dont l'œil est à peu près sphérique, par exemple l'homme, les Carnassiers, etc... il est facile de mesurer sur une coupe verticale ou horizontale — coupe dont le profil est à peu près circulaire — la valeur angulaire de la cornée transparente par rapport à la sclérotique opaque. C'est ainsi que la valeur angulaire de la cornée du Chien est d'environ 130° , celle du Chat d'environ 140° . Ce qui signifie que sur les 360° que mesure le cercle dessiné par la coupe du globe, 130° ou 140° appartiennent à la partie transparente et 230° ou 220° à la partie opaque.

Mais sur les yeux dont la cavité intérieure est aplatie en arrière, ce qui est le cas des Ongulés et surtout des Cétacés, les coupes ne sont plus circulaires et la mesure du rapport d'étendue de la cornée à la sclérotique ne donne pas des résultats superposables à ceux des yeux sphériques. On peut alors user d'un autre mode de comparaison qui, tout imparfait qu'il soit, fournit cependant des renseignements utiles. On rapproche la largeur de la cornée, qui est fonctionnellement l'ouverture optique de l'œil, et la longueur de l'axe antéro-postérieur qui est l'une des dimensions physiologiques les plus importantes, l'élément principal de la grandeur des images rétinienne.

Chez le Chat nous trouvons en moyenne 16 mm. de largeur de la cornée à sa base (ouverture optique de l'œil) et 20 mm. de longueur de l'axe optique, mesuré de la cornée à la rétine au pôle postérieur. Chez le Chien, et suivant la taille de l'animal, nous trouvons de 13 à 19 mm. d'ouverture optique pour 19 à 21 mm. de longueur d'axe. Le Chat a donc absolument et proportionnellement une plus grande cornée que le Chien.

Chez le Cheval nous trouvons 25 à 29 mm. de largeur cornéenne, suivant que la coupe est verticale ou horizontale, pour 40 mm. de longueur d'axe.

Chez le Bœuf sur les coupes verticales : 24 mm. d'ouverture cornéenne pour 33 mm. de longueur d'axe. Le Bœuf a donc une cornée un peu plus petite absolument, mais proportionnellement à la longueur d'axe (et au volume total du globe) un peu plus grande que celle du Cheval.

Chez *Megaptera boops* la cornée a un diamètre horizontal de 34 mm. pour une longueur

d'axe d'environ 40 mm. Elle est donc par rapport à la profondeur de l'œil plus grande que celle du Cheval, alors que le volume total du globe augmenté par l'énorme épaisseur de la sclérotique la fait paraître proportionnellement plus petite.

Rapport de grandeur entre les deux segments de l'œil chez les Cétacés et les Ongulés.

L'ora serrata de la rétine est la limite qui sépare le segment antérieur du segment postérieur. En joignant, sur une coupe, les deux bords de l'ora serrata par une ligne droite, on peut chiffrer exactement le rapport de longueur entre les deux segments. Chez *Megaptera boops* la distance entre le sommet de la cornée et la ligne ainsi tracée est de 10 mm.; celle qui sépare la même ligne de la rétine au pôle postérieur est de 30 mm. Chez le Marsouin et le Dauphin les proportions sont les mêmes. Mais chez le Cheval, dont la longueur d'axe oculaire est à peu près la même que celle de la Baleine, soit 40 mm., 16 mm. appartiennent au segment antérieur et 24 mm. au postérieur. On évalue donc ainsi exactement la valeur de l'aplatissement du segment antérieur des Ongulés aux Cétacés. Chez ces derniers, la modification de formes qui en résulte est telle que le bord antérieur de la rétine s'infléchit en arrière et paraît ainsi échapper à toute image nette, sinon à toute sensation lumineuse.

L'aplatissement du segment antérieur de l'œil des Cétacés, et notamment de la cornée se fait surtout aux dépens de la profondeur de la chambre antérieure et par conséquent du volume de l'humeur aqueuse. L'iris lui-même subit une certaine réduction de son épaisseur. Tant chez les Mysticètes que chez les Denticètes sa moitié périphérique, en dehors du sphincter, est, comme nous l'avons signalé, extrêmement mince. Les vaisseaux, organes essentiels, ont persisté, mais persistent presque seuls, et le tissu qui les entoure dans l'œil du Bœuf ou du Cheval par exemple, n'existe pas, les laissant saillir à la surface d'une membrane irienne très amincie. Le ligament pectiné très puissant chez le Bœuf, le Cheval, etc... n'est représenté chez tous les Cétacés, petits ou grands, que par des trabécules minces et rares. Son volume donc a beaucoup diminué, bien que le sphincter pupillaire, dont il est souvent considéré comme le tendon d'arrêt, soit très développé chez tous les Cétacés.

VII

RÉFRACTION

L'œil des Cétacés a de grandes affinités avec celui des Ongulés. SOEMMERING remarquait déjà que l'œil de la Baleine ressemblait surtout à celui du Bœuf. Il y a là sans doute un héritage plus ou moins indirect et, quoi qu'il en soit, c'est à l'œil terrestre qui lui ressemble le plus qu'il convient de comparer l'œil aquatique des Cétacés.

L'œil du Bœuf est approximativement emmétrope. Sa rétine reçoit des images à peu près nettes, un peu altérées cependant par l'astigmatisme cornéen qui paraît constant, le méridien vertical de la cornée étant un peu plus courbe que l'horizontal. Chez le Bœuf, la cornée est fortement convexe, le cristallin nettement lenticulaire avec une surface antérieure beaucoup moins convexe que la postérieure. Chez la Baleine, la cornée est aplatie

et cela surtout pour des causes mécaniques : la pression de l'eau, particulièrement dans la nage rapide qui nivelle, en quelque sorte, les parties saillantes. Elle est du reste fortement astigmatique. Le cristallin, sans être sphérique, est presque aussi convexe en avant qu'en arrière; il a donc une puissance de réfraction très supérieure à celle des cristallins des animaux terrestres, ce qui compense l'annulation optique de la cornée dans l'eau. Et sa réfringence sans égaler celle du cristallin des Poissons, dépasse celle des lentilles à vision aérienne.

D'après MATTHIESSEN, auquel nous devons toutes ces mesures, la Baleine serait, dans l'eau, légèrement hypermétrope et dans l'air serait affectée d'un fort astigmatisme myopique dû à l'asymétrie des courbures verticale et horizontale de sa cornée. Mais nous savons que la position de cet œil au-dessous du niveau des événements le laisse généralement immergé et ne lui permet guère que la vision dans l'eau. AMUNDSEN a vu cependant des Orques lever la tête hors de l'eau pour tâcher d'apercevoir ses Chiens sur le bord de la banquise; mais voir à quelques mètres un Chien qui sans doute ne reste guère immobile, cela ne demande qu'une vision rudimentaire, guère autre chose que la perception des mouvements.

Et nous continuons à penser que lorsqu'une rétine est aussi peu construite pour une fine analyse des formes que celle des Baleines, l'exactitude de la réfraction n'est pas réclamée, ni réalisée.

VIII

L'ŒIL DES CÉTACÉS ET CELUI DES PINNIPÈDES

L'œil des Cétacés ne ressemble pas à celui des autres Mammifères aquatiques, c'est-à-dire, essentiellement, des Pinnipèdes, et ressemble au contraire à celui des Ongulés. Avant d'en établir le détail, rappelons qu'il y a un œil des Cétacés, et non pas un œil des Denticètes et un œil des Mysticètes. Si nous exceptons les Cétacés à yeux rudimentaires, et notamment le Plataniste du Gange, les différences entre les divers Cétacés portent surtout sur les rapports de grandeur de l'œil au corps. Les deux extrêmes doivent se trouver l'un et l'autre chez les Denticètes parmi lesquels le Marsouin a le rapport 1/80 et le Cachalot le rapport 1/600.

Les Carnassiers aquatiques, Otaries et Phoques, dont on peut à ce point de vue rapprocher la Loutre, ont des yeux tout différents de ceux des Cétacés. Leur globe oculaire est volumineux par rapport au corps, il est sphéroïdal et non pas aplati en avant et en arrière, sa cornée est presque aussi convexe que celle des Carnassiers terrestres et, vue de face, à peu près circulaire et non pas ovale transversalement. La chambre antérieure est aussi profonde. L'iris est particulièrement musclé. A la région pupillaire de son sphincter, analogue à celle des terrestres, fait suite un épaissement qui correspond à la périphérie de la face antérieure du cristallin et constitue un anneau musculaire, *compressor lentis*. Sa contraction a pour effet de faire saillir le centre du cristallin dans la pupille (ainsi que C. HESS l'a montré chez le Cormoran) et de compenser par cette hypercourbure de la lentille l'annulation optique de la cornée dans l'eau. Les procès

ciliaires, le muscle ciliaire sont également très développés et semblables à ceux des Carnassiers terrestres.

Le cristallin est presque sphérique ; il est donc plus convexe encore que celui de la plupart des Cétacés. Le tapis choroïdien a exactement le même aspect que celui des Carnassiers terrestres. Au microscope, il se montre formé non pas de lames de substance collagène comme chez les Cétacés et les Ongulés, mais de grandes cellules à protoplasme clair. La constitution cellulaire apparaît fort bien sur les yeux qui ont subi un début d'altération cadavérique : les cellules se décollent les unes des autres et révèlent leur individualité. Rien de pareil dans le tapis fibreux des Cétacés ni des Ongulés.

Quelques particularités que, jusqu'à nouvel ordre, nous considérons, comme adaptatives, sont cependant communes à l'œil des Cétacés et à celui des Pinnipèdes. Ce sont : 1^o la tendance à l'état sphéroïdal du cristallin ; 2^o un épaississement relatif de la sclérotique au pôle postérieur ; 3^o la richesse vasculaire de leur choroïde, qui forme un coussin plus épais que celui des Carnassiers terrestres, et montre ainsi un caractère commun à presque tous les Vertébrés aquatiques.

La plupart des Pinnipèdes chassent le poisson dans l'eau et le poursuivent les yeux ouverts (PORTIER). Une vision suffisamment nette à une certaine distance leur est nécessaire et leur œil avec son puissant appareil accommodateur, anneau musculaire irien *compressor lentis*, sa rétine plus riche en éléments visuels que celle des Cétacés, paraît disposée pour cela.

C'est dans l'eau que la vision des Pinnipèdes leur est sans doute le plus nécessaire pour la poursuite de leurs proies rapides. Mais quand leur tête émerge et que leurs narines s'ouvrent pour aspirer l'air, leur œil est au-dessus de l'eau et voit à l'air libre. Au contraire quand l'évent des Cétacés émerge, leur œil reste sous l'eau : il a renoncé à la vision aérienne.

IX

L'ŒIL DES CÉTACÉS ET CELUI DES ONGULÉS

L'œil des Cétacés ressemble surtout à celui des Ruminants et des Solipèdes, principalement représentés pour nous par le Bœuf et le Cheval. C'est à l'œil du Bœuf que SOEMMERING comparait, de préférence, l'œil de la Baleine. La large pigmentation péri-cornéenne, la cornée et la pupille ovales transversalement font ressembler l'œil de la Baleine, vu de face, à un œil de Bœuf ou de Cheval qui aurait acquis des dimensions énormes. Le bord supérieur de sa pupille quelquefois légèrement convexe, onduleux, épaissi sur les coupes rappelle les efflorescences pigmentaires en ce même point, les « grains de suie » du Cheval, de beaucoup de Ruminants (Chameau, etc...) et que l'on retrouverait du reste, bien développés, chez le Narval. Nous avons signalé l'opercule de la pupille du Dauphin, dont la contraction échancre le bord supérieur de l'orifice en lui donnant la forme d'un croissant ouvert en haut. Mais il s'agit là d'une disposition différente, musculaire et non simplement uvéale.

Sur les coupes d'ensemble, l'aplatissement de la cornée, l'amincissement périphérique du stroma irien et la mise en saillie consécutive des vaisseaux, la maigreur du ligament pectiné, créent une différence d'aspect entre l'œil de Baleine et celui du Bœuf ou du Cheval. Mais l'aspect « mousseux » des procès ciliaires déterminé par les bosselures et les sillons qui marquent leur surface, aspect qui est semblable chez les Cétacés et les Ongulés, fait repaître leurs analogies fondamentales et les différencie au contraire les uns et les autres des Carnassiers dont les procès ciliaires sont des lames plates et minces, rappelant les lamelles que l'on voit sous le chapeau de certains champignons.

Le tapis choroïdien des Cétacés, l'organe réflecteur du fond de l'œil, est, nous l'avons dit, plus étendu que celui des animaux terrestres, quel que soit l'ordre auquel ils appartiennent. Mais ce n'est là qu'un caractère secondaire et relatif. Nous avons signalé un caractère essentiel en parlant du tapis des Carnivores terrestres ou aquatiques chez lesquels il est constitué par des cellules, tandis qu'il est formé de lames collagènes chez les Cétacés tout comme chez les Ongulés. Un caractère fondamental commun se retrouve donc chez ces deux ordres de Mammifères.

La vascularisation rétinienne est complète chez les Cétacés et les Ruminants, comme du reste chez les Carnivores ; chez les premiers la distribution des vaisseaux est, en quelque sorte, simplifiée. Ils sont en général disposés radiairement de la papille à l'ora serrata. Chez les Ruminants toute l'étendue de la rétine est également vascularisée. Mais la disposition n'est plus radiaire. Elle est composée dans l'ensemble de vaisseaux s'arborisant transversalement, et laissant, au-dessus de la papille, une bande horizontale de rétine à peu près invasculaire et qui correspond à l'area transversale en strie de Chiéwitz. Pareille différenciation rétinienne ne paraît pas exister chez les grands Cétacés. Mais chez un embryon de Dauphin PÜTTER a constaté la présence d'un épaissement latéral de la rétine, qu'il considère comme étant une area.

L'œil du Cheval qui, avec un volume un peu supérieur, ressemble tant à l'œil du Bœuf, en diffère profondément par sa circulation rétinienne. Elle y est réduite à la vascularisation d'une étroite zone péripapillaire, tandis que chez le Bœuf elle s'étend jusqu'à l'ora serrata. Lindsay JOHNSON, dans ses intéressantes études d'ophtalmoscopie comparée, a constaté, non seulement chez le Zèbre de BürcHELL, mais encore chez les autres Périssodactyles cette même réduction de la vascularisation rétinienne. Il a vu et figuré, chez le Rhinocéros, un disque papillaire blanc, invasculaire, sur fond chocolat, et chez le Tapir américain, une papille blanche à vaisseaux minimes, et un tapis.

Au point de vue de la vascularisation rétinienne c'est donc de l'œil des Ruminants et non de celui, très voisin d'autre part, des Périssodactyles, que se rapproche le plus l'œil des Cétacés.

Comme celle des Périssodactyles la vascularisation rétinienne de l'Éléphant est réduite à quelques anses capillaires et veineuses sur la papille et dans son voisinage immédiat. Il existe un tapis fibreux. J'ai fait ces dernières constatations sur les yeux d'un éléphant d'Indochine mort au Muséum en 1931 et que je dois à l'obligeance du Professeur ANTHONY.

Il n'y a du reste aucune corrélation nécessaire entre la présence du tapis et le degré de vascularisation rétinienne. Les Porcins ont des rétines à vascularisation complète et pas

de tapis. Leur voisin l'Hippopotame a également une vascularisation complète, mais il a un tapis.

D'autre part le tapis existe sans vaisseaux rétiens chez les Chevaux et le Tapir, tandis qu'il manquerait chez le Rhinocéros, dont la rétine paraît tout à fait privée de vaisseaux (Lindsay JOHNSON).

Il semble donc que les affinités des yeux des différentes espèces doivent être recherchées dans l'ensemble plutôt que dans les détails.

X

PHYSIOLOGIE COMPARÉE

Chez des Amphibies de diverses classes, par exemple la Grenouille, le Crocodile, l'Hippopotame, la narine, l'œil et l'oreille sont plus ou moins saillants et alignés sur le plan de flottaison, et ces divers animaux, avec un minimum d'émergence à la surface de l'eau, peuvent respirer (et sentir), voir et entendre. Il en est de même des Pinnipèdes, mais certainement pas des Cétacés dont l'évent s'ouvre au sommet du crâne tandis que l'œil est situé beaucoup plus bas vers la commissure buccale. Cet œil est donc généralement immergé, les Cétacés ont en quelque sorte renoncé à voir à l'air libre, leur vision est aquatique et le segment antérieur de leur œil est aplati comme celui des Poissons. La Grenouille, le Crocodile, l'Hippopotame et les Pinnipèdes ont au contraire conservé la cornée fortement convexe de l'œil à vision aérienne. Par suite de l'annulation optique de la cornée dans l'eau, l'aplatissement de celle des Cétacés est sans influence sur leur vision et paraît résulter uniquement de la pression du milieu où l'œil fonctionne. Avec son cristallin fortement bombé et d'un indice un peu supérieur à celui des Mammifères terrestres l'œil de la Baleine est, suivant MATTHIESSEN, légèrement hypermétrope dans l'eau. La question de la vision dans l'eau est d'ailleurs fort complexe puisque les Poissons sont fortement hypermétropes dans ce milieu. Ils possèdent, il est vrai, en général, une accommodation qui fait défaut aux Cétacés.

Nous avons déjà parlé des autres caractères d'adaptation de l'œil des Cétacés au milieu aquatique, notamment à la pression de l'eau. Ils sont représentés essentiellement par la richesse vasculaire de l'iris, l'épaisseur de la choroïde, la gaine supplémentaire, fibro-vasculaire, du nerf optique et l'épaisseur de la sclérotique au pôle postérieur de l'œil.

Bien que PÜTTER ait considéré comme une area un épaississement qu'il a constaté dans la région latérale de la rétine d'un fœtus de Dauphin, la rétine des Cétacés ne paraît pas pourvue de parties différenciées pour une meilleure acuité visuelle. Vraisemblablement réduite à des cellules visuelles à bâtonnets, la rétine des Cétacés est encore au dessous par sa structure et par sa fonction des régions périphériques de la rétine humaine où les bâtonnets, prépondérants, sont cependant entremêlés d'un certain nombre de cônes. Les cellules ganglionnaires de la rétine des Cétacés, volumineuses et disséminées, ont bien le caractère des ganglionnaires à bâtonnets dont chacune totalise un grand nombre de ces éléments. C'est là une disposition structurale qui ne diminue ni la sensibilité lumineuse, ni même

la perception des mouvements, mais qui ne permet aucune acuité visuelle proprement dite; tout au plus la distinction des gros objets.

Cependant si les Baleines paraissent pouvoir se passer de leurs yeux dans la recherche de leur nourriture, il n'en est certainement pas de même des Marsouins, Dauphins, chasseurs de sardines et autres petits poissons de surface. Mais pour cette chasse leur faut-il autre chose que voir des objets brillants en fuite rapide? Font-ils autre chose que le Brochet se précipitant sur la cuiller qui brille et agit sur lui comme un poisson en fuite?

Nous ignorons encore si les Cétacés possèdent le pourpre rétinien qui appartient aux rétines à bâtonnets et paraît être un sensibilisateur à la lumière, un facteur de sensibilité lumineuse. Mais tous possèdent un tapis réflecteur, particulièrement étendu. Les fonctions du tapis sont encore très imparfaitement connues; il réfléchit évidemment les lumières faibles qui sont absorbées par le pigment noir de la chorio-rétine quand le tapis fait défaut; il procure ainsi un éclairage diffus du fond de l'œil dans les conditions de faible lumière extérieure et permet sans doute d'utiliser des traces de lumière pour une vision indistincte.

La lumière extérieure se perd progressivement et rapidement dans la profondeur des eaux. Elle persiste cependant plus longtemps qu'on ne le croyait tout récemment encore. Dans sa sphère métallique William BEEBE, descendu à 900 mètres de profondeur dans la mer, a montré qu'à 150 mètres les radiations rouges sont complètement absorbées et qu'il reste 20 % de vert et 80 % de pourpre et de violet. A 300 mètres, la luminosité est devenue très faible pour l'œil humain, qui à 500 mètres ne perçoit plus la moindre trace de lumière¹. Si la Baleine ne descend qu'à 100 ou même 200 m. de profondeur, son œil peut donc avoir encore quelque utilité, à supposer qu'il utilise suffisamment les radiations les plus réfrangibles du spectre. C'est là une fonction généralement attribuée aux rétines à bâtonnets et à pourpre.

Le petit œil des grands Cétacés, qui a gardé des milieux si transparents et des tissus si complètement évolués, a certainement conservé une vision aquatique utile sinon prépondérante dans la vie de l'animal. Il est vraisemblablement très sensible à la lumière, capable de voir les petits objets en mouvement et les gros obstacles immobiles. Tout cela sans doute bien imparfaitement puisqu'il est privé d'accommodation. La vision binoculaire doit être singulièrement gênée par l'écartement des yeux et reportée à une assez grande distance au-devant de l'animal. Mais pour ne pas croire la Baleine désarmée en ce qui concerne la vue, il suffit de se rappeler quelles sont encore les possibilités visuelles d'un borgne qui a perdu la vision centrale par suite d'une lésion de la fovea : il a conservé toute sa sensibilité lumineuse, toute la faculté de distinguer les objets clairs des objets obscurs; il se dirige parfaitement, peut faire des travaux grossiers, et pour beaucoup de choses se passer de l'assistance de ses semblables. Mais l'homme aveugle et seul serait condamné à mort.

Que deviennent les Baleines aveugles? Nous n'avons trouvé aucun renseignement à ce sujet. Nous savons, d'après BEALE, que les Cachalots aveugles se nourrissent aussi bien que les autres. Peut-être sont-ils attaqués par leurs terribles proies et peut-être est-ce l'œil des grands Calmars qui sert d'intermédiaire entre les deux adversaires.

1. PORTIER, *op. cit.*

Parmi les sensations particulières que la vie aquatique a pu développer chez les Cétacés, PÜTTER suppose un « sens de pressions » et croit avoir découvert « un nouvel organe sensoriel dans l'œil des Denticètes ». Il ne le décrit du reste que chez l'Hyperoodon. « Dans le corps ciliaire de l'Hyperoodon, près de l'angle de l'iris dans la partie inférieure du globe, PÜTTER a trouvé dans les coupes microscopiques, un petit organe, en forme de gastrula allongée, constitué par une membrane analogue à la rétine, mais avec des éléments terminaux tournés en dedans et non pas en dehors, comme dans la rétine. Il n'y a pas de couches nerveuses. L'organe ne paraît donc pas en rapport avec le nerf optique. Il le serait peut-être avec les nerfs ciliaires. PÜTTER n'a pas retrouvé cet organe chez *Phocaena*, ni chez *Delphinapterus*. Mais il en a retrouvé une phase de développement, située au même point déclive dans les embryons de « Weisswal ». Elle consiste en une évagination de la rétine embryonnaire, correspondant, à l'extérieur, à une ectasie de la rétine. Mais sur l'organe adulte les éléments terminaux (bâtonnets) sont en dedans alors qu'avec ce mode de formation ils devraient être en dehors.

« PÜTTER suppose que le tégument des Cétacés formant une véritable cuirasse, la pression subie dans la plongée ne peut se faire sentir qu'au niveau de l'œil, là où la sclérotique est la plus mince... il s'agit bien d'un organe d'un sens ? lequel ? Seule la pression peut être perçue par cet organe. »

C'est là toute la démonstration que donne PÜTTER des fonctions du curieux petit organe qu'il a découvert. Elle est évidemment insuffisante.

C'est également dans le corps ciliaire que siègent les organes tout différents que nous avons constatés chez *Megaptera boops* (Pl. IX, fig. 2 et 4) et dont l'aspect rappelle celui des corpuscules de Pacini. Trop d'éléments nous manquent encore pour que nous fassions la moindre hypothèse à leur égard.

Mais n'ayant jamais constaté ni lu quoi que ce soit sur la présence de corpuscules tactiles dans l'œil d'un Mammifère quelconque, nous avons voulu avoir tout au moins la confirmation de la nature histologique de ces petits organes. Mr. le Professeur CHAMPY auquel nous avons soumis nos préparations les considère comme analogues aux corpuscules de Herbst du bec du Canard, caractérisés par la présence de cellules névrogliales gonflées, épithélioïdes, dans la massue centrale. Ils siègent dans les parties fibreuses, le périoste, le tissu conjonctif sous-cutané et dans le mesentère chez les Mammifères et les Oiseaux. Ils ne sont donc pas en rapport avec l'extérieur et les sensations tactiles proprement dites, mais plutôt avec des sensations de pression transmises de l'extérieur ou de l'intérieur.

Avec l'organe de PÜTTER, avec nos corpuscules ciliaires peut-on croire que l'œil des grands Cétacés, passant au second plan pour la vision, acquerrait des fonctions toutes nouvelles en rapport avec la plongée ?

Nous ne croyons pas que des corpuscules tactiles aient jamais été signalés dans le corps ciliaire d'un Vertébré quelconque. Dans un travail récent (1932) de L. PINES et J. PINSKY sur l'appareil nerveux du corps ciliaire des Mammifères, les auteurs arrivent aux conclusions suivantes : « on peut distinguer dans le corps ciliaire différents appareils nerveux terminaux à la formation desquels participent des fibres à myéline comme aussi des

fibres sans myéline. Tous les nerfs du corps ciliaire arrivent réunis en faisceaux qui émanent d'un réseau nerveux circulaire, le plexus ciliaire, et se terminent comme nous l'avons plus haut décrit en détail aux divers éléments du tissu, en formant un réseau intermusculaire. Il existe en outre des terminaisons nerveuses sensibles, qui, sous forme d'épaississements terminaux fibrillaires en forme de massues, appartiennent à des fibres à myéline épaisses. Elles sont placées à la surface des fibres musculaires ou dans le tissu conjonctif intermusculaire. En outre, les fibres musculaires sont entourées de ramifications péricellulaires dichotomiques, qui proviennent de fibres sans myéline. En ce qui concerne les fibrilles nerveuses motrices, elles pénètrent dans le sarcolemme des cellules musculaires en formant des boucles ou anses terminales à l'intérieur des cellules.

Outre les fibres nerveuses motrices et sensibles, il y a dans le corps ciliaire des nerfs vasculaires. L'appareil sensible serait en rapport avec l'accommodation ou la sécrétion ciliaire. Rien dans tout cela qui ressemble aux corpuscules d'Herbst de *Megaptera boops*.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

On trouvera dans le travail précédemment cité de PÜTTER les indications bibliographiques jusqu'en 1903. Nous y ajouterons :

D. W. SOEMMERING : *de Oculorum Hominis animaliumque sectione horizontali commentatio*. Goettingae, 1818.

COVIER (Frédéric).

BENNET (F.-D.). — Note on the anatomy of the Spermaceti Whale (*Physeter macrocephalus*, Lac.). *Proc. Zool. Soc.*, 1936, IV, pp. 127-129.

A partir de 1903 consulter les ouvrages suivants que M^r le Professeur BOURDELLE a bien voulu nous signaler.

ANTHONY (R.). — Les affinités des Cétacés (*Ann. Inst. Océanographique*, février 1926).

BEAUREGARD (H.) et BOULART (R.). — Recherches anatomiques sur les Balaenidés (*Nouvelles Archives du Mus. Hist. Nat.*, Paris, 1897, vol. IX, p. 95).

BRUNI (A.-C.). — Nuovi appunti sulla struttura del tappeto lucido cellulare (*Monit. Zool. ital.*, Firenze, 1928, pp. 223-232).

HESS (Carl). — Beiträge zur Kenntnis des tapetum lucidum im Säugetierge (*Arch. vergl. Ophtalm.*, Leipzig, 1911, pp. 3-11.)

MANDOUL (H.). — Sur la coloration du tapis des Mammifères (*C. R. Soc. Biol.*, 1906, pp. 522-523).

PINES (L.) et PINSKY (J.). — Ueber die Nervenapparate des corpus ciliare bei Säugetieren (*Anat. Anz.*, Jena, 1932, pp. 160-168).

PORTIER (P.). — Physiologie des animaux marins (Paris, Flammarion, 1939).

RAWITZ (B.). — Literarischer Nachtrag zu « Das Zentralnervensystem der Cetaceen » (*Anat. Anz.*, XXIII, 1903, pp. 285-286).

— *Id.* — Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen : IV Die vordere Hälfte des bulbus oculi von *Phocaena phocaena* und die Iris von *Balaenoptera musculus* (*Intern. Monatschr. Anat.*, Leipzig, 1905, pp. 265-292).

- *Id.* — Ueber den feineren Bau der Haare in *Megaptera* und *Phocaena*. (*Intern. Monatschr. Anat.*, Leipzig, 1906, pp. 19-40.)
- RIESE (W.). — Structure of the Cetacean brain : Ueber die Stammganglien der Wale (*Journ. Psychol. Neurol.*, Leipzig, 1925, pp. 21-28).
- *Id.* — The organs of hearing of the Whales : Ueber den Bau und die Leistungen des akustischen Systems der Wale (*Journ. Psychol. Neurol.*, Leipzig, 1926, pp. 194-201).
- SCHAUDIGEL (O.). — Die Sehorgane der Wirbeltiere (*Ber. Senckenberg. Ges.*, 1903, pp. 187-202).
- SCHMIDT (R.). — Structure de l'œil de *Balaenoptera musculus* : Das Walaugé verglichen mit dem Menschenauge (*Natur. u. Museum*, 1932, pp. 202-204).
- SLIJPER (E.-J.). — A general work on the anatomy, embryology and phylogeny of the Cetacea (*Capita Zool.*, La Haye, 7, 1936, p^t 1, pp. 1-304, p^t 2, pp. 305-590).

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE V

FIG. 1. — Dauphin (*Delphinus delphis*). Coupe horizontale du globe oculaire.

c, la cornée très mince au centre, épaisse à la périphérie. (On remarquera l'anneau pigmenté interstitiel qui la sépare de la sclérotique) ; *i*, l'iris, très mince ; *Cr.*, le cristallin. La masse formée par les fibres est tombée de la coupe ; la cristalloïde dessine très exactement la forme de la lentille ; *p. c.*, les procès ciliaires, très peu saillants ; *o. s.*, l'ora serrata. *Sc.*, la sclérotique, très mince en avant, très épaisse en arrière ; *Ch.*, la choroïde, d'une épaisseur remarquable ; *r.*, la rétine, dont la zone antérieure regarde presque en arrière, comme chez le Marsouin ; *n. o.*, le nerf optique, coupé à peu près suivant son axe ; *g. s.*, la gaine supplémentaire du nerf ; *z.*, la zonule.

FIG. 2. — Dauphin. Coupe verticale à travers la partie supérieure de la cornée et de l'iris.

Sc., la sclérotique ; *ch.*, la choroïde ; *r.*, la rétine ; *o. s.*, l'ora serrata ; *p. c.*, les procès ciliaires, très peu saillants ; *sp.*, bord supérieur du sphincter de l'iris, ici particulièrement large parce que la coupe intéresse l'opercule irien. On remarquera les vaisseaux qui forment pont au devant de l'iris ; *e. p.*, la zone pigmentaire, limbique, de l'épithélium cornéen ; *e.*, ce même épithélium très épais au centre de la cornée.

FIG. 3. — Dauphin. Région de l'angle irien. Coupe verticale de sa partie supérieure.

Sc., sclérotique ; *c.*, cornée ; *i.*, iris ; *p. c.*, procès ciliaires, peu saillants ; *e. c. s.*, l'espace cilio-scléral, ou de Fontana ; *c. S.*, le canal de Schlemm ; *l. p.*, le ligament pectiné, très faible ; *m. B.*, la membrane de Bowman, très épaisse ; *el.*, l'épaississement limbique de l'épithélium de la cornée.

PLANCHE VI

FIG. 1. — L'iris, la pupille et le corps ciliaire du Dauphin vus par leur face postérieure après enlèvement du cristallin. L'opercule supérieur qui donne à la pupille sa forme en croissant renferme un élargissement du sphincter sans doute capable de modifier la forme de l'orifice pupillaire.

FIG. 2. — Cachalot (*Physeter catodon*). Segment antérieur de l'œil vu par devant : pupille horizontale (par suite d'une erreur de tirage, elle se trouve placée verticalement sur la figure) se détachant sur le fond noir de l'iris dont la photographie ne rend pas les sinuosités vasculaires en réalité très apparentes à l'état naturel.

Dimension transversale réelle de l'iris : 26 mm.

FIG. 3. — Forme et dimensions comparées des cristallins du Dauphin (*a*), du Chien (*b*) et du Cheval (*c*) (grossis deux fois).

Le cristallin du Dauphin a une forme ovoïde, son équateur est arrondi, ses deux faces de courbure sensiblement égales et plus faibles au centre qu'à la périphérie.

Celui du Chien et celui du Cheval sont des lentilles à courbure antérieure (qui regarde à gauche) plus faible que la postérieure et un peu plus accentuée au centre qu'à la périphérie. Ces deux dispositions sont plus marquées chez le Cheval. Les surfaces antérieure et postérieure se raccordent suivant un angle, et non suivant une forme arrondie.

FIG. 4. — *Megaptera boops*. Segment antérieur de l'œil vu par sa face postérieure, après division de l'œil en deux moitiés sur l'équateur. Grande épaisseur de la sclérotique : la rétine apparaît comme une étoffe ondulée; le corps ciliaire est symétrique et non raccourci en dehors comme celui des Ruminants et surtout celui du Cheval; petitesse relative du cristallin. (Dimension réelle du diamètre transversal : 78 mm.).

FIG. 5. — Le segment postérieur de l'œil du Dauphin montrant le réseau vasculaire de la rétine qui est complet (rétine holangique de LEBER) et formé de vaisseaux rectilignes.

PLANCHE VII

FIG. 1. — Marsouin (*Phocaena phocaena*). Coupe horizontale du globe oculaire.

C., la cornée, très mince au centre, on remarquera l'épaississement périphérique; *i.*, l'iris; *Cr.*, le cristallin; *p. c.*, les procès ciliaires; *O. S.*, l'ora serrata; *Sc.*, la sclérotique, fort épaissie en arrière; *Ch.*, la choroïde; *r.*, la rétine. La zone antérieure regarde presque directement en arrière par suite de l'aplatissement du segment antérieur; *N. O.*, le nerf optique coupé un peu en dehors de son axe ce qui, sur ce dessin, réduit son diamètre, ainsi que celui de la papille; *G. S.*, la gaine supplémentaire du nerf optique; *Z.*, la zonule.

FIG. 2. — L'iris du Marsouin : à droite la coupe de l'iris dans sa moitié supérieure à un faible grossissement. On remarquera les vaisseaux détachés de sa surface antérieure et la largeur du sphincter qui s'étend du bord pupillaire jusqu'au-dessus de la lettre B.-A. Détails à un fort grossissement; près de la pupille l'uvée très dense, le sphincter fasciculé, les vaisseaux et nerfs entourés de gaines de pigment sur la face antérieure. — B. Mêmes détails vers la périphérie du sphincter; *u.*, l'uvée extrêmement épaisse; *d.*, le dilatateur pigmenté; *S.*, le sphincter, moins dense que vers la pupille; *a.* et *n.* une artériole et un petit nerf presque détachés de la surface antérieure de l'iris.

FIG. 3. — Marsouin. Coupe de la choroïde et du tapis; fort grossissement.

V. *ch.*, un gros vaisseau choroïdien, vers la sclérotique; *T.*, le tapis formé de lames fibreuses parallèles, traversé par les petits vaisseaux, et infiltré de cellules pigmentaires; *Ch. C.*, la chorio-capillaire.

PLANCHE VIII

Cachalot. Coupe transversale du nerf optique avec les gaines classiques entourées d'une énorme gaine supplémentaire; *N. o.*, les faisceaux nerveux du nerf optique; *d. m.*, la gaine dure-mérienne; *a.*, l'arachnoïde peu distincte de la pie-mère qui est très mince. La gaine supplémentaire est contenue dans une solide aponévrose; *G.*, son tissu est formé par un réseau fibreux très infiltré de lobules adipeux et dont les travées contiennent un grand nombre de vaisseaux, *V.*, d'un petit calibre, à parois fortement musclées et qui se rattachent presque tous au type artériel.

PLANCHE IX

FIG. 1. — *Megaptera boops*. Œil conservé dans le formol vu de face. Dimension réelle. La pupille blanchâtre parce qu'elle laisse voir le cristallin opacifié, est allongée transversalement, son bord supérieur est très légèrement convexe. La cornée, ovale, est un peu plus large à son extrémité gauche, qui doit par conséquent représenter l'extrémité antérieure. Tout autour de la cornée, la conjonctive et les parties sous-jacentes pigmentées forment un large cercle noirâtre au-delà duquel la conjonctive, plissée et épaisse, perd sa pigmentation.

FIG. 2. — Coupe horizontale de l'œil de *Megaptera* en dimensions réelles.

Cette coupe a été faite sur un œil conservé dans le formol et congelé. Le cristallin est déplacé en arrière, *C.*, la cornée, dont la courbure se continue sans inflexion avec celle de la sclérotique; *L.*, le limbe scléro-cornéen pigmenté; *Cr.*, le cristallin, très épais, à équateur arrondi; *i.*, l'iris; *p. c.*, les procès ciliaires; *r.*, rétine; *ch.*, la choroïde; *Sc.*, la sclérotique épaisse de plus de 3 cm. vers le pôle postérieur; *n. o.*, nerf optique. *G. S.* le tissu qui continue celui de la gaine supplémentaire du nerf optique et qui, à travers toute l'épaisseur de la sclérotique, accompagne le nerf optique jusqu'à la choroïde; des gaines du même tissu accompagnent les vaisseaux et nerfs intra-scléraux.

FIG. 3. — *Balaenoptera borealis*. L'œil en grandeur réelle, vu de face. Il est plus aplati que le précédent suivant le diamètre vertical, qui mesure 9 cm. tandis que l'horizontal en mesure 11. La cornée, ovale, est déprimée et moulée au centre sur le cristallin que l'on voit, à travers une pupille également ovale à grand axe horizontal. La pigmentation conjonctivale péricornéenne est analogue à celle de l'œil de *Megaptera*.

FIG. 4. — *Megaptera boops*. La rétine vue au fond du segment postérieur sur le globe oculaire divisé verticalement. Au milieu, la papille du nerf optique, non pigmentée, et d'où partent les vaisseaux rétinien qui rayonnent régulièrement jusqu'à l'ora serrata.

PLANCHE X

Megaptera boops. Coupe suivant l'horizontale comprenant le limbe scléro-cornéen, le corps ciliaire et la racine de l'iris.

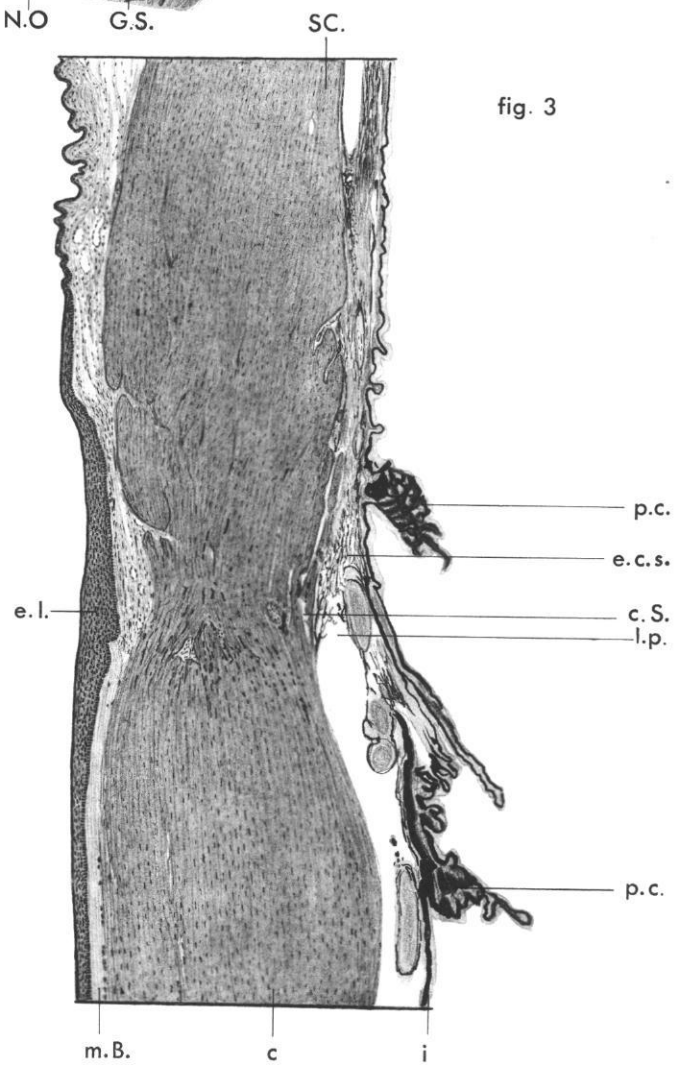
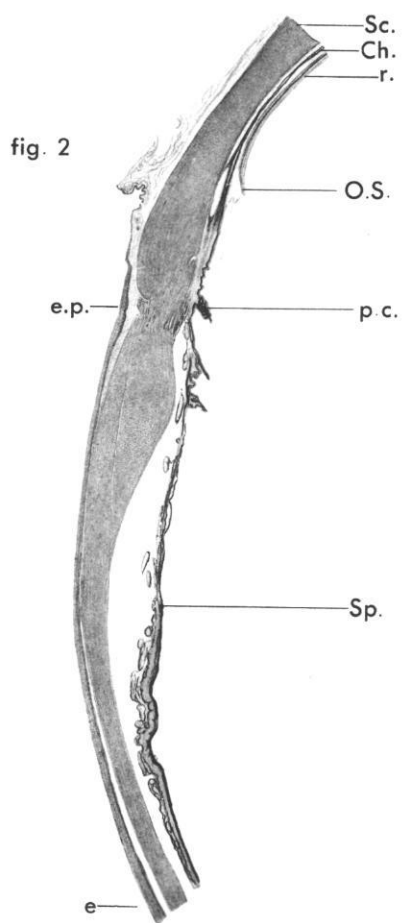
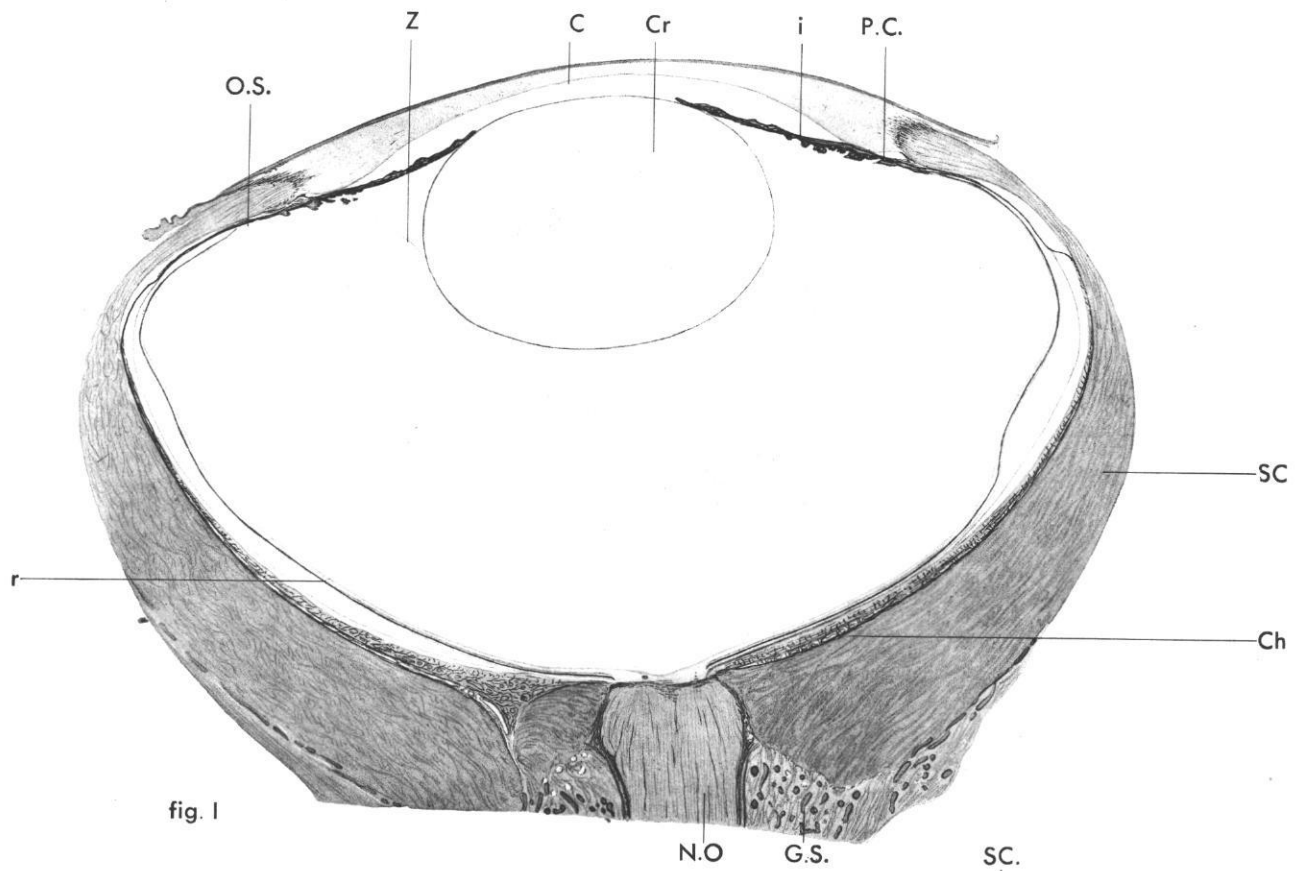
e. c., épithélium conjonctival; *sc.*, la sclérotique, pigmentée. *c.*, l'origine de la cornée transparente; *e. p. c.*, l'épithélium de la *pars ciliaris retinae* avec sa couche libre non pigmentée et sa couche adhérente pigmentée. La coupe a passé par le fond d'une vallée ciliaire et a laissé dehors d'elle toute saillie des procès. *c. c.*, couche profonde du corps ciliaire constitué ici par un amas de corpuscules analogues à des corpuscules de Pacini et qui occupent la place du muscle ciliaire. *n.*, fascicule nerveux entre la cornée et les corpuscules, *a. i. p.*, angle irien et ligament pectiné. *i.*, iris. *ch. a.*, chambre antérieure. *v.*, veinule faisant saillie sur la surface antérieure de l'iris.

PLANCHE XI

Megaptera boops. Les corpuscules d'Herbst du corps ciliaire *n.* filet nerveux paraissant contenir beaucoup de fibres sans myéline. *c. H.* Corpuscules d'Herbst, avec une volumineuse massue centrale. Tous ces corpuscules sont compris dans une coupe du corps ciliaire arraché avec l'iris.

PLANCHE XII

Éléphant d'Asie. Coupe transversale du nerf optique avec ses gaines classiques et sa gaine supplémentaire; *n. o.*, faisceaux nerveux du nerf optique; *p. m.*, gaine piemérienne, très épaisse; *d. m.*, dure-mérienne; *a.*, gaine arachnoïdienne. La gaine dure-mérienne est elle-même entourée par une volumineuse gaine supplémentaire formée d'un lacs de grosses veines et d'artères plus petites que soutient un système de travées fibreuses et de lobules graisseux. L'ensemble de la gaine supplémentaire est limité par une lame fibreuse assez lâche.



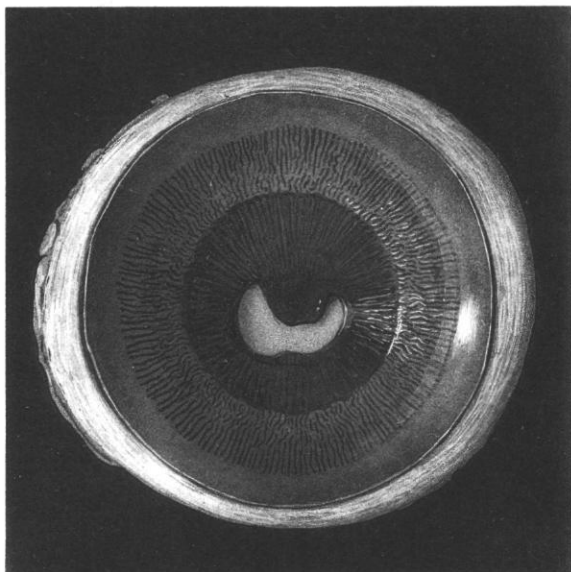


Fig. 1

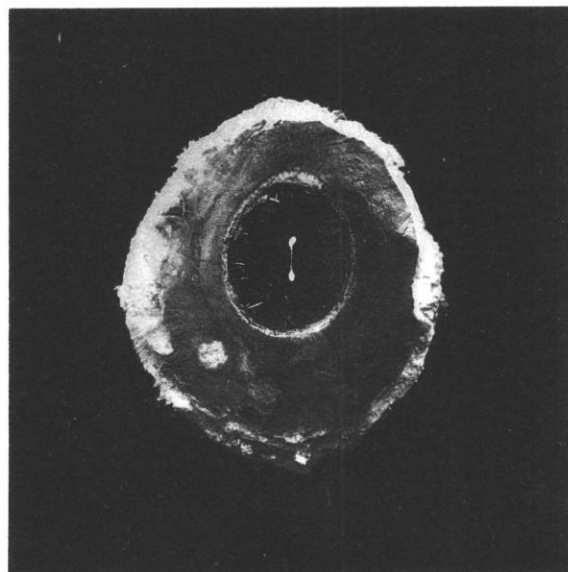


Fig 2

Fig. 3



a.

b.

c.

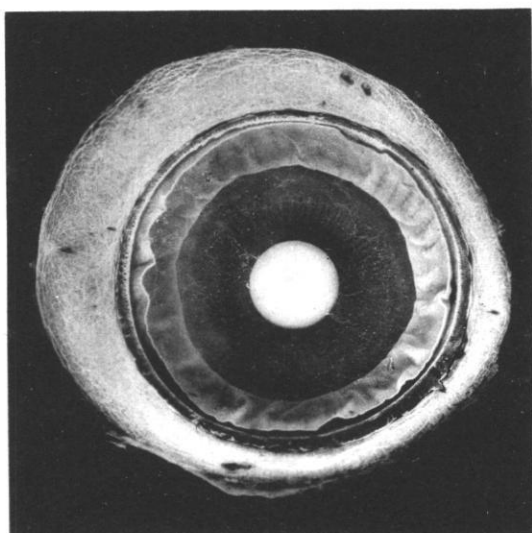


Fig. 4

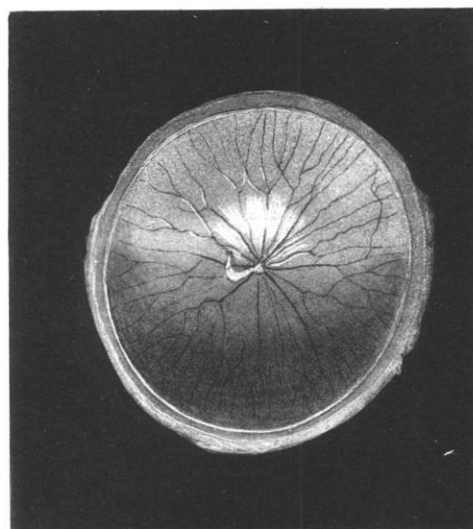


Fig. 5

VIGIER ET BRUNISSEN, IMP.

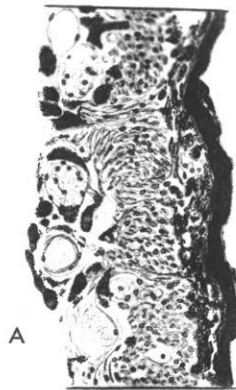
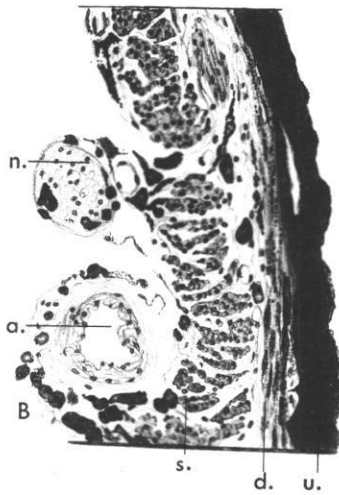
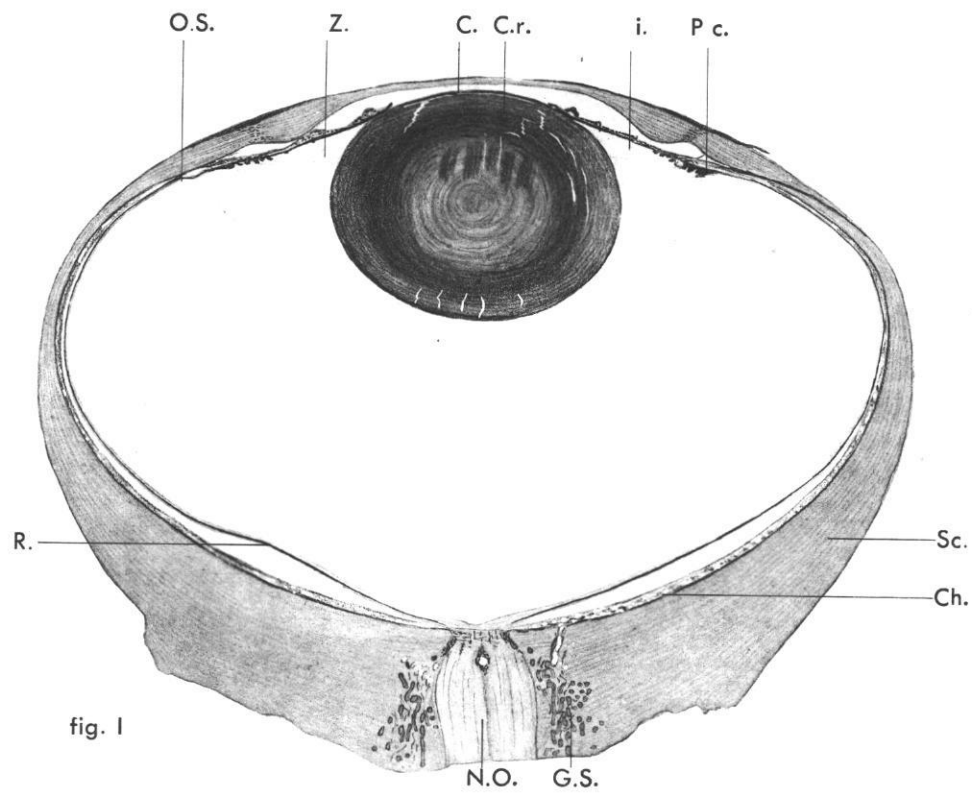


fig. 2

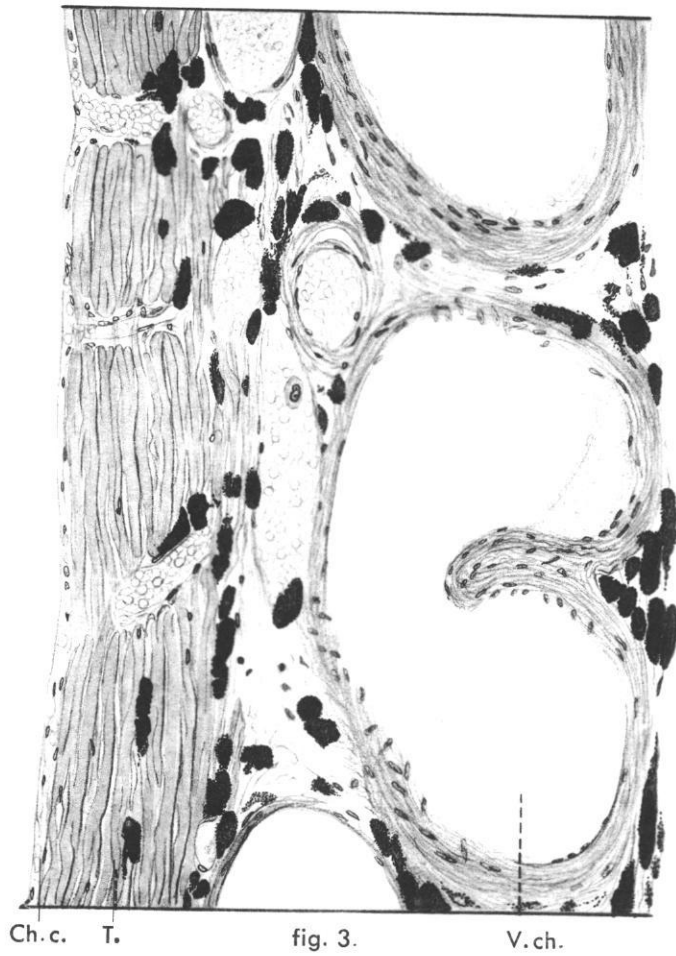
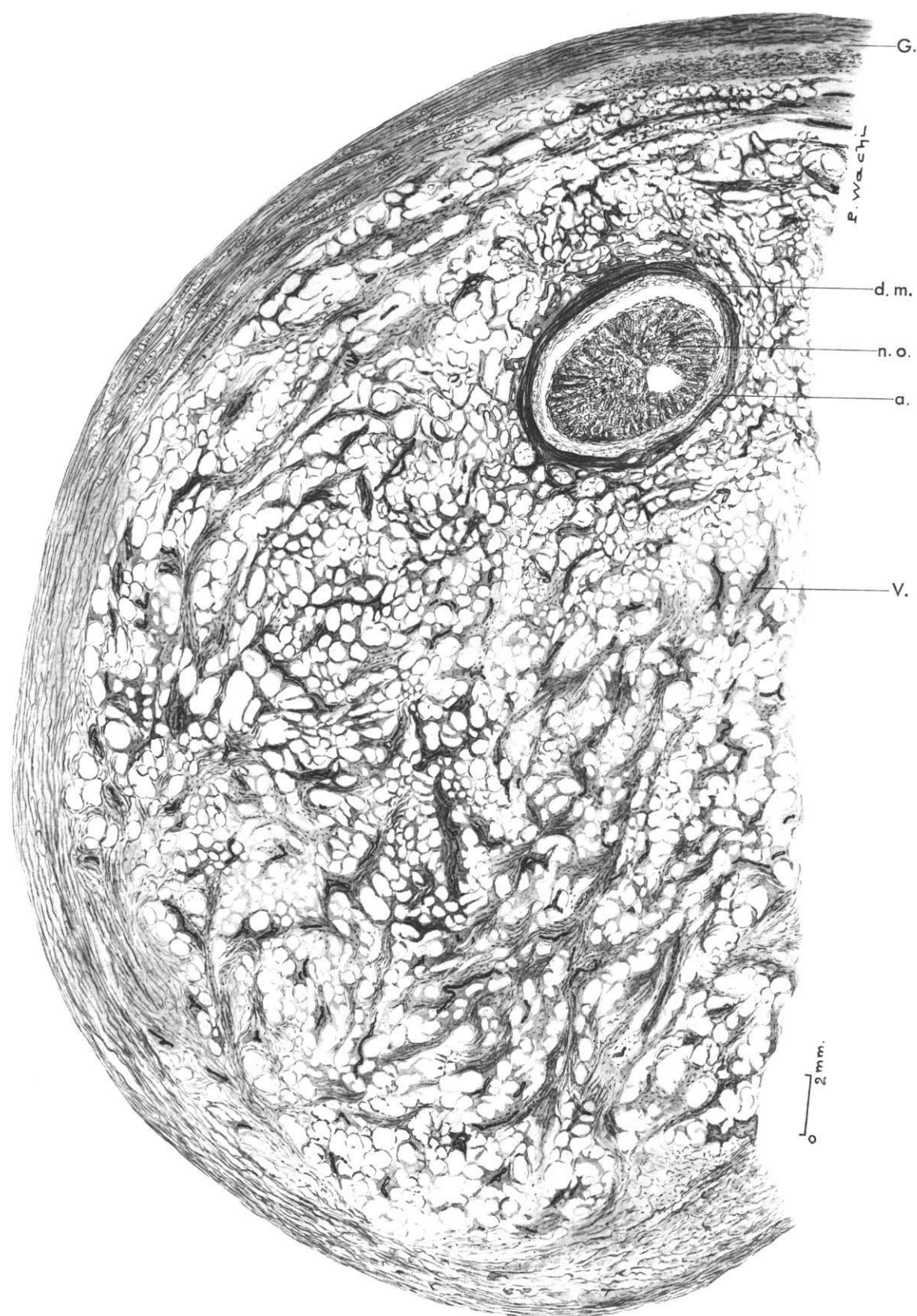


fig. 3.



VIGIER ET BRUNISSIN, IMP.

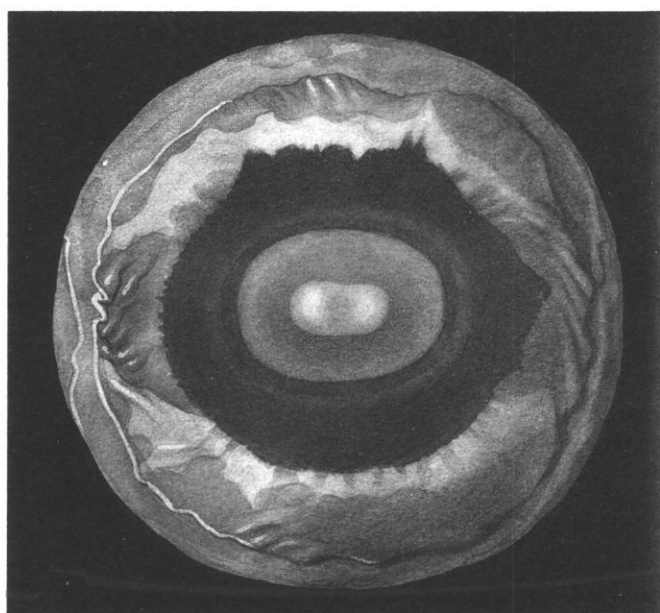


Fig. 1

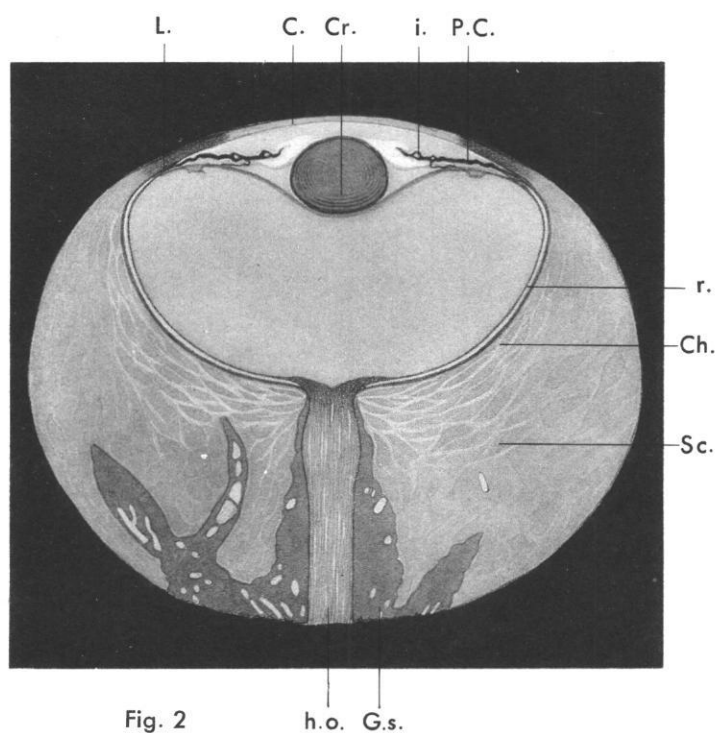


Fig. 2

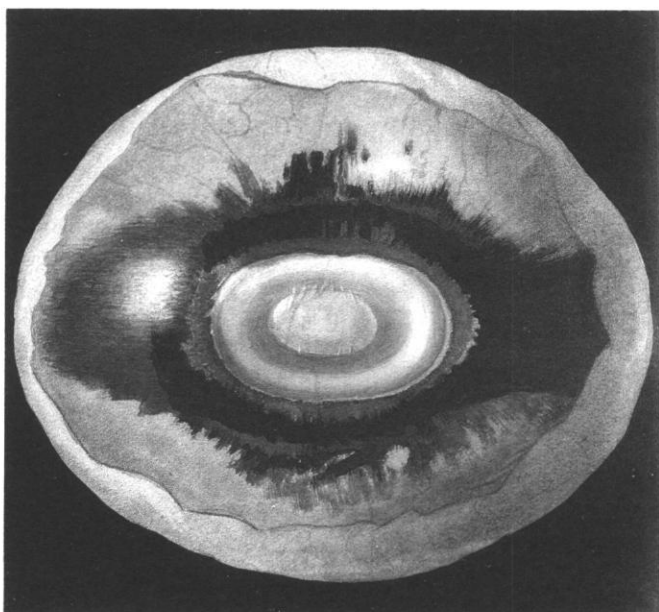


Fig. 3

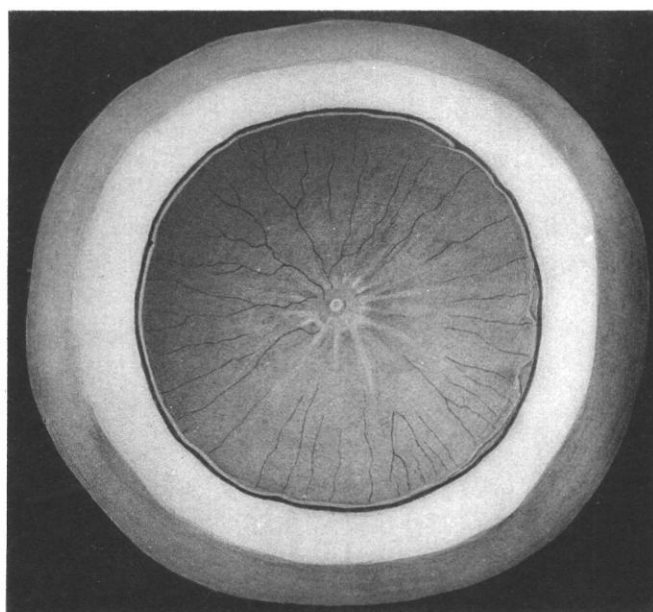
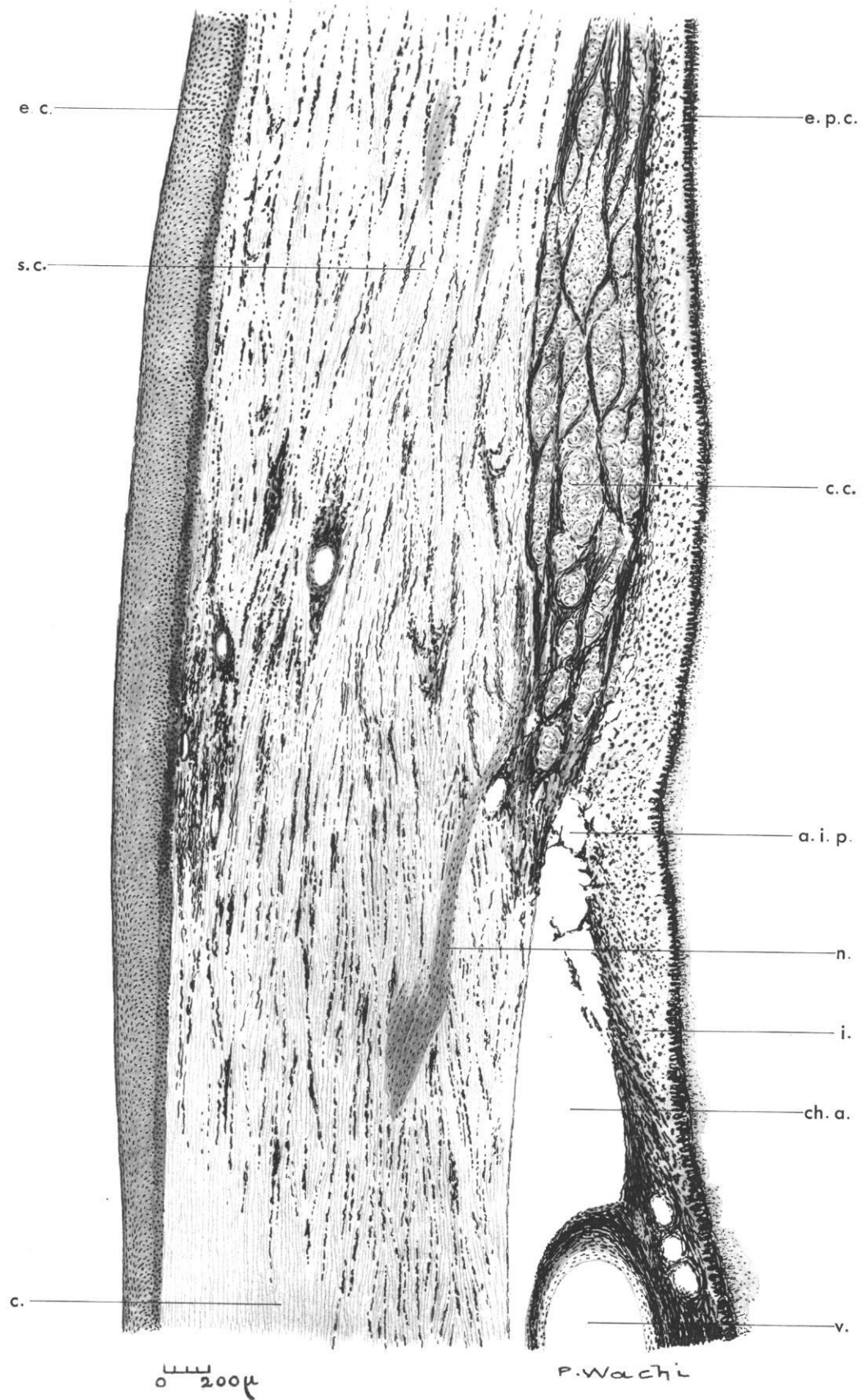
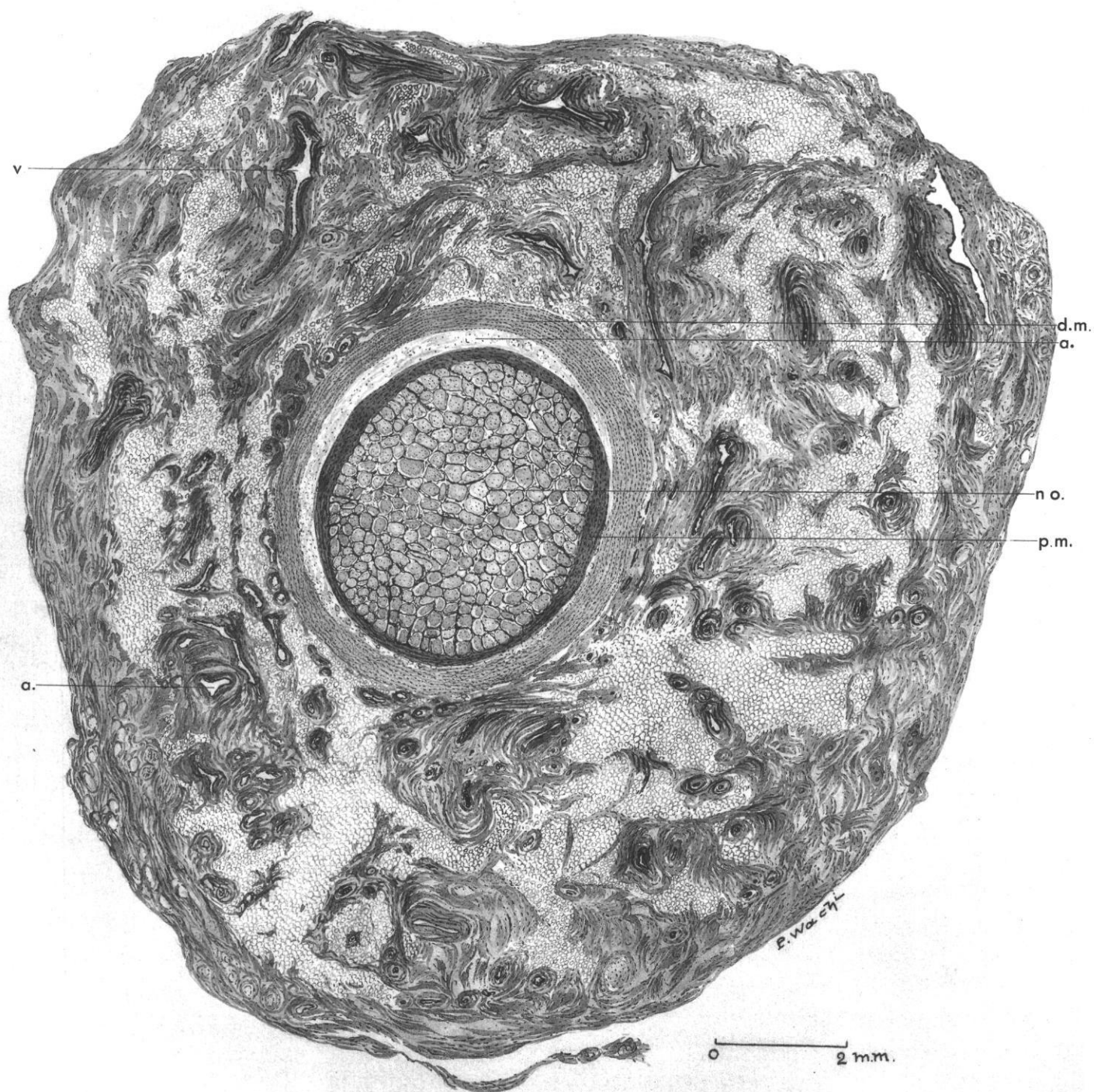


Fig. 4







VIGIER ET BRUNISSEN, IMP.