

# THÈSE DE ZOOLOGIE

POUR LE DOCTORAT ÈS-SCIENCES NATURELLES,

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS,

LE JUILLET 1847,

PAR

**M. CH. ROBIN,**

Docteur en médecine, ancien Interne des hôpitaux de Paris,  
Élève-Lauréat de l'École pratique de Paris,  
Membre de la Société philomatique et de la Société anatomique de Paris.

---

RECHERCHES SUR UN APPAREIL

QUI SE TROUVE

**SUR LES POISSONS DU GENRE DES RAIES (*RAIA*, C.),**

ET QUI PRÉSENTE LES CARACTÈRES ANATOMIQUES

**DES ORGANES ÉLECTRIQUES.**

---

PARIS,

IMPRIMERIE DE L. MARTINET,

RUE JACOB, 30.

—  
1847.

# ACADÉMIE DE PARIS.

---

## FACULTÉ DES SCIENCES.

---

MM. DUMAS, Doyen,  
BIOT,  
FRANCOEUR,  
DE MIRBEL,  
PONCELET,  
POUILLET,  
LIBRI,  
STURM,  
DELAFOSSÉ,  
LEFÉBURE DE FOURCY,  
DE BLAINVILLE,  
CONSTANT PREVOST,  
AUGUSTE SAINT-HILAIRE,  
DESPRETZ,  
BALARD,  
MILNE EDWARDS,  
CHASLES,  
LEVERRIER.

} Professeurs.

DUHAMEL,  
VIEILLE,  
MASSON,  
PELIGOT,  
DE JUSSIEU,

} Agrégés.

# TABLE DES MATIÈRES.

But et distribution du Mémoire . . . . .	1
<b>CHAPITRE I.</b> Des organes considérés par plusieurs anatomistes comme étant, chez les Raies, les analogues de l'appareil électrique des Torpilles.	2
Résumé du chapitre I . . . . .	11
<b>CHAPITRE II.</b> Des pièces solides, des muscles des nerfs, et des vaisseaux de la queue des Raies . . . . .	12
<b>ARTICLE I.</b> Des pièces solides de la queue . . . . .	ib
Résumé de l'article I . . . . .	15
<b>ARTICLE II.</b> Des muscles et des aponévroses . . . . .	17
<b>A.</b> <i>Muscles de la région dorsale du tronc et de la queue.</i> . . . . .	ib
1. <i>Muscle épineux du dos</i> . . . . .	ib.
Résumé . . . . .	18
2. <i>Muscle long dorsal</i> . . . . .	ib.
Résumé . . . . .	19
<b>A'</b> <i>Muscles des nageoires de la queue.</i> . . . . .	19
1. <i>Muscle de la première nageoire</i> . . . . .	ib.
2. <i>Muscle de la deuxième nageoire</i> . . . . .	20
Résumé . . . . .	ib.
<b>B.</b> <i>Muscles de la région latérale de la queue</i> . . . . .	ib.
1. <i>Muscle sacro-lombaire</i> . . . . .	ib.
Résumé . . . . .	21
2. <i>Muscle latéral de la queue.</i> . . . . .	ib.
Résumé . . . . .	22
<b>C.</b> <i>Muscles de la région antérieure ou abdominale de la queue</i> . . . . .	ib.
1. <i>Muscle épineux caudal inférieur.</i> . . . . .	ib.
Résumé . . . . .	24
2. <i>Muscle pubio-caudal</i> . . . . .	25
Résumé . . . . .	ib.
Résumé de l'article II . . . . .	26
<b>ARTICLE III.</b> Des nerfs de la queue des Raies. . . . .	27
1. <i>De la moelle épinière.</i> . . . . .	28
Résumé . . . . .	ib.
2. <i>Racines des nerfs de la queue, et ganglion de la racine postérieure</i> . . . . .	ib.
Résumé . . . . .	31
3. <i>Du chiasma que forment les racines nerveuses en se réunissant</i> . . . . .	33
Résumé . . . . .	ib.
4. <i>Paires nerveuses caudales</i> . . . . .	34
Résumé . . . . .	ib.
5. <i>Nerfs longitudinaux</i> . . . . .	35
Résumé . . . . .	36
6. <i>Rameaux fournis par les nerfs longitudinaux</i> . . . . .	37
Résumé . . . . .	39
<b>ARTICLE IV.</b> Des vaisseaux qui se distribuent dans la queue des Raies. . . . .	40
1. <i>De l'artère caudale</i> . . . . .	42
Résumé . . . . .	44

2. De la veine caudale . . . . .	44
Résumé . . . . .	45
3. Veines sous-cutanées . . . . .	46
Résumé . . . . .	48
<b>CHAPITRE III. De l'appareil électrique des Raies . . . . .</b>	<b>49</b>
<b>ARTICLE I. Préliminaires. . . . .</b>	<i>ib.</i>
<b>ARTICLE II. Description générale . . . . .</b>	<b>50</b>
<b>ARTICLE III. Description spéciale . . . . .</b>	<b>52</b>
<b>A. Description extérieure . . . . .</b>	<i>ib.</i>
1. Nombre et position . . . . .	<i>ib.</i>
2. Formes et dimensions . . . . .	53
3. Couleur. . . . .	55
4. Des rapports et des moyens d'union . . . . .	<i>ib.</i>
<b>B. Structure de l'appareil électrique . . . . .</b>	<i>ib.</i>
4. Des disques et du tissu électrique . . . . .	<i>ib.</i>
a. Configuration des disques . . . . .	<i>ib.</i>
b. Arrangement des disques. . . . .	60
c. structure intime des disques (ou histologie du tissu électrique . . . . .	<b>62</b>
2. Des cloisons qui séparent les disques, et du tissu qui les constitue . . . . .	64
3. Nerfs de l'appareil électrique . . . . .	67
a. Origine . . . . .	<i>ib.</i>
b. Nombre et volume. . . . .	68
c. Trajet . . . . .	69
d. Distribution des nerfs à la surface et dans l'épaisseur. . . . .	71
e. Terminaison des nerfs. . . . .	74
4. Vaisseaux de l'appareil électrique . . . . .	79
a. Trajet des troncs vasculaires. . . . .	<i>ib.</i>
b. Distribution des vaisseaux . . . . .	80
c. Terminaison des capillaires . . . . .	81
<b>ARTICLE IV. Résumé de la description de l'appareil électrique . . . . .</b>	<b>83</b>
<b>ARTICLE V. Remarques sur les conditions anatomiques qui portent à considérer comme appareil électrique l'organe qui vient d'être décrit chez les Raies, et sur les appareils électriques des autres Poissons . . . . .</b>	<b>88</b>
Résumé de l'article v . . . . .	94
Addition à l'article v . . . . .	<i>ib.</i>
<b>ARTICLE VI. Remarques sur les changements de forme du corps qui coïncident avec la présence d'un appareil électrique chez les Raies, et son absence dans les Poissons voisins . . . . .</b>	<b>98</b>
Résumé de l'article vi . . . . .	101
<b>ARTICLE VII. Considérations critiques sur une remarque générale de Broussonet, relativement aux Poissons électriques. . . . .</b>	<b>103</b>
<b>ARTICLE VIII. Remarques sur la valeur que peuvent avoir les différences de disposition anatomique de l'appareil, comme caractères pour la distinction des espèces de Raies . . . . .</b>	<b>104</b>
Explication des figures . . . . .	106
Propositions d'anatomie et de physiologie . . . . .	111

## RECHERCHES

SUR UN APPAREIL QUI SE TROUVE SUR LES POISSONS DU GENRE DES  
RAIES (*RAIA*, Cuv.),

ET QUI PRÉSENTE LES CARACTÈRES ANATOMIQUES DES ORGANES ÉLECTRIQUES

Par M. le D<sup>r</sup> CH. ROBIN.

(Lues à l'Institut, le 48 mai 1846.)

Dans ce Mémoire, je me propose de faire connaître un organe allongé, fusiforme, situé de chaque côté de la queue des Raies (*Raia C.*), et qui n'a pas encore été décrit.

La structure de cet organe est semblable à celle des appareils électriques des Poissons chez lesquels on a constaté la propriété de dégager ce fluide. Comme en même temps il ne paraît analogue à aucun autre organe, il est rationnel de le considérer comme un appareil électrique.

Avant de décrire cet appareil, je parlerai d'abord :

I. Des organes que plusieurs anatomistes ont considérés comme représentant chez les *Raies* un rudiment de l'appareil électrique, qui est si développé chez les *Torpilles*.

Ces organes sont :

*A.* Des capsules fibreuses au nombre de quatre de chaque côté de la tête des *Raies*, d'où partent des tubes transparents, qui rampent sous la peau des deux faces des régions céphalique et thoracique de leur corps. Ces capsules fibreuses reçoivent chacune un gros rameau nerveux de la cinquième paire, destiné aux tubes qui en partent.

*B.* Une petite glande vasculaire, sans conduit excréteur, placée *en dedans* de la cavité branchiale, et un peu en arrière de l'évent; elle existe chez tous les Plagiostomes, y compris les *Torpilles*.

II. Je donnerai ensuite quelques détails sur les pièces solides, les muscles, nerfs et vaisseaux de la queue des *Raies*. Ces notions sont nécessaires pour comprendre la description de l'appareil électrique.

III. Je terminerai ce travail par la description de l'appareil électrique.

## CHAPITRE I.

DES ORGANES CONSIDÉRÉS PAR PLUSIEURS ANATOMISTES COMME ÉTANT, CHEZ LES RAIES, LES ANALOGUES DE L'APPAREIL ÉLECTRIQUE DES TORPILLES.

La grande analogie des *Torpilles* et des *Raies*, sous le point de vue de la forme générale, et surtout de la conformation des viscères et des muscles, fit que Linné réunit ces Poissons dans un même genre (*Raia* L.). Ce genre fut conservé jusqu'à l'époque où M. Duméril considéra la *Torpille* commune (*Raia torpedo* L.) comme type d'un nouveau genre (*Torpedo* D.), qui depuis a été adopté par tous les zoologistes.

La présence chez les *Torpilles* d'un appareil spécial pouvant dégager de l'électricité, appareil situé de chaque côté du cartilage du rostre et en dehors des poches branchiales, et par contre l'absence de cet organe chez les *Raies*, expliquaient facilement la différence de forme des Poissons de ces deux genres. De là, en effet, résulte la forme arrondie de la partie antérieure du corps des *Torpilles*, et la forme plus allongée en forme de rostre, et losangique des mêmes régions chez les *Raies*.

Cependant, l'absence d'un appareil électrique chez les *Raies* étonna toujours les anatomistes : aussi plusieurs d'entre eux ont-ils cherché à retrouver dans les Poissons un appareil électrique au moins rudimentaire, ou quelque organe qui en tint la place.

A. Ét. Geoffroy Saint-Hilaire, le premier, guidé par le principe d'unité de composition qu'il venait d'établir, considéra comme l'analogue de l'appareil électrique des *Torpilles* ces organes singuliers que Lorenzini (1) décrivit le premier sur les *Torpilles*, et que Monro décrivit plus tard sur la *Raie* (2).

Ces organes sont composés d'une capsule fibreuse, percée d'un grand nombre de petits orifices, pour laisser sortir autant de petits tubes, à parois transparentes, qui naissent à son centre par un petit bouton ou renflement, aussi transparent. Chaque capsule reçoit une grosse branche de la cinquième paire, qui se

(1) Lorenzini, *Osservazioni intorno alle Torpedini*. Florence, 1678.

(2) Monro, *The structure and physiology of Fishes*, etc. Edinbourg, 1785.

subdivise en minces filets dont chacun se perd sur l'origine des tubes. Ces tubes conservent leur transparence hors de la capsule fibreuse, rampent sans se ramifier dans une certaine étendue entre la peau et les muscles, et s'ouvrent à la surface du corps, par autant de petits orifices arrondis, réguliers. Ces tubes sont pleins d'une matière transparente gélatiniforme, qui ne peut en être expulsée que par une pression assez forte. Cette matière se délaie assez difficilement dans l'eau; elle renferme en très petit nombre des cellules toutes spéciales, bien différentes de celles du mucus filant et visqueux qui se trouve dans le *canal muqueux*, tortueux et ramifié, de ces Poissons.

Jacobson (*Bull. de la Soc. philomat.*, 1813) décrit ces tubes et leurs capsules mieux que les auteurs précédents. Au lieu d'une seule capsule, il en décrit trois de chaque côté. Depuis lors, Cuvier et Duvernoy, MM. de Blainville, Retzius, Magendie et Desmoulins, etc., les ont également décrits.

J'ai moi-même décrit une petite capsule et les tubes qui en partent dans les *Bulletins de la Société philomatique*, 1846. Cette quatrième capsule est située contre la mâchoire inférieure des *Raies*; ses tubes vont s'ouvrir en série régulière le long de la lèvre inférieure; elle n'en fournit pas ailleurs; son nerf lui vient aussi de la cinquième paire. Elle paraît avoir été négligée par les autres anatomistes; cependant M. de Blainville l'indique vaguement sans la décrire; et quoique Jacobson dise en commençant son Mémoire qu'il y en a cinq de chaque côté chez les *Raies*, il n'en décrit que trois. En comptant la dernière des capsules que je viens d'indiquer, il n'y en a réellement que quatre de chaque côté et non cinq. Il est donc probable que c'est par une erreur d'impression que Jacobson en indique cinq.

Les notions anatomiques qui précèdent étaient nécessaires pour comprendre ce qui suit.

Je vais maintenant citer le passage dans lequel Ét. Geoffroy Saint-Hilaire compare les organes précédents à l'appareil électrique des *Torpilles* (1).

(1) *Mémoire sur l'anatomie comparée des organes électriques de la Raie-Tor-*

« .... Je cherchais opiniâtrément, dit ce savant, quelque chose d'analogue dans les autres *Raies* (dans les *Raies* autres que la *R. Torpille*), persuadé que c'était moins à la présence de cet organe électrique qu'à une disposition qui lui était particulière que les *Torpilles* avaient, exclusivement aux autres *Raies*, cette étonnante faculté de foudroyer en quelque sorte les petites espèces de la mer.

» Il ne faut pas avoir comparé entre eux beaucoup d'animaux pour être averti qu'il n'y a jamais parmi eux d'organes nouveaux. surtout dans les espèces qui se ressemblent autant que les *Raies*. Il était plus naturel de croire que les tuyaux renfermaient une substance gélatineuse, dans la *Torpille*, qui existait masquée dans les autres *Raies*, et on va voir que j'ai en effet trouvé dans celles-ci une organisation analogue, avec des différences auxquelles doivent se rapporter les différentes manières d'être et d'agir de chaque espèce. »

P. 395. « .... Les *Raies* dans lesquelles le cartilage de la nageoire pectorale borde immédiatement les contours de la tête n'étaient point, comme dans la *Torpille*, dans le cas d'offrir des prismes ou tubes verticaux; cependant elles n'en diffèrent pas autant qu'on l'a imaginé. Dans les *Raies*, comme dans les *Torpilles*, il sort du crâne, un peu en avant de l'oreille, un nerf si gros qu'il surpasse le volume de celui qui se rend à l'œil. Ce nerf se dirige latéralement, rampe sur la face supérieure du masséter, et va s'épanouir au-dessous, entre ce muscle et la première branchie, dans une masse qu'on prendrait au premier coup d'œil pour une glande, mais qui est réellement le foyer d'où sortent, en plusieurs paquets, un grand nombre de tubes analogues à ceux de la *Torpille*. Un paquet se dirige vers le nez, un autre se répand sur le ventre, un troisième remonte le masséter et va se terminer derrière l'occiput, un quatrième s'étend sur les muscles de la nageoire pectorale. Il y a à cet égard quelques différences, selon les espèces; mais toujours ces tubes, aussi bien que dans la

*Torpille*, adhèrent tant à la peau de dessus qu'à celle de dessous : seulement, au lieu d'être verticaux, ce qui est impossible faute d'espace, ils suivent les contours de la tête, s'étendent sur les muscles les plus extérieurs, et sont d'autant plus allongés qu'ils ont un plus grand circuit à faire pour venir s'insérer dans la peau.

» Ces longs tubes paraissent d'ailleurs de la même nature que ceux de la *Torpille*, et ils renferment à leur intérieur une substance gélatineuse et albumineuse toute semblable. Jusqu'ici, nous n'apercevons à cet égard guère d'autre différence entre les *Raies* ordinaires et la *Raie Torpille*, si ce n'est que dans celle-ci les tubes sont très courts, verticaux, rapprochés et parallèles; tandis que dans les autres *Raies* ils sont beaucoup plus longs, se courbent autour des principaux muscles des mâchoires, et se séparent en plusieurs paquets formés de rayons divergents.

» Mais si ces organes ne varient dans chaque espèce que par un arrangement différent des parties, n'y aurait-il pas à craindre de tomber dans une conséquence contraire aux faits observés, et ne faudrait-il pas en effet supposer que toutes les *Raies* ont plus ou moins toutes les propriétés électriques de la *Torpille*? Telle est en effet l'opinion qu'il faudrait s'en faire, si ces organes ne se distinguaient pas par un caractère d'où dépendent en partie les étonnantes propriétés de la *Torpille*. Les tubes, dans les *Raies* ordinaires, s'ouvrent au dehors de la peau par des orifices qui leur sont propres : ce sont autant d'organes excréteurs de la matière gélatineuse renfermée dans leur intérieur. Dans les *Torpilles*, au contraire, tous les tubes sont complètement fermés, non seulement par la peau, qui n'est perforée en aucun endroit, mais de plus par des aponévroses qui s'étendent sur toute la surface de l'organe électrique; la matière gélatineuse, ne pouvant alors se répandre au dehors, est forcée de s'accumuler dans ces tubes : de là sans doute la grandeur de leurs diamètres; de là vient aussi que leur nombre augmente dans tous les âges de la vie. MM. Walsh et Hunter ont en effet trouvé cette augmentation progressive.

M. de Blainville (*Principes d'Anatomie comparée*, t. I, p. 229. Paris, 1822), après avoir dit que Jacobson considère ces capsules fibreuses et les tubes qui en partent comme des espèces d'organes du toucher, ajoute :

« Ne serait-ce pas plutôt quelque chose d'analogue à cet appareil singulier qu'on trouve dans plusieurs Poissons, qui produit une secousse galvanique plus ou moins forte, et que nous devons décrire ici comme une dépendance évidente de la peau ou de l'enveloppe extérieure, quoique ses usages soient d'une tout autre nature ? »

Après avoir décrit l'appareil électrique de la *Torpille*, M. de Blainville dit, p. 230 :

« Il n'y a donc aucune comparaison à faire entre ces organes et les tubes gélatinifères et sous-cutanés des *Raies*. En effet, les *Torpilles* ont aussi ces tubes, mais, il est vrai, en beaucoup moins grand nombre que les autres *Raies*. Elles ont surtout le faisceau externe et supérieur qui suit le prolongement du membre pectoral, et dont chaque tube s'ouvre à la superficie de la peau par un orifice séparé.

» Ne pourrait-on pas trouver davantage de rapports entre ces organes électriques des *Torpilles* et les masses ganglionnaires elles-mêmes dans les *Raies* (c'est-à-dire les capsules fibreuses d'où naissent les tubes et où ils reçoivent leurs nerfs) ? »

Ainsi, pour M. de Blainville, ce ne sont pas les tubes qui partent en s'irradiant des capsules fibreuses qui seraient dans les *Raies* les analogues de l'appareil électrique des *Torpilles*, car ces Poissons possèdent ces tubes ; mais ce sont peut-être les capsules d'où ils naissent (masses ganglionnaires ou ganglionni-formes). Cette dernière opinion ne peut pas être admise ; car si les tubes ne peuvent pas être comparés à un organe électrique, parce que les *Torpilles* en sont pourvues (comme les *Raies*), en même temps qu'elles ont un appareil électrique, on peut en dire autant pour les capsules fibreuses d'où naissent ces tubes, puisque les *Torpilles* les possèdent aussi.

Depuis l'époque où ont écrit les auteurs précédents, personne n'avait envisagé la question sous ce point de vue, lorsque Mayer

fit suivre un court travail bibliographique (1) sur les organes électriques des *Torpilles* et *Gymnotes* de quelques lignes concernant leurs analogues dans les *Raies*. Il décrit en quelques mots la capsule fibreuse d'origine des tubes sensitifs, qui est placée en avant de la poche branchiale, entre elle et le masséter ; il indique ses nerfs, et la considère comme glanduleuse et analogue de l'appareil électrique des *Torpilles*. Mais la description de l'auteur donne à penser qu'il n'a étudié cet organe que sur des animaux conservés dans l'alcool, car il ne fait pas mention des tubes sensitifs qui en partent, ni des autres capsules fibreuses, semblables à celle-ci, qui se trouvent près des narines et du cartilage du rostre. Il n'a pas cherché non plus cet organe sur d'autres Poissons cartilagineux que les *Raies* ; il ne fait pas mention également des nombreux travaux publiés antérieurement sur le même sujet, et semble croire en donner le premier la description.

La figure qu'il donne de cette capsule est assez exacte quant à la position absolue, mais incomplète pour tout le reste, et surtout il ne figure pas les tubes nombreux qui partent de cette capsule, pour s'irradier sur les faces antérieure et postérieure du corps.

Les autres figures qui accompagnent ce travail sont relatives aux appareils électriques des *Torpilles*, *Gymnotes* ; au cerveau des mêmes Poissons et du *Myliobatis aquila*.

Les arguments suivants nous semblent démontrer qu'il serait inexact de vouloir comparer les tubes sensitifs de Jacobson, ou les capsules d'où ils sortent, avec l'appareil électrique des *Torpilles*.

a. Ces tubes sensitifs et leurs capsules d'origine existent chez les *Torpilles* en même temps que l'appareil électrique. On trouve ces organes déjà figurés comparativement dans Lorenzini (1766, *loc. cit.*). Ils existent, du reste, chez tous les Plagiostomes sans exception ; mais chez les *Raies* on trouve plus de capsules fibreuses d'origine que chez les autres : les *Torpilles*, les *Squales*, n'en ont en effet que deux, au lieu de quatre, de chaque côté.

(1) *Spicilegium observationum anatomicarum de organo electrico in Raiis anelectricis*. Bonn, 1813.

b. Rien, dans la disposition anatomique extérieure ni dans la structure intime, ne rapproche ces organes les uns des autres.

En effet : 1° les organes électriques sont toujours formés de disques empilés en colonnes, ou rangés en séries, de manière à constituer de chaque côté une masse unique.

Les capsules fibreuses d'où naissent les tubes sont au contraire multiples de chaque côté, diversement situées, et leur cavité est remplie par une multitude de petits renflements qui sont l'origine d'autant de tubes.

2° Les disques agglomérés en piles ou séries dans les organes électriques sont constitués par un tissu spécial qui paraît identique dans toutes les espèces de Poissons électriques. Cette substance a des caractères qui lui sont propres (aspect et demi-transparence de la gélatine, un peu plus de consistance; disposition en petites masses assez régulières ou disques, constituée au microscope par une substance homogène, hyaline, finement granuleuse, avec de petites sphères granuleuses incluses çà et là dans son épaisseur, etc.), caractères qui la distinguent de tous les tissus élémentaires connus. C'est donc un tissu spécial de l'économie animale, aussi nettement caractérisé que les tissus nerveux, musculaires, etc., et qui au même titre doit recevoir un nom spécial, celui de *tissu électrique*.

Au contraire, la substance qui remplit les tubes sensitifs est plus transparente, incolore, plus molle : c'est plutôt un liquide très dense, car on n'y trouve pas de structure apparente; et çà et là quelques cellules, se rapprochant des cellules épithéliales quant aux caractères généraux, mais bien distinctes des épithéliums connus jusqu'à présent, naissent isolément ou en groupe dans cette substance. Aucun autre organe de la *Raie* ne renferme de cellules analogues.

c. Enfin, il existe un appareil particulier qui occupe chaque côté et presque toute la longueur de la queue des *Raies*; il est placé sous la peau, reçoit beaucoup de nerfs de la moelle caudale; il n'a pas de conduit excréteur, ni de communication avec les viscères. Sa structure est bien différente de celle des glandes étudiées jusqu'à présent; elle est au contraire très analogue et

presque identique à celle des appareils spéciaux des Poissons électriques déjà connus. Son tissu (*tissu électrique*) est identique ; la forme et l'empilement des disques diffèrent seuls. Un pareil organe est certainement chargé de dégager de l'électricité : c'est là l'appareil électrique des *Raies*, qui ne se trouve plus de chaque côté de la tête comme chez les *Torpilles*, mais de chaque côté de la queue. L'existence de cet organe démontre qu'il serait inutile de chercher à retrouver dans la tête des *Raies* un analogue de l'appareil qui se trouve dans la même région chez les *Torpilles*, puisqu'elles possèdent ce même appareil, mais ayant subi un grand déplacement, et présentant des différences de forme qui dépendent de la nouvelle position qu'il est venu occuper.

*B.* Il existe chez les *Raies* et tous les Plagiostomes, un peu en arrière de l'évent, entre la cavité branchiale en dehors, et les muscles qui séparent cet organe de la colonne vertébrale, une petite glande prismatique, triangulaire. Cette glande est élargie du côté de la face supérieure du corps, et séparée de la peau, en ce point, par un faisceau musculaire aplati et par un groupe de tubes sensitifs. Du côté opposé à la face supérieure, elle s'amincit en forme de coin pour s'engager entre la cavité branchiale et les muscles déjà indiqués, jusqu'à la veine jugulaire postérieure, qu'elle touche en ce point.

Cette glande n'a pas de conduit excréteur, elle reçoit ses artères des branches artérielles nourricières de la poche branchiale ; ses veines, bien plus nombreuses et plus volumineuses que les artères, se rendent à la jugulaire postérieure.

Elle est composée d'un amas de petits lobules d'un millimètre de long ; ovoïdes, un peu aplatis, d'une couleur grise tirant sur le rose. Ces lobules sont creux ; leur cavité est remplie de vaisseaux entrecroisés qui la traversent, et leurs intervalles sont comblés par un liquide grisâtre assez visqueux, dans lequel nagent une grande quantité de corpuscules particuliers que nous ne décrirons pas. Leurs parois sont faciles à déchirer, et formées de faisceaux de tissus cellulaires peu serrés ; aussi sont-elles faciles à rompre.

Il ne part de ces petits lobules aucun conduit excréteur ; chacun d'eux , au contraire , est clos de toute part , et appendu à des ramifications vasculaires.

Je n'ai pu suivre aucun nerf dans cette glande. Cette glande n'a encore été décrite par aucun des auteurs que j'ai consultés.

J'en ai donné une description , dont un résumé a été inséré dans les *Bulletins de la Société philomatique*, 1845. A cette époque , je n'avais pas encore recueilli tous les détails que je viens de donner. Me fondant alors sur l'absence de conduit excréteur , sur la disposition des lobules ovoïdes un peu aplatis , et sur sa position près de la cavité branchiale , je considérais cet organe comme une trace de l'appareil électrique qui existe chez les *Torpilles*.

Mais un examen plus attentif me fit abandonner bientôt cette opinion. Depuis lors , j'en ai donné une description complète , ainsi que de la glande thyroïde des *Raies* , de laquelle elle se rapproche par sa structure intime (*Bull. de la Soc. philom.*, 30 janvier 1847 ; *Journal l'Institut*, 10 février 1847).

Voici les arguments qui renversent complètement l'hypothèse que j'avais émise en premier lieu :

a. Cette glande n'est point située en dehors de la cavité branchiale comme l'appareil électrique des *Torpilles* , mais contre son bord interne.

b. Elle ne reçoit pas de nerfs , du moins on n'en voit pas se détacher des nerfs voisins (*N. vague*) pour s'y rendre.

c. Elle existe non seulement chez les *Raies* , mais chez les *Torpilles* , et occupe la même position que chez les *Raies*. Je l'ai trouvée aussi chez les Anges (*Squatina angelus*), le *Galeus canis*, les Roussettes (*Scyllium*), etc. ; elle existe probablement chez tous les Plagiostomes.

d. L'étude de sa structure intime n'y a pas fait reconnaître de traces du *tissu électrique*. Comparée sous ce point de vue à la thyroïdienne antérieure (*Glande de Sténon*) , elle présente avec elle une assez grande analogie. En outre , elle présente avec la jugulaire postérieure de son côté des rapports de situation qui se rapprochent de ceux de la glande de Sténon avec les jugulaires

antérieures. Ces considérations me font penser que ces deux glandes sont de même nature.

#### RÉSUMÉ DU PREMIER CHAPITRE.

1. Ét. Geoffroy Saint-Hilaire considère les tubes sensitifs des *Raies*, et les capsules fibreuses d'où ils partent, comme analogues de l'appareil électrique des *Torpilles*.

2. M. de Blainville pense qu'on ne doit pas comparer les tubes sensitifs à l'appareil des *Torpilles*, mais que ce sont peut-être les capsules fibreuses d'où partent ces tubes qui représentent l'appareil électrique.

3. Mayer considère comme un fait certain que la capsule fibreuse d'origine des tubes sensitifs, qui est placée entre la poche branchiale et le masséter, est un analogue de l'appareil électrique des *Torpilles*.

4. J'ai moi-même considéré pendant quelque temps, comme représentant un appareil électrique rudimentaire, une glande placée en arrière de l'évent, contre la face interne de la poche branchiale des *Raies*. Depuis, j'ai reconnu que c'était une glande vasculaire sans conduit excréteur analogue aux thyroïdes.

5. Les arguments suivants s'opposent à l'admission de l'une quelconque des comparaisons qui précèdent :

1° Les tubes sensitifs, leurs capsules fibreuses d'origine, et la glande que je viens de mentionner, existent chez les *Torpilles* et tous les autres Plagiostomes, à la même place, et aussi développés proportionnellement que chez les *Raies* ;

2° Leur disposition anatomique extérieure, leur structure intime (vaisseaux, nerfs, tissu propre) n'ont rien qui les rapproche de l'organisation des appareils électriques des *Torpilles*, etc. ;

3° Nous démontrerons plus loin que l'on trouve chez les *Raies* un appareil qui se rapproche sous tous les rapports, non seulement de l'organe électrique des *Torpilles*, mais encore de celui du *Gymnote* et du *Silure*. Il tient, relativement à plusieurs particularités anatomiques, à la fois de l'organisation des appareils de l'un et de l'autre de ces Poissons. Il comble une lacune dans la disposition anatomique des appareils électriques organiques déjà

connus. Seulement, au lieu d'être situé à la partie antérieure du corps, comme chez les *Torpilles*, il occupe les côtés de la queue, comme dans le *Gymnote*.

## CHAPITRE II.

### DES PIÈCES SOLIDES, DES MUSCLES, DES NERFS ET DES VAISSEAUX DE LA QUEUE DES RAIES.

Dans une première rédaction de ce travail, j'avais donné une description complète de ces organes ; aussi ce chapitre formait la partie la plus considérable de ce travail. Pour ne pas m'éloigner trop du but indiqué par le titre de ce mémoire, je réduirai ces descriptions à ce qu'elles ont d'indispensable pour l'intelligence du chapitre suivant. Je décrirai plus tard comparative-ment les organes précédents, considérés dans les principaux types des Poissons cartilagineux. Ce travail, aride par lui-même, donnera lieu de la sorte à des considérations pleines d'intérêt, qui, déjà traitées par plusieurs anatomistes relativement aux autres Vertébrés, ne l'ont pas encore été pour ceux-ci.

### ARTICLE I.

#### Des pièces solides de la queue.

La colonne vertébrale se prolonge dans toute l'étendue de la queue des Raies. Pour bien faire comprendre la disposition des vertèbres de cette région, il faut indiquer leur conformation au niveau du tronc. Au tronc les vertèbres sont composées :

1° *Du corps* : pièce cylindrique étranglée circulairement et rugueuse dans son milieu à la manière d'un sablier ; et dont les faces articulaires sont creusées d'une excavation conique.

2° *De l'apophyse épineuse* : elle est composée de trois pièces.

a. Une première pièce adhère au corps de la vertèbre dans toute l'étendue de la moitié supérieure de sa circonférence.

Cette pièce forme la moitié inférieure ou antérieure du canal vertébral, parce que celle de ses faces qui est opposée à la colonne vertébrale est creusée en gouttière demi-cylindrique. Chacune des lames qui limite cette gouttière se termine en pointe, comme le sommet d'un losange obtus. Chacune d'elles aussi est traversée dans son milieu d'un orifice destiné à donner passage à la racine antérieure des paires spinales.

*b.* Il résulte de la disposition de la pièce précédente que chaque vertèbre, en s'articulant avec la vertèbre voisine, laisse un angle rentrant libre, à sinus tourné en haut ou en arrière. Cet angle est rempli par la moitié inférieure d'une deuxième pièce qui est losangique. L'angle de cette pièce qui regarde la colonne vertébrale et s'unit aux pièces précédentes est creusé d'une gouttière demi-cylindrique, qui complète le canal vertébral, en se joignant à la gouttière semblable de la pièce précédente. Chacune des lames triangulaires qui limite la gouttière de cette pièce est aussi percée dans son milieu d'un trou destiné à la racine postérieure de chaque paire spinale.

Ainsi, cette pièce losangique est placée au niveau de l'articulation des deux vertèbres avec lesquelles elle s'articule. Il en est de même du trou de la racine postérieure. Au contraire, le trou dont est percée la pièce précédente se trouve (comme cette pièce) répondre au milieu du corps de la vertèbre; au niveau de son étranglement en un mot.

Enfin, de l'arrangement de ces pièces et de leurs trous, il résulte que ces derniers alternent d'avant en arrière, et de haut en bas; car tous les trous de la première pièce de l'apophyse épineuse sont au même niveau, mais sur une ligne placée plus bas que celle des trous de la série des secondes pièces.

*c.* Une troisième pièce complète l'apophyse épineuse supérieure. Elle est coupée en angle du côté de la colonne vertébrale, et s'articule dans l'angle rentrant, formé par l'union des pièces précédentes. Du côté opposé elle est coupée carrément et s'avance jusqu'à la peau. Ses bords antérieurs et postérieurs s'unissent avec les mêmes pièces des vertèbres voisines.

3° *L'apophyse épineuse inférieure* : elle manque complètement au tronc chez ces animaux.

4° *L'apophyse transverse* : elle adhère à chaque côté du corps de la vertèbre dorsale et au bord inférieur de la première pièce de l'apophyse épineuse supérieure.

A la queue les vertèbres sont composées des pièces suivantes :

1° *Du corps* : il ne diffère que par le volume de celui des vertèbres du tronc, il diminue peu à peu jusqu'à l'extrémité de la queue, où il est extrêmement petit.

2° *De l'apophyse épineuse supérieure* : elle est composée de plusieurs pièces comme aux vertèbres du tronc.

*a.* Vers les premières vertèbres caudales, la pièce *a* est constituée identiquement comme au tronc. Peu à peu le canal vertébral se rétrécissant, et cette pièce ne diminuant pas en proportion, reste plus volumineuse (relativement au canal vertébral), et au lieu d'être creusée d'une simple gouttière, elle est traversée par un trou complet.

Ainsi, les lames latérales de cette pièce, en se réunissant au-dessus de l'échancrure qui les sépare à leur base, forment un canal complet. Cette pièce conserve néanmoins toujours la forme triangulaire jusqu'au bout de la queue, du côté qui est opposé au corps des vertèbres. Mais son adhérence à cette dernière pièce diminue à l'extrémité de la queue, et tout à fait au bout, elle est un peu mobile sur le corps de la vertèbre.

*b.* A partir de la première vertèbre caudale, la pièce *b*, qui au tronc était percée d'un orifice destiné à la racine postérieure, cesse d'avoir cet orifice, quoique faisant encore partie du canal vertébral, par l'échancrure de celui de ses bords qui lui correspond. En même temps elle diminue de hauteur; elle perd sa forme losangique du côté de la peau, et devient irrégulière en se soudant avec la pièce *c*. Bientôt aussi, elle cesse de faire partie du canal vertébral qui est entièrement formé par la pièce *a*.

Il résulte de la disposition de la pièce *b* de l'apophyse épineuse supérieure; qu'elle ne donne plus passage à la racine postérieure des paires caudales, comme elle le faisait au tronc, puisque ses lames ne sont plus percées. Aussi, dans cet appendice du corps, les paires nerveuses ne sont plus disposées comme au tronc; dans cette région, en effet, il sort pour chaque vertèbre une racine postérieure et une antérieure de chaque côté; à la queue au contraire, il ne sort plus qu'une racine de chaque côté pour chaque vertèbre, et c'est alternativement une antérieure et une postérieure. Cette issue a toujours lieu par la pièce *a* de l'apophyse épineuse, parce que la pièce *b* n'est pas perforée.

*c.* La troisième pièce des apophyses épineuses commence à changer de forme dès la première vertèbre caudale. Peu à peu elle se soude avec la pièce précédente, se déforme et disparaît tout à fait à une distance plus ou moins considérable de l'origine de la queue suivant l'âge de l'animal.

3° *Apophyse épineuse inférieure.* La série des apophyses épineuses inférieures commence au niveau de la première vertèbre caudale par une pièce qui répond au corps des trois ou quatre premières vertèbres de la queue. Les apophyses épineuses inférieures des autres vertèbres sont composées de deux pièces, qui répondent aux pièces *a* et *b* des apophyses épineuses supérieures; la pièce *c* manque.

*a.* Cette pièce est semblable à la pièce correspondante de l'apophyse épineuse supérieure. Elle est triangulaire; sa base adhère à la face inférieure du corps de la vertèbre. Le côté opposé se termine en angle saillant en bas. Elle est aussi percée d'un canal (*trou vertébral inférieur*), qui, réuni à celui des autres vertèbres, forme le canal vertébral inférieur ou sous-caudal, destiné à loger l'artère et la veine sous-caudales. Cette pièce diminue peu à peu de volume, devient très faible et à peine

adhérente au corps de la vertèbre quand on approche de l'extrémité de la queue. Ses lames latérales ou parois du canal ne sont pas perforées, comme au canal vertébral supérieur; car les branches des vaisseaux ci-dessus sortent dans les intervalles des vertèbres; c'est-à-dire en traversant l'épaisseur du tissu qui unit chaque vertèbre à celle qui l'avoisine.

*b.* Cette seconde pièce de l'apophyse épineuse inférieure est triangulaire et disposée en sens inverse de la précédente; sa base est tournée vers la peau et lui adhère, elle est coupée carrément. Son sommet triangulaire s'enfonce exactement dans l'angle ouvert en bas que laissent entre elles les pièces précédentes en s'articulant.

Cette pièce diminue aussi peu à peu de volume en même temps que les précédentes et finit par devenir difficile à reconnaître.

4° Les apophyses transverses manquent complètement aux vertèbres caudales.

De la réunion du corps des vertèbres ou apophyses épineuses composées supérieures et inférieures, résulte une vertèbre prismatique à six faces, dont le diamètre vertical l'emporte du double environ sur le diamètre antéro-postérieur et davantage encore sur le diamètre transverse. Le corps des vertèbres, qui est cylindrique, dépasse un peu de chaque côté le diamètre transverse des apophyses, et forme une saillie arrondie sur chaque face latérale des vertèbres.

Le squelette de la queue est constitué uniquement par ces vertèbres unies les unes aux autres; il forme une sorte de pyramide allongée, à quatre faces, qui diminue graduellement à partir du bassin jusqu'à l'extrémité de la queue. Sur les deux plus larges faces, ou faces latérales, se voit dans toute leur étendue, la saillie arrondie du corps des vertèbres.

L'union du corps des vertèbres a lieu par l'intermédiaire de la substance qui remplit leur excavation conique; et celle des apophyses, par un tissu fibreux très serré, formant une couche mince entre elles; le périoste résistant qui recouvre les vertèbres est aussi un puissant moyen d'union.

#### RÉSUMÉ DE L'ARTICLE I.

1. Chaque vertèbre du tronc est composée: 1° du corps, qui est cylindrique; 2° d'une apophyse épineuse supérieure, complexe; 3° de deux apophyses transverses. Elle ne présente pas d'apophyse épineuse inférieure.

2. L'apophyse épineuse supérieure est composée de trois pièces.

*a.* La première pièce est irrégulièrement losangique, échancrée en haut, et ses lames latérales, percées d'un trou pour la paire antérieure des racines rachidiennes. Elle s'articule en bas avec le corps de la vertèbre.

*b.* La deuxième pièce est losangique, échancrée en bas. Cette échancrure, réunie à celle de la pièce précédente, complète le canal vertébral. Les lames latérales de cette échancrure ont un trou destiné à la paire postérieure des racines rachidiennes. Cette pièce s'articule avec la précédente.

*c.* La troisième pièce est prismatique, terminée par un angle dièdre qui s'articule avec les pièces *b*. La base du prisme répond à la peau.

3. Les trous destinés aux paires des racines nerveuses rachidiennes ne sont pas placés sur la même ligne verticale, ils alternent. En outre, les orifices des paires antérieures sont placés sur une même ligne longitudinale, mais située un peu plus bas que celle des racines postérieures.

4. C'est seulement hors du canal rachidien que les racines nerveuses antérieures et postérieures se réunissent.

5. A la queue les vertèbres sont composées : 1° d'un corps ; 2° d'une apophyse épineuse supérieure complexe ; 3° d'une apophyse épineuse inférieure, aussi complexe ; 4° les apophyses transverses manquent.

6. L'apophyse épineuse des vertèbres caudales est composée de trois pièces comme au tronc ; mais l'une de ces pièces, *c*, disparaît avant l'extrémité de la queue.

7. La pièce *b*, quoique concourant d'abord à former encore le canal vertébral supérieur, cesse, dès la première vertèbre caudale, de présenter de chaque côté un trou destiné aux paires postérieures des nerfs rachidiens.

8. La pièce *a* seule conserve sa disposition régulière et donne passage, par les orifices de ses lames latérales, alternativement à une paire antérieure et à une paire postérieure. Ainsi, la rangée des trous des racines postérieures disparaît à la queue, et les racines nerveuses diminuent également de moitié en nombre.

9. La pièce *b* cesse bientôt de concourir à la formation du canal vertébral, qui alors est entièrement formé par la pièce *a*. En même temps la pièce *b* devient irrégulière, diminue de volume et se soude plus ou moins complètement avec la pièce *c*.

10. L'apophyse épineuse inférieure est composée de deux pièces *a* et *b*.

11. La pièce *a* est semblable à la pièce correspondante supérieure, elle est creusée d'un trou, qui, réuni à celui des autres vertèbres, forme le canal vertébral inférieur ou sous-caudal, destiné à loger l'artère et la veine de ce nom.

12. Les lames latérales de la pièce *a* ne présentent pas de trou pour les branches des vaisseaux précédents ; ces branches traversent l'espace inter-articulaire.

13. La pièce *b* s'articule avec la précédente, par un de ses côtés ; l'autre côté s'étend jusqu'à la peau et lui adhère.

14. L'ensemble de ces pièces forme des vertèbres prismatiques à six faces, sans apophyses transverses ; elles vont en diminuant graduellement de volume de la base à l'extrémité de la queue, et sont unies solidement entre elles, par des ligaments inter-articulaires et par le périoste.

## ARTICLE II.

## Des muscles et des aponévroses.

Les muscles des parois du tronc chez les Raies, et ceux de la queue, présentent une disposition qui montre qu'ils sont surtout destinés à faire éprouver à la queue des mouvements de latéralité ; disposition qui est en rapport avec la conformation extérieure du squelette.

Quelques mots sur les muscles du tronc sont nécessaires pour bien faire comprendre la disposition de ceux qui leur correspondent à la queue.

Une partie de ces muscles ont été décrits par Cuvier et Meckel, mais leurs descriptions sont incomplètes. J'adopterai leurs dénominations pour ceux qu'ils ont décrits.

A. *Muscle de la région dorsale du tronc et de la queue.*

Ces muscles sont au nombre de deux ; ce sont, de dedans en dehors :

1. *L'épineux du dos.* (Cuvier.)
2. *Le long dorsal.* (Id.)

Ces muscles sont tous placés l'un à côté de l'autre et non superposés. Ils s'étendent en épaisseur, depuis la peau, dont ils sont séparés par l'aponévrose générale d'enveloppe, jusqu'au péritoine, dont ils sont aussi séparés par une aponévrose intérieure. Cette dernière aponévrose naît des apophyses transverses d'un côté, tapisse la face interne des muscles qui forment les parois de l'abdomen (muscles précédents), et se termine aux apophyses transverses de l'autre côté.

Les muscles énumérés plus haut sont séparés les uns des autres, par autant de cloisons aponévrotiques, très fortes, tendues entre les deux aponévroses précédentes, externe et interne. Il en est de même de ceux de la région latérale. Il résulte de là que ces muscles sont tous logés chacun dans une gaine aponévrotique spéciale, très forte, de forme généralement prismatique, mais qui varie un peu suivant les régions du corps.

1. *Muscle épineux du dos.*

Ce muscle commence à l'occiput et s'étend jusqu'à l'extrémité de la queue, en diminuant peu à peu de volume. C'est le seul de tous ces muscles qui suive un trajet aussi étendu ; aucun des autres n'atteint l'extrémité de cet appendice.

Toute la portion de ce muscle qui fait partie de la queue est séparée d'un muscle semblable situé à sa face inférieure, par une cloison fibreuse-transversale, qui se détache du corps des vertèbres, et se divise en deux feuillets s'écartant à angle droit de la cloison précédente, pour aller verticalement, l'un en haut, l'autre en bas, joindre l'aponévrose sous-cutanée. Ces feuillets séparent le muscle épineux du dos, et celui qui lui correspond à la face inférieure de la queue en dehors du long dorsal d'abord, et ensuite de l'appareil électrique, au-delà de l'extrémité du long dorsal.

Le muscle épineux du dos est formé principalement par deux ordres de fibres; 1<sup>o</sup> les unes naissent de la face latérale correspondante des apophyses épineuses; 2<sup>o</sup> les autres de la cloison qui le sépare du long dorsal. Il en naît quelques unes aussi de la face profonde de la gaine du muscle. Ces deux ordres de fibres convergent vers la ligne médiane centrale du muscle et s'y terminent par des faisceaux aponévrotiques qui se réunissent en tendon.

Chaque ordre de fibres donne naissance à une série de tendons qui en continue la direction; de sorte que le tendon né des fibres externes va s'insérer au sommet des apophyses épineuses; au contraire les tendons nés des fibres internes se dirigent vers le côté externe du muscle, percent le bord supérieur de la cloison qui les sépare du long dorsal, et s'épanouissent un peu pour donner insertion aux fibres musculaires de ce dernier muscle. A partir du niveau du bassin, ces tendons deviennent bien plus grêles que du côté opposé, et disparaissent tout à fait, au niveau du tiers moyen de la queue, qui est aussi l'endroit où le long dorsal cesse d'exister.

Ces deux ordres de tendons, correspondant aux deux ordres de fibres musculaires, se croisent sur la ligne médiane du muscle, avant d'émerger à sa surface; ils sont très grêles et suivent un trajet de 12 à 15 centimètres, avant d'arriver à leur point d'insertion. Dans tout ce trajet, chaque tendon glisse dans une gaine fibreuse, très résistante, qui est une dépendance de l'aponévrose générale d'enveloppe, c'est-à-dire lui adhère fortement.

#### RÉSUMÉ.

L'épineux du dos est étendu de l'occiput au bout de la queue; il est formé de deux ordres de fibres; les tendons qui leur font suite s'insèrent les uns en dedans au sommet des apophyses épineuses; les autres vont en dehors se continuer avec les fibres musculaires du long dorsal. Il agit fortement dans les mouvements de latéralité.

#### 2. *Muscle long dorsal.* (Cuvier.)

Ce muscle commence à l'occiput et s'étend jusqu'au premier tiers de

la queue, où il se termine en forme de coin effilé et très mince. Son volume, assez considérable au tronc, diminue assez rapidement à partir du bassin. Il est placé entre l'épineux du dos, qui est en dedans, et le sacro-lombaire, en dehors.

Le long dorsal est formé de deux ordres de fibres ; 1° les unes sont en dehors de la ligne médiane du muscle ; 2° les autres en dedans. A partir de cette ligne, elles s'écartent en divergeant à la manière des barbes d'une plume, et se dirigent d'avant en arrière, de la surface vers la profondeur du muscle.

1° Les fibres externes font suite aux tendons venus des fibres internes de l'épineux du dos, et vont s'insérer profondément sur la cloison qui sépare en dehors le long dorsal du sacro-lombaire.

2° Les fibres internes font suite à un tendon aplati très mince, qui pénètre de la gaine du sacro-lombaire dans celle du long dorsal, de la manière que nous indiquerons bientôt. Ce tendon s'avance jusqu'au milieu du muscle, se met en contact avec le tendon qui donne naissance aux fibres externes en formant avec lui un angle aigu ouvert en avant. Les fibres musculaires internes du long dorsal naissent alors de son extrémité, et vont s'insérer sur la cloison qui le sépare de l'épineux, et aussi à la paroi inférieure de la gaine qui le renferme.

#### RÉSUMÉ.

Le long dorsal est étendu de l'occiput au premier tiers de la queue ; il est formé de deux ordres de fibres qui divergent d'avant en arrière, en naissant sur la ligne médiane du muscle de prolongements tendineux fournis par les deux muscles voisins. Les unes s'attachent aux cloisons interne et inférieure ; les autres à la cloison externe et à l'inférieure.

#### A'. *Muscles des nageoires de la queue.*

Ces nageoires sont au nombre de deux ; elles ont chacune un muscle propre de chaque côté. Il n'y a pas de nageoires à la face inférieure de la queue.

##### 1. *Muscle de la première nageoire.*

Il est formé d'un faisceau musculaire très court, qui prend insertion sur la cloison transversale de la queue et sur les côtés du corps des vertèbres. Ce faisceau se dirige verticalement et s'applique contre les rayons des nageoires ; il se termine par des faisceaux aponévrotiques qui s'insèrent à ces rayons.

Ce muscle est enveloppé par une gaine fibreuse qui le maintient appliqué contre la base de la nageoire. Un faisceau de cinq à six tendons du muscle épineux dorsal contourne le côté externe du muscle précédent, et les fibres du muscle épineux manquent à ce niveau ; mais der-

rière le muscle de la nageoire, un faisceau musculaire naît de sa gaine fibreuse, et rend à l'épineux son volume ordinaire. Ce dernier faisceau musculaire se continue par des tendons qui vont à leur tour contourner le muscle de la deuxième nageoire; ce faisceau de tendons n'est également accompagné d'aucunes fibres musculaires.

### 2. *Muscle de la deuxième nageoire caudale.*

Ce muscle présente la même disposition que le précédent, sauf le volume, qui est moins considérable. Ses insertions, son aponévrose d'enveloppe sont semblables. Un faisceau de tendon le contourne, et derrière lui naît un autre faisceau musculaire qui continue l'épineux supérieur. Ce faisceau musculaire se termine par des tendons très déliés, qui se prolongent jusqu'au bout de la queue, mais cessant d'être accompagnés par les fibres musculaires 3 ou 4 centimètres avant leur terminaison.

#### RÉSUMÉ.

Les deux nageoires dorsales de la queue ont chacune un muscle semblable de chaque côté. Ce muscle naît de la cloison transversale et des faces latérales des vertèbres correspondantes. Il se termine par des fibres tendineuses sur les rayons de la nageoire. Il est enveloppé d'une gaine fibreuse. Le nerf latéral perce cette gaine et traverse le muscle. Un faisceau de tendons du long épineux dorsal contourne ce dernier, et derrière lui naissent des fibres musculaires destinées à continuer le muscle épineux.

### B. *Muscles de la région latérale de la queue.*

Ils sont au nombre de deux; ce sont :

- 1° *Le muscle sacro-lombaire;*
- 2° *Le muscle latéral de la queue.*

#### 1° *Muscle sacro-lombaire.* (Cuvier.)

Ce muscle naît à l'occiput et se termine vers le premier tiers de la queue. Il est prismatique quadrangulaire au tronc; mais, à la queue, il s'arrondit. Il est placé entre le long dorsal en dedans, les muscles abdominaux en dehors. Le nerf latéral est placé dans sa gaine, profondément au tronc, et sur la face externe à la queue. La veine latérale accessoire sous-cutanée suit son bord interne après avoir quitté l'intervalle de l'épineux et de l'appareil électrique. En quittant la face latérale de l'appareil électrique, la veine latérale, accompagnée du nerf précédent, suit son bord externe.

Au niveau du bassin, les faces externes supérieure et inférieure de ce muscle s'arrondissent, et la première devient sous-cutanée un peu avant la terminaison du muscle, par suite de la terminaison du prolongement des muscles abdominaux à la queue. Ce muscle est formé d'une série de

faisceaux musculaires très courts, s'insérant sur les faces antérieures et postérieures de cloisons fibreuses, inclinées d'avant en arrière et de la profondeur vers la surface.

Ces cloisons fibreuses sont comme imbriquées, mais séparées l'une de l'autre par les faisceaux musculaires auxquels elles donnent naissance. Cette imbrication est très apparente à la face dorsale du muscle lorsqu'on a enlevé la peau et l'aponévrose générale d'enveloppe, à laquelle s'insère l'extrémité de ces cloisons. On peut voir alors, du côté du long dorsal, se détacher de chaque cloison un tendon aplati, qui pénètre dans la gaine de ce dernier muscle, et donner naissance à ses fibres internes.

Lorsque le muscle s'arrondit vers le bassin, les cloisons se courbent sur elles-mêmes, d'abord en demi-cônes concaves en dedans, puis en cônes complets emboîtés les uns dans les autres, très obliques et très rapprochés. C'est au fond d'un de ces cônes, à 15 ou 20 centimètres du bassin, que commence l'appareil électrique. Il naît environ six ou huit cônes fibreux circulairement autour du premier quart de la longueur de l'appareil électrique; mais les faisceaux musculaires auxquels ils donnent naissance deviennent de plus en plus courts, et disparaissent bientôt tout à fait. L'appareil électrique devient alors sous-cutané.

Les derniers cônes fibreux du sacro-lombaire sont très rapprochés l'un de l'autre. Les faisceaux musculaires auxquels ils donnent insertion sont courts, arrondis comme de petits bâtonnets, à surface lisse, à extrémité légèrement conique, et rangés régulièrement les uns à côté des autres, comme les pièces des mosaïques, et faciles à séparer à cause de leur peu d'adhérence ensemble. Cette disposition des faisceaux musculaires est spéciale à ce muscle, et mérite d'être signalée à cause de sa singularité.

#### RÉSUMÉ.

Le muscle sacro-lombaire s'étend de l'occiput au premier tiers de la queue. Il est formé d'un seul ordre de fibres courtes s'insérant à des cloisons aponévrotiques régulièrement espacées, suivant la longueur du muscle, et placées obliquement. Ces cloisons se contournent en cônes à la queue, et c'est du fond d'un de ces cônes, au centre du muscle, que commence l'appareil électrique.

#### 2. *Muscle latéral de la queue.* (Ch. R.)

Ce muscle n'est pas une continuation directe des muscles du tronc, comme les précédents. Sur la face antérieure d'une cloison tendue entre la gaine du sacro-lombaire et la branche ascendante du pubis, ainsi que sur le bord antérieur de ce cartilage, se termine le latéral de l'abdomen. Sur la face postérieure de la même cloison et le bord postérieur du cartilage précédent, naît le latéral de la queue.

Ce muscle cesse à peu près au même niveau que le long dorsal, mais un peu avant, c'est-à-dire vers le premier tiers de la queue.

Il est arrondi et convexe en dehors, où il répond à la peau et au membre postérieur; il est concave en dedans, où il s'applique contre le sacro-lombaire, dont il est séparé par une cloison aponévrotique épaisse. Ce muscle est formé de fibres assez longues, étendues un peu obliquement de dedans en dehors de l'aponévrose profonde de sa gaine à l'aponévrose superficielle, et d'avant en arrière. C'est entre son bord supérieur et le bord correspondant du sacro-lombaire que rampe la veine latérale.

#### RÉSUMÉ.

Le muscle latéral de la queue ne fait pas suite au latéral de l'abdomen; il commence à la face postérieure d'une cloison placée entre la gaine du sacro-lombaire et la branche ascendante du pubis. Sur la face antérieure de cette cloison, se termine le latéral de l'abdomen. Il se termine un peu avant le premier tiers de la queue. Ses fibres sont dirigées de la profondeur à la surface et d'avant en arrière.

#### C. *Muscles de la région antérieure ou abdominale de la queue.*

Ainsi qu'on a pu le voir dans la description précédente, les muscles épineux supérieur et long dorsal n'occupent pas toute l'épaisseur de la queue, mais s'étendent seulement depuis le niveau des apophyses épineuses supérieures jusqu'à celui du corps des vertèbres.

Là se trouve une cloison fibreuse transversale qui naît au milieu des faces latérales du corps des vertèbres, et sépare les muscles précédents de deux muscles semblables qui s'étendent depuis le bassin jusqu'au bout de la queue, et dont il va bientôt être question (muscle épineux caudal inférieur et muscle ilio-caudal).

Près du bassin, cette cloison fibreuse est double; elle est comme doublée par le sacro-lombaire, qui, très volumineux à ce niveau, s'avance jusqu'aux faces latérales des vertèbres, et s'interpose entre les muscles épineux supérieur et inférieur. Plus loin, le sacro-lombaire diminuant de volume, les cloisons se rapprochent et se confondent en une seule, qui est celle dont nous avons parlé.

Tous ces muscles, comme les précédents, s'insèrent dans toute leur étendue exclusivement sur les cloisons fibreuses qui les séparent les uns des autres, et seulement à l'une de leurs extrémités sur des cartilages. Les muscles épineux inférieur et supérieur font seuls exception; car, dans toute la longueur d'une de leurs faces, ils s'insèrent sur les faces latérales des vertèbres correspondantes.

#### 1. *Muscle épineux caudal inférieur.* (Ch. R.)

Ce muscle naît par un tendon très allongé de la face antérieure des

vertèbres du milieu de la colonne dorsale. Il se termine à l'extrémité de la queue, en diminuant peu à peu de volume. Ses fibres musculaires commencent vers la première vertèbre caudale. A partir de ce point, il a la même disposition que le muscle correspondant de la face supérieure de la queue; mais il est tourné en sens inverse, c'est-à-dire que sa plus large face regarde en bas.

Ce muscle naît de chaque côté de l'aorte abdominale par un tendon aplati, dont les deux bords adhèrent aux vertèbres, et qui recouvre ce vaisseau. Ce tendon devient de plus en plus épais en approchant du bassin; ses bords surtout s'arrondissent, commencent à former deux tendons distincts réunis par une forte membrane. Vers la troisième ou quatrième avant-dernière vertèbre du tronc, ces deux faisceaux s'envoient réciproquement une partie de leurs fibres, qui s'entrecroisent au-devant de l'aorte en formant une forte arcade fibreuse. Dès ce niveau, les tendons cessent d'adhérer aux vertèbres; ils s'isolent, s'arrondissent, et leurs bords internes seulement sont réunis par une mince membrane fibreuse. Quelques centimètres plus loin, au niveau de la première vertèbre caudale, ce tendon donne naissance au muscle, qui commence par une extrémité conique arrondie, qui plus loin devient prismatique.

Les vertèbres auxquelles les tendons précédents n'adhèrent pas, c'est-à-dire les trois ou quatre dernières vertèbres du tronc, donnent naissance aussi de chaque côté de l'aorte à deux tendons, qui présentent en petit la même disposition que celle des tendons précédents.

Ainsi ils naissent de chaque côté de l'aorte, à partir du niveau de l'arcade des tendons principaux, et sont réunis ensemble au-devant d'elle et l'enveloppent; puis bientôt leurs bords deviennent épais, s'arrondissent en forme de tendons qui s'entrecroisent aussi en formant une arcade semblable à la précédente. A partir de cette arcade, les deux tendons s'isolent davantage, s'écartent l'un de l'autre au niveau de la première vertèbre caudale pour se perdre sur la face interne de chaque faisceau musculaire correspondant né des tendons décrits auparavant.

Sur les bords externes des tendons principaux naissent de chaque côté une membrane fibreuse qui passe au-devant de la veine cave et du rein correspondant pour se joindre à l'aponévrose générale d'enveloppe, au bord externe du rein, et former ainsi une gaine à ce dernier organe.

Avant de décrire le muscle proprement dit, je donnerai quelques détails sur son origine chez l'Ange (*Squatina angelus* R.). Sur ce Poisson, l'origine a lieu plus haut dans l'abdomen que chez les Raies, et ils s'isolent aussi de la colonne vertébrale à une distance plus considérable du bassin. Ils forment une arcade fibreuse par entrecroisement de leurs fibres. Cette arcade est plus étroite, mais plus épaisse au centre qu'aux bords. Elle présente une concavité tournée en bas ou en arrière, se con-

tinuant avec une membrane qui joint les deux tendons l'un à l'autre. Elle a un autre bord concave tourné en avant et en haut; ce bord est épais, arrondi; entre lui et l'aorte s'enfonce un gros faisceau de fibres musculaires blanches qui proviennent de la réunion en une seule masse de toutes les fibres musculaires blanches qui forment le mésentère musculéux de l'intestin grêle. Ce faisceau musculéux va s'insérer sur la paroi externe fibreuse de l'aorte même, et il lui adhère fortement derrière l'arcade fibreuse des tendons décrits précédemment.

De chaque côté des tendons décrits plus haut se détache une lame fibreuse qui passe au-devant des veines caves et des reins, et va s'unir à l'aponévrose d'enveloppe interne, le long du bord externe des reins, et leur forme une gaine fibreuse. Quant à l'aponévrose d'enveloppe qui passe derrière les reins, près de son insertion aux apophyses transverses, il s'en détache un feuillet fibreux qui vient s'unir devant l'aorte avec le feuillet semblable du côté opposé, en appliquant l'aorte contre la colonne vertébrale. Dans la partie des tendons qui s'insère à la colonne vertébrale, le feuillet précédent se confond avec les tendons eux-mêmes.

Les fibres musculaires se détachent des tendons qui viennent d'être décrits, au niveau de la première vertèbre caudale, comme chez la Raie.

Chez les Raies, le péritoine forme sur le côté externe de chacun des muscles précédents un cul-de-sac assez profond.

Je reviens actuellement à la description de l'épineux caudal inférieur sur les Raies.

Il répond dans toute son étendue à la queue, en dehors au long dorsal inférieur ou ilio-caudal, et plus loin à l'appareil électrique; en dedans, il est séparé de celui du côté opposé par les apophyses épineuses inférieures.

Peu à peu ce muscle diminue de volume, et prend la même forme et le même volume que l'épineux supérieur. Ses fibres musculaires et les tendons qui leur font suite se comportent d'une manière identique; ils s'insèrent aux apophyses épineuses inférieures.

#### RÉSUMÉ.

1° Le muscle épineux caudal inférieur naît par un tendon très allongé vers le milieu de l'abdomen, à la face antérieure des vertèbres de cette région, et se termine à l'extrémité de la queue.

2° L'origine a lieu dans une grande étendue par les bords d'un tendon aplati couché devant l'aorte, et dont les bords s'insèrent de chaque côté de ce vaisseau.

3° Les fibres de ce tendon s'entrecroisent près du bassin; de l'arcade qu'elles forment ainsi partent deux tendons d'où naissent les fibres musculaires vers la première vertèbre caudale.

4° Deux tendons très courts qui présentent en petit la même disposition que le précédent adhèrent aux vertèbres sur lesquelles les tendons précédents ne s'insèrent pas, c'est-à-dire les trois dernières vertèbres sacrées. Ces tendons donnent naissance aux fibres de la partie interne du muscle.

5° La même disposition se retrouve chez l'Ange (*Squatina angelus*, R.); seulement les tendons sont plus forts, et entre le bord supérieur de l'arcade qu'ils forment en s'entrecroisant au-devant de l'aorte et ce dernier vaisseau s'enfonce le faisceau musculaire, formé par la réunion des fibres du mésentère musculéux. Ce faisceau s'insère sur la paroi antérieure même de l'aorte.

6° Du bord externe de ces tendons part une lame fibreuse qui passe au-devant de la veine cave et des reins, et leur forme une gaine.

7° Le muscle épineux inférieur né de ces tendons est d'abord arrondi ; mais, plus loin, il devient prismatique, et se comporte de la même manière que le muscle épineux supérieur.

## 2. *Muscle pubio-caudal.* (Ch. R.)

Ce muscle est pour la face inférieure de la queue ce qu'est la portion caudale du long dorsal pour la face supérieure de cet appendice.

Il commence au bassin et se termine vers le premier tiers de la queue.

Son origine a lieu par un faisceau large et aplati, puis arrondi au bord antérieur du pubis jusqu'à l'articulation avec le fémur, dont la tête elle-même donne insertion à un faisceau assez volumineux. Il se rétrécit peu à peu, devient prismatique, se place entre l'épineux inférieur et le sacro-lombaire, et se termine en s'amincissant peu à peu.

Son faisceau d'insertion au bassin passe sur le côté correspondant du cloaque, et les deux muscles correspondants doivent resserrer et appliquer l'une contre l'autre les deux parois de cette cavité en se contractant. C'est en arrière du cloaque qu'il est entièrement logé entre les deux muscles précédents.

Les fibres de ce muscle se comportent avec les tendons du sacro-lombaire et de l'épineux inférieur, de la même manière que celles du muscle correspondant de la partie supérieure de la queue.

Nous verrons plus loin que la portion de ce muscle qui resserre le cloaque ne reçoit pas ses nerfs de la même source que la portion qui fait partie de la queue proprement dite, quoique les fibres musculaires aient la même couleur, et que les faisceaux qu'elles forment puissent être suivis d'une extrémité du muscle à l'autre.

## RÉSUMÉ.

Ce muscle correspond au long dorsal de la face opposée de la queue. Il commence au bassin par un faisceau large, puis arrondi, passe contre

le côté correspondant du cloaque, puis se prolonge à la queue pour se terminer vers son premier tiers. Ses fibres musculaires répètent dans cette dernière partie la disposition du muscle correspondant à la face supérieure de la queue.

#### RÉSUMÉ DE L'ARTICLE II

1° Les muscles de la queue des Raies sont, comme ceux du tronc, renfermés dans des gaines formées par de fortes aponévroses sur lesquelles prennent insertion les fibres musculaires.

2° Ces gaines sont en général de forme prismatique et allongées comme les muscles qu'elles renferment.

3° Les muscles de la face supérieure de la queue sont séparés de ceux de la face inférieure par une cloison fibreuse, placée transversalement au niveau du corps des vertèbres. Elle se divise en deux feuillettes, dont l'un se porte en haut, l'autre en bas, vers l'aponévrose générale d'enveloppe. Ils séparent des muscles de la queue l'appareil électrique, dont le milieu de la face interne répond à la division de cette cloison. C'est dans l'épaisseur de cette cloison que rampent les vaisseaux et nerfs destinés à l'appareil électrique.

4° Les muscles de la queue sont au nombre de six.

#### A. *Muscles de la région supérieure.*

1° *Épineux dorsal.* Il va de l'occiput à l'extrémité de la queue.

2° *Long dorsal.* Il va de l'occiput au premier tiers de la queue.

A'. *Muscles des nageoires caudales.* Ils sont au nombre de deux pour chaque nageoire, et semblables en tous points. Ils sont appliqués contre la base de ces organes et maintenus par une gaine aponévrotique.

#### B. *Muscles de la région latérale.*

1° *Sacro-lombaire.* Il va de l'occiput au tiers de la queue. L'appareil électrique commence au centre de ce muscle, et le continue quant à la position et la direction.

2° *Muscle latéral de la queue.* Il s'étend d'une cloison placée entre le bassin et le muscle précédent jusque vers le premier tiers de la queue.

#### C. *Muscles de la région inférieure de la queue.*

Ces muscles répètent en tout point la disposition de ceux de la région supérieure dans cette partie du corps.

1° *Muscle épineux inférieur.* Il naît au milieu de l'abdomen, de la face antérieure du corps des vertèbres, par un tendon qui est d'abord commun aux deux muscles congénères et se partage ensuite en deux. Il s'étend jusqu'à l'extrémité de la queue.

2° *Muscle pubio-caudal*. Il répond au long dorsal ; il s'étend du pubis au premier tiers de la queue , en passant sur les côtés du cloaque, qu'il peut resserrer en se contractant en même temps que celui du côté opposé.

### ARTICLE III.

#### Des nerfs de la queue des Raies.

Au tronc , les muscles reçoivent leurs nerfs des paires spinales , dont la distribution ne présente rien de bien différent de celle qui a lieu chez les autres Poissons. Mais à la queue , avec la disposition spéciale des muscles et la présence de l'organe électrique , coïncide une autre distribution des nerfs.

Les racines nerveuses qui viennent de la moelle caudale ou coccygienne se réunissent seulement en dehors de la colonne vertébrale ; l'antérieure avec la postérieure pour former un chiasma, immédiatement au-delà du ganglion de la racine postérieure. De ce chiasma naissent deux paires nerveuses ; l'une se rend au-dessus, et l'autre au-dessous de la cloison fibreuse moyenne, et donnent naissance, chacune avec des branches semblables, à un long cordon nerveux (*nerf longitudinal supérieur ou postérieur ; nerf longitudinal antérieur ou inférieur*). Ces nerfs s'étendent depuis la première vertèbre caudale jusqu'à la dernière, et fournissent tous les nerfs musculaires et cutanés de la queue.

Quant aux nerfs de l'appareil électrique , ils naissent soit des racines nerveuses avant leur réunion en chiasma , soit directement de ce chiasma, soit enfin des paires nerveuses qui en partent ; ils suivent l'épaisseur de la cloison transversale pour gagner l'appareil. Ce dernier organe ne reçoit rien du nerf latéral de la huitième paire ; ce nerf ne fournit qu'au canal mucifère.

Nous aurons à traiter successivement :

1. *De la moelle épinière à la queue.*
2. *Des racines nerveuses qui partent de la moelle.*

A. *Des branches que donnent ces racines avant leur réunion en chiasma.*

3. *Du chiasma formé par la réunion des racines des nerfs de la queue.*

A'. *Des branches qui partent du chiasma.*

4. *Des paires nerveuses auxquelles donne naissance le chiasma des racines caudales.*

A''. *Des branches auxquelles donnent naissance les paires caudales.*

5. *Des nerfs longitudinaux de la queue.*

6. *Des nerfs qu'ils fournissent : a aux muscles, b à la peau.*

1. *De la moelle épinière à la queue, ou moelle caudale.*

Elle est une continuation de la moelle (Pl. 3, fig. 2) épinière proprement dite; il n'y a pas de limite qui les sépare. Elle s'étend jusqu'à la dernière vertèbre caudale, où elle se termine en pointe graduellement effilée. Sa forme est celle d'un prisme quadrangulaire, dont les angles sont arrondis. Le diamètre vertical de sa coupe est un peu plus considérable que le diamètre horizontal.

Elle présente un sillon antérieur et un sillon postérieur. Dans toute l'étendue du sillon antérieur existe une artère assez grosse. Dans le sillon postérieur existe une veine bien plus grosse que l'artère; cette veine s'étend aussi de l'extrémité la plus reculée de la moelle jusque dans la cavité du crâne. La moelle ne remplit que les deux tiers du canal rachidien à la queue; ces vaisseaux achèvent de remplir ce canal. Les capillaires artériels et veineux couvrent la pie-mère de réseaux très serrés. Il en part aussi des rameaux qui forment des réseaux très riches à la surface de la dure-mère, ou périoste du canal rachidien caudal. Quelques rameaux suivent les paires nerveuses, sortent du canal avec elles, et s'anastomosent avec les vaisseaux du périoste et des muscles épineux.

## RÉSUMÉ.

1° La moelle caudale continue la moelle épinière; il n'y a pas de différence anatomique entre l'une et l'autre, sauf le volume.

2° La moelle caudale s'étend jusqu'à la dernière vertèbre et s'y termine en pointe. Elle est prismatique quadrangulaire.

3° La face antérieure présente un sillon rempli par une grosse artère. La face postérieure est creusée d'un sillon semblable que parcourt une veine qui a au moins le double de l'artère. Ces sillons ne pénètrent pas aussi profondément que chez les mammifères.

2. *Racines des nerfs de la queue.* (Pl. 3, fig. 2.)

Il naît de chaque côté du sillon de la face antérieure de la moelle une série de racines nerveuses disposées par paires. D'autres racines disposées de la même manière naissent de chaque côté du sillon de la face postérieure.

Les racines antérieures, et les racines postérieures forment de petits cordons cylindriques, d'un millimètre au plus de diamètre sur les grands individus. Ce diamètre varie avec l'âge. Ces cylindres ne présentent pas de faisceaux de fibres visibles à l'œil nu. Ils sont légèrement aplatis à leur point d'émergence, et s'arrondissent assez brusquement.

Leur couleur d'un blanc de lait pur se détache sur le fond plus grisâtre de la pie-mère et de la dure-mère. Leur substance est molle, pulpeuse; cependant ces cordons se rompent assez difficilement à cause du

névrilème mince, mais résistant qui les enveloppe et les fixe à la pièce.

Les racines postérieures se détachent de la moelle épinière très près du sillon postérieur et sont un peu masquées par la veine qui suit ce sillon. Les racines antérieures naissent un peu plus loin de ce sillon, et par conséquent plus près de l'angle de réunion des faces latérales, avec la face antérieure de la moelle.

Ce que ces racines présentent surtout de singulier, c'est que les paires postérieures et antérieures ne naissent pas sur le même plan perpendiculaire à la longueur de la moelle, comme on le voit pour les autres Vertébrés; mais il naît alternativement une racine antérieure, une postérieure, une antérieure, etc. Cette alternance vient de ce qu'à la queue les racines nerveuses sont de moitié moins nombreuses qu'au tronc, c'est-à-dire qu'au niveau de chaque paire de racines antérieures ou postérieures il manque la paire correspondante de racines postérieures ou antérieures. A la moelle épinière du tronc ces racines existent et se correspondent, mais il y a alternance pour leur issue des vertèbres.

Ainsi, les racines postérieures naissent toujours à 1 centimètre au moins en arrière du plan qui passerait par le point d'origine des racines antérieures, avec lesquelles elles doivent se réunir pour former le chiasma.

Les racines antérieures et les racines postérieures sortent du canal rachidien avant de se réunir en ganglion. Leur issue n'a pas lieu par un trou de conjugaison placé au niveau d'une articulation inter-vertébrale, comme chez les autres Vertébrés, mais par un trou qui traverse les lames de chaque apophyse épineuse. En outre, ce trou ne donne pas passage à la fois à une racine antérieure, et à une postérieure; mais seulement à l'une des deux, et chaque racine remplit exactement le trou qui lui est destiné, et son diamètre paraît moindre dans le trou qu'au dehors, parce que le périoste qui tapisse le trou sert de névrilème au nerf ou réciproquement.

Comme chaque lame de l'apophyse épineuse n'a qu'un trou, il en résulte que chaque vertèbre ne laisse passer qu'une paire de racines, savoir, alternativement une paire antérieure et une paire postérieure.

a. Les racines antérieures suivent le trajet suivant dans le canal rachidien. Elles restent appliquées contre l'angle antérieur de la moelle près duquel elles naissent, et après au moins 1 centimètre de trajet, elles se portent brusquement en dehors et traversent le trou par lequel elles sortent de ce canal. Au sortir de cet orifice, la racine se trouve placée sous le périoste entre lui et le cartilage, se porte en arrière et en bas, et après 10 à 13 millimètres de trajet reçoit la racine postérieure que nous allons décrire.

b. Les racines postérieures naissent à 10 ou 15 millimètres plus bas que les antérieures sur lesquelles elles doivent se jeter.

Elles se portent immédiatement sur les côtés de la moelle, puis se recourbent pour se diriger en arrière entre elle et les parois du canal vertébral, et après un trajet de 4 à 6 millimètres dans cette direction, elles se portent en dehors pour traverser le conduit creusé dans la lame vertébrale qui leur correspond. Au sortir de ce conduit elle reste entre le périoste et la vertèbre, et se jette sur la racine antérieure après un trajet de 3 à 5 millimètres au plus. De la réunion de ces deux racines résulte un *chiasma* qui est aussi placé entre le périchondre et la vertèbre.

Un peu avant sa réunion à la racine antérieure, la postérieure présente un petit renflement (*ganglion*) long de 2 à 4 millimètres, épais de 2 millimètres environ. Il est de forme olivaire, gris, rougeâtre, demi-transparent. Il est formé exclusivement de deux ordres de globules ganglionnaires: les uns, plus gros, sphériques, reçoivent, à celui de leurs pôles tourné vers la moelle, les fibres larges ou sensibles; et du pôle opposé, repart cette fibre, pour se distribuer dans les organes de la périphérie. Les autres globules, plus petits, allongés, se comportent de la même manière avec les fibres étroites ou sympathiques qui concourent à la formation de la racine postérieure. Un peu de tissu cellulaire réunit ensemble ces deux ordres de globules et les deux ordres de fibres qui leur correspondent. Les gros globules, qui correspondent aux fibres larges ou sensibles, ont de 0<sup>m</sup>,095 à 0<sup>m</sup>,150; les fibres correspondantes ont de 0<sup>m</sup>,020 à 0<sup>m</sup>,030. Les petits globules, qui correspondent aux fibres étroites ou sympathiques ont de 0<sup>m</sup>,080 à 0<sup>m</sup>,115 de long, sur 0<sup>m</sup>,050 à 0<sup>m</sup>,070 de large; les fibres étroites qui leur correspondent ont de 0<sup>m</sup>,004 à 0<sup>m</sup>,007. (Voir la description de ces globules et fibres, in *Bulletin de la Soc. philomat.*, 1847. Journal *l'Institut*, mars 1847.)

Ainsi, on a pu voir plus haut que la racine postérieure, avant de se jeter sur la racine antérieure, suit un trajet, tant intra qu'extra-vertébral, qui est plus de moitié moindre que celui de la racine antérieure.

Quant à la paire de racines antérieures qui doit aller donner naissance, un peu plus loin, à un nouveau *chiasma*, elle naît seulement 4 ou 5 millimètres plus en arrière que la racine postérieure qui est au-devant d'elle, c'est-à-dire, précisément au niveau du coude que fait cette dernière racine pour s'enfoncer dans le conduit de la lame vertébrale.

Il résulte de là que les deux racines qui doivent former un ganglion par leur réunion naissent bien plus loin l'une de l'autre; que l'une et l'autre ne sont éloignées de l'une des deux racines du *chiasma* qui les suit ou les précède.

A la moelle épinière du tronc, la même disposition existe; la seule différence qu'il y ait, c'est que les racines antérieures et postérieures sont

de moitié plus nombreuses, c'est-à-dire, que sur un plan perpendiculaire au grand axe de la moelle il naît une paire de racines antérieures et une de racines postérieures; mais il y a alternance pour l'issue de ces racines hors du canal rachidien. A la queue, au contraire, il y a à la fois alternance d'origine à cause de l'absence de racines nerveuses, et alternance pour l'issue.

*A. Branches fournies par la racine antérieure avant sa réunion à la racine postérieure.*

Au tronc et à l'origine de la queue jusqu'au niveau de l'appareil électrique, la racine antérieure ne fournit aucune branche; mais à partir de ce point elle en donne à l'organe précédent. Elles naissent toujours près de la réunion des deux racines en un seul chiasma.

La disposition des racines hors du canal rachidien empêche que la postérieure ne fournisse des branches, comme le fait la racine antérieure. En effet, la racine postérieure se confond avec l'antérieure presque aussitôt après la sortie du canal rachidien. Cette dernière, au contraire, suit un long trajet sous le périoste, avant de se joindre à la postérieure.

Ces branches sont au nombre de une à deux, toujours très fines, les plus grosses ne dépassant guères un tiers de millimètre. Près de l'origine de la queue, la cloison fibreuse transversale étant divisée en deux feuilletts, les nerfs ne la traversent pas, mais traversent le périoste; puis arrivent dans l'appareil électrique, après avoir traversé quelques unes des couches du muscle sacro-lombaire, au centre desquelles se trouve cet appareil. Enfin, lorsque le muscle sacro-lombaire n'existe plus, ces nerfs traversent la cloison fibreuse transversale dont il a été question plus haut, et à leur issue de cette aponévrose se distribuent dans l'organe électrique.

Ce mode de distribution est le même pour tous les nerfs qui vont au sacro-lombaire ou à l'appareil électrique; seulement ceux du muscle se ramifient dans son épaisseur dès qu'ils ont traversé le périoste, car la cloison n'existe pas encore à son niveau.

#### RÉSUMÉ.

1° De chaque côté du sillon postérieur de la moelle, et près de ce sillon naît une série de racines nerveuses disposées par paires. Les racines antérieures ne naissent pas au même niveau.

2° A peu près sur l'angle de réunion de la face antérieure et des faces latérales de la moelle, par conséquent, assez loin du sillon antérieur, naissent les racines antérieures, également disposées par paires. On vient de voir que les racines postérieures ne naissent pas sur le même plan.

3° Il y a toujours deux paires nerveuses, une antérieure et une posté-

rière qui naissent très proche l'une de l'autre (4 à 6 millimètres); il faut ensuite parcourir un espace au moins double avant d'arriver à l'origine de la paire qui suit ou qui précède. Chaque racine postérieure s'unit toujours à une racine antérieure avant de donner des nerfs; mais c'est toujours avec la racine qui naît loin d'elles que ces racines se joignent et jamais à celles qui naissent à peu de distance de leur origine.

4° Chaque racine postérieure, immédiatement avant sa réunion à l'antérieure, présente un petit ganglion en forme d'olive, allongé, d'un gris rougeâtre, demi-transparent à la périphérie. Il est formé de deux ordres de globules (gros ou sensitifs, et petits ovoïdes ou sympathiques), auxquels correspondent deux ordres de tubes (tubes larges ou sensitifs, et étroits ou sympathiques). La structure des deux ordres de globules diffère beaucoup, celle des tubes également. Jamais les tubes larges ne s'unissent aux petits globules et réciproquement. Les tubes ne naissent pas de ces globules, mais chaque tube né de la moelle vient s'aboucher dans la cavité du globule par le pôle de cet organe qui est tourné vers la moelle et renaît au pôle opposé pour aller se distribuer dans les organes.

5° La même disposition se retrouve au tronc; la seule différence qu'il y ait avec la queue, c'est que, sur le même plan perpendiculaire au grand axe de la moelle, il naît une paire de racines antérieures et une paire de racines postérieures. A la queue, au contraire, il manque alternativement une paire de racines antérieures et une paire de racines postérieures.

6° Les racines ne se réunissent qu'au dehors du canal rachidien.

7° Leur issue a lieu par un orifice creusé dans la lame latérale de l'apophyse épineuse, et il ne sort qu'une paire à la fois, de sorte que chaque vertèbre ne donne passage qu'à une racine, alternativement à une racine antérieure et à une racine postérieure.

8° Les racines antérieures, avant de se réunir aux postérieures, suivent, tant au dehors que dans le canal rachidien, un trajet qui est au moins double de celui que suivent les racines postérieures.

9° La disposition anatomique précédente permet aux racines antérieures de donner des branches à l'appareil électrique. Elles sont au nombre de une ou deux, et très grêles. Quelques unes des racines antérieures n'en fournissent pas, mais très rarement.

10° Les racines antérieures ne fournissent aucun filet au tronc ni à l'origine de la queue. C'est seulement depuis le niveau de l'extrémité antérieure de l'appareil qu'elles en donnent, et ces branches naissent toujours près du chiasma des deux racines.

11° Les racines postérieures ne fournissent pas de branches avant leur réunion en chiasma.

### 3. Du chiasma que forment les racines nerveuses en se réunissant.

Les racines nerveuses se réunissent ensemble entre le périchondre et le tissu de la vertèbre, d'une part, à peu près au niveau de la symphyse vertébrale qui suit l'issue de la racine postérieure, et d'autre part au niveau de l'insertion de la cloison moyenne fibreuse transversale avec le périchondre, c'est-à-dire au niveau du corps des vertèbres.

De leur réunion résulte un corps quadrilatère allongé, d'une épaisseur de 1 millim. au plus, qui est égale dans toute sa longueur, et de 2 à 4 millim. de long. En disséquant ce corps, on remarque qu'il y a échange de fibres entre les deux racines dans l'épaisseur de ce corps; ces racines s'envoient réciproquement un faisceau qui a la moitié de leur volume total (Pl. 3, fig. 2). Mais, dans ce chiasma, on ne remarque pas trace de globules ganglionnaires semblables à ceux que nous avons décrits plus haut dans le ganglion de la racine antérieure. Ainsi ce n'est pas un ganglion proprement dit, mais un simple chiasma, c'est-à-dire qu'il y a seulement échange réciproque de fibres entre les deux racines, sans addition des globules ganglionnaires, qui sont l'élément essentiel du ganglion.

#### A. Nerfs que fournit le chiasma.

De la face externe du chiasma précédent partent deux à trois nerfs destinés exclusivement à l'appareil électrique, dont l'un est habituellement deux à trois fois plus gros que les autres, c'est-à-dire a  $1/3$  à  $1/2$  millim. de diamètre.

Ces nerfs se distribuent d'abord exclusivement au sacro lombaire, vers l'origine de la queue, puis à la fois au sacro-lombaire et à l'appareil électrique, parce que cet organe est enveloppé par le muscle; enfin exclusivement à l'appareil électrique dans les deux tiers de son étendue, parce que le sacro-lombaire ne l'enveloppe plus.

De l'extrémité postérieure du chiasma partent deux nerfs aussi volumineux que les racines d'origine; ce sont les analogues des deux paires nerveuses spinales des vertébrés supérieurs, ou *paires nerveuses spinales*.

#### RÉSUMÉ.

1° Les racines antérieure et postérieure se réunissent et forment un chiasma quadrilatère un peu allongé.

2° Ce corps ne renferme pas de globules ganglionnaires; il est formé seulement par l'échange réciproque, à volume égal, des tubes des racines nerveuses.

3° Il envoie deux ou trois branches au muscle sacro-lombaire et à l'appareil électrique.

4° De son extrémité postérieure partent les *deux paires nerveuses caudales*.

4. *Paires nerveuses caudales.*

Elles sont au nombre de deux ; elles naissent de l'extrémité du chiasma opposée à celle qui reçoit les racines d'origine.

Elles sont toutes deux d'égal volume, se dirigent en arrière, contre les vertèbres, dans l'épaisseur du bord adhérent de la cloison fibreuse médiane. Elles s'écartent peu à peu l'une de l'autre en haut et en bas, et après un trajet de 2 à 3 centimètres, elles émergent l'une au-dessus l'autre au-dessous de cette cloison ; pour atteindre le nerf longitudinal correspondant après un trajet de 1/2 à 1 centimètre contre la cloison. Les points d'émergence de ces nerfs sont régulièrement espacés ; ils sont séparés les uns des autres de la longueur de deux vertèbres, car ils proviennent des racines qui sortent de deux vertèbres.

Toutes les paires antérieures émergent de la cloison fibreuse dans le même point que pénètre la principale veine de l'appareil électrique ou du sacro-lombaire, pour se rendre à la veine caudale. Les paires postérieures émergent dans l'intervalle qui sépare la veine de l'artère.

Chacune des paires caudales se termine en se confondant avec le nerf longitudinal correspondant.

A. *Nerfs qui naissent des paires nerveuses spinales.*

De ces nerfs il naît deux à quatre branches destinées à l'appareil électrique exclusivement et au sacro-lombaire ; mais aucune ne va aux autres muscles ni à la peau. Le trajet de ces nerfs est le même que celui des nerfs qui naissent du chiasma et qui ont été décrits plus haut. Le plus gros d'entre eux, qui est destiné au sacro-lombaire, suit un long trajet en arrière avant de disparaître, et fournit d'espace en espace un grand nombre de filets. C'est habituellement de la paire antérieure, c'est-à-dire de celle qui est destinée au nerf longitudinal inférieur, que partent ces nerfs. On trouve cependant quelquefois une et très rarement deux branches qui naissent de la paire postérieure, près de son origine au chiasma.

Les nerfs naissent de la paire antérieure, parce qu'elle se trouve directement au niveau de l'insertion de la cloison fibreuse transversale médiane, de sorte qu'ils pénètrent directement dans son épaisseur et gagnent l'appareil électrique ; la paire postérieure, au contraire, se trouve à 2 millimètres plus haut. En effet, sur la Raie blanche (*Raia batris* L.), où cette cloison n'existe plus, les nerfs de l'appareil naissent à la fois de la paire antérieure et de la postérieure, mais toujours loin de leur réunion au nerf longitudinal.

## RÉSUMÉ.

1° Les paires nerveuses caudales, nées par bifurcation du chiasma, sont au nombre de deux : une antérieure, qui se rend au nerf longitudinal

antérieur ou inférieur ; une postérieure, qui va au nerf longitudinal correspondant.

2° Leurs points de confusion avec ces nerfs sont séparés par l'intervalle de deux vertèbres, parce qu'elles résultent de la réunion des racines qui traversent deux vertèbres.

3° Elles donnent naissance à trois ou quatre nerfs destinés au sacro-lombaire et à l'appareil électrique ; elles n'en fournissent à aucun autre organe.

5. *Nerfs longitudinaux* (Ch. R. — *Caudo-spinaux* Stark). [Pl. 3, fig. 2, 3 et 4, l, l'.]

Ces nerfs sont deux cordons nerveux étendus depuis l'origine de la queue jusqu'à son extrémité. Ils sont formés par la réunion successive en un seul nerf des paires nerveuses caudales supérieures ou postérieures et inférieures ou antérieures ; le premier représente, par conséquent, toutes les paires postérieures, et le second toutes les paires antérieures de la queue. C'est de ces nerfs que partent tous les filets destinés aux muscles et à la peau de la queue. Nous avons vu en effet que les nerfs de l'appareil électrique et ceux du muscle sacro-lombaire seuls viennent des racines antérieures, du chiasma et des parties caudales avant leur réunion au nerf longitudinal.

Ces deux nerfs sont placés profondément dans la gaine des muscles épineux de la queue, couchés dans l'angle que forme la cloison fibreuse transversale avec les faces latérales des vertèbres caudales.

Ils naissent tous deux le plus souvent des troisièmes et quelquefois des quatrièmes avant-dernières paires sacrées.

A. *Le nerf longitudinal postérieur* naît par une, quelquefois deux branches ordinairement très petites, qui se détachent de la paire nerveuse correspondante, et se réunissent en une seule, qui se dirige en arrière vers la queue. Ce nerf reçoit une autre branche de la paire suivante ; mais auparavant elle envoie un ou plusieurs filets d'anastomose à la paire nerveuse, ou même se jette sur elle en entier, pour s'en séparer presque aussitôt et continuer son trajet. Il se comporte de même avec les paires suivantes, avec lesquelles cependant il ne se confond pas, comme il le fait quelquefois avec la précédente.

Arrivé à la première paire caudale, ce nerf, au lieu de recevoir une très petite portion seulement de la paire postérieure, comme il le faisait pour les paires sacrées, la reçoit tout entière ; il reçoit de la même manière toutes les autres paires caudales postérieures.

B. *Le nerf longitudinal antérieur* naît des paires sacrées antérieures de la même manière que le précédent et au même niveau, par un, deux et quelquefois trois filets d'origine. Il s'anastomose aussi par un ou deux petits filets avec les paires sacrées antérieures suivantes, en même temps

qu'il en reçoit un rameau plus considérable. Arrivé à la première paire caudale antérieure, il la reçoit aussi tout entière et se comporte de même avec les paires antérieures qui suivent. Ces divisions et anastomoses d'origine de ce nerf sont plus nombreuses et plus variées que pour le précédent. Quant au nombre et au volume des branches d'origine et de leurs anastomoses, il y a quelques variétés suivant les espèces de Raies, mais elles sont peu importantes et ne méritent pas d'être décrites.

Les nerfs longitudinaux ont de 1 à 2 millimètres au plus d'épaisseur, suivant les espèces et le volume des individus. Les paires caudales qu'ils reçoivent d'espace en espace ont à peu près la moitié du volume du nerf lui-même. Ils s'amincissent peu à peu jusqu'à l'extrémité de la queue, où ils se terminent assez brusquement en se distribuant dans l'épaisseur de la peau.

Vers l'origine de la queue, les muscles sacro-lombaires, se trouvant en contact avec le corps des vertèbres, et dédoublant la cloison médiane transversale, écartent beaucoup les deux muscles épineux supérieur et inférieur l'un de l'autre et les deux nerfs longitudinaux en même temps. Chez la *Raie blanche* (*R. batis*) cette disposition se prolonge jusqu'au bout de la queue parce que l'appareil électrique est en contact avec le corps des vertèbres. Chez les autres espèces, les deux nerfs ne sont séparés que par l'épaisseur de la cloison transversale médiane qui est placée entre les deux muscles épineux, le supérieur et l'inférieur.

La seule différence qu'il y ait dans la disposition de ces deux cordons nerveux, à part leur position absolue, est déterminée par les muscles des nageoires. Ces muscles étant insérés dans l'angle formé par les apophyses épineuses et la cloison fibreuse transversale, et maintenus par une gaine aponévrotique, ils se trouvent sur le trajet du nerf supérieur. Celui-ci les traverse de part en part sans être dévié, et pour cela, perce l'aponévrose qui leur forme à chacun une gaine propre.

Ces deux nerfs et leurs branches sont plus gros dans les espèces de *Raies* qui sont pourvues d'une peau rude chargée d'écailles nombreuses et grosses (*Raia clavata*, L., et *R. rubus*, L.), que dans les *Raies* à peau lisse (*R. batis*, L.).

#### RÉSUMÉ.

1° Les nerfs longitudinaux de la queue sont au nombre de deux de chaque côté; ils naissent de filets fournis par les deux ou trois dernières paires sacrées, et se terminent à l'extrémité de la queue; ils mesurent ainsi toute sa longueur.

2° Dans ce trajet l'un reçoit toutes les paires nerveuses caudales antérieures, l'autre reçoit de la même manière toutes les paires caudales postérieures.

3° Dans toute leur étendue ils sont accolés aux faces latérales des vertèbres de la queue, et ils fournissent des nerfs à la peau et à tous les muscles de cet organe, si ce n'est au sacro-lombaire et à l'appareil électrique.

#### 6. Des rameaux fournis par les nerfs longitudinaux.

Ces rameaux sont nombreux, leur distribution est compliquée; elle diffère : A pour le *nerf longitudinal supérieur*, et B pour le *nerf longitudinal inférieur*.

##### A. Branches du nerf supérieur ou postérieur.

Les unes *a* sont *musculaires*; les autres *b* sont *cutanées*.

*a.* Les branches musculaires partent du nerf longitudinal, à environ 1 centimètre de distance les unes des autres, et quelquefois moins. Elles sont extrêmement minces; leur diamètre est de  $1/7$  à  $1/3$  de millimètre; néanmoins on peut les suivre dans toute l'épaisseur des muscles, où elles se perdent en s'amincissant peu à peu, mais elles ne se subdivisent que rarement. Il y en a habituellement une qui accompagne chacun des principaux troncs veineux musculaires.

Les unes sont destinées 1° au *muscle épineux*; elles s'enfoncent dans son épaisseur dès leur origine et ne présentent rien de particulier.

2° Les autres, destinées au *long dorsal*, naissent du nerf longitudinal par un tronc commun avec celui des nerfs cutanés; elles s'en détachent presque aussitôt, traversent l'aponévrose qui sépare l'épineux supérieur du long dorsal, et se jettent sur un *nerf longitudinal musculaire accessoire* qui a le quart du volume du précédent; il existe dans toute la longueur du long dorsal, entre les fibres musculaires et sa gaine. Ce nerf, qui commence dès l'origine du muscle, se continue jusqu'à sa terminaison à la queue. Il reçoit, de la manière qui vient d'être indiquée, autant de branches du nerf longitudinal qu'il y a de paires postérieures correspondantes. Dans toute sa longueur, il s'en détache d'espace en espace une série de petits filets nerveux qui se perdent dans le muscle. C'est un nerf longitudinal accessoire qui est formé par des branches du nerf longitudinal principal, et qui est destiné à la répartition uniforme des filets nerveux, et se comporte relativement au long dorsal comme le nerf précédent relativement au muscle épineux.

3° Le nerf longitudinal supérieur fournit des nerfs aux muscles des nageoires caudales. Il donne à chacun des deux muscles un rameau assez volumineux qui se subdivise en plusieurs filets; ce rameau naît souvent par deux branches d'origine qui se réunissent bientôt. Ces muscles reçoivent en outre plusieurs filets plus petits qui viennent directement du nerf longitudinal.

*b.* Les branches cutanées fournies par le longitudinal sont de deux ordres :

1° Les unes suivent la cloison fibreuse placée entre l'épineux supérieur et le long dorsal d'abord, puis l'appareil électrique. Elles arrivent à la peau des côtés de la queue en se dirigeant en arrière, percent l'aponévrose sous-cutanée, passent entre la veine latérale accessoire et le tendon externe de l'épineux supérieur et se distribuent dans le derme.

Il y a à peu près autant de ces branches que de paires spinales et caudales. Dans toute la longueur du long dorsal elles naissent par un tronc commun avec les nerfs de ce muscle, des paires postérieures à la région spinale, et du nerf longitudinal à la queue.

2° Les autres branches cutanées naissent des racines postérieures à la région dorsale, suivent les apophyses épineuses en se dirigeant en arrière appliquées contre leur périoste ; percent l'aponévrose d'enveloppe, passent en dedans des tendons du muscle épineux et se distribuent dans le derme. Ce sont elles qui fournissent aux *boucles* de la ligne médiane dorsale. A la base de la queue, au niveau de l'origine du nerf longitudinal, la première de ces branches cutanées qui naît de ce nerf se jette sur celle qui naît au-dessous, et celle-ci se comporte de même avec la suivante. Il en résulte un *nerf longitudinal cutané accessoire*, parallèle au nerf longitudinal, ayant le cinquième de son volume, et appliqué contre les faces latérales des apophyses épineuses. De ce nerf partent des filets cutanés très minces qui vont se distribuer à la peau de la manière indiquée plus haut. Au niveau des nageoires caudales les filets sont plus volumineux, et rampent contre les rayons, pour se perdre dans la peau ; aucun ne va aux muscles.

#### B. Branches fournies par le nerf longitudinal inférieur.

Comme pour le nerf longitudinal supérieur, les unes *a* sont musculaires, les autres *b* sont destinées à la peau.

*a.* Les branches musculaires, 1° du muscle épineux inférieur présentent la même disposition que celle de l'épineux supérieur.

2° Les branches du muscle pubio-caudal ont une distribution différente de celles du long dorsal qui lui correspond à la face supérieure du tronc.

Dans la portion de ce muscle qui est voisine de son insertion au pubis, et répond aux lèvres du cloaque (qu'elle rapproche en se contractant synergiquement avec le muscle du côté opposé), les nerfs viennent de huit ou dix des dernières paires antérieures sacrées. Ces nerfs sont gris, assez mous, et se réunissent en formant une ou deux auses nerveuses qui se perdent dans la portion cloacale du pubio-caudal par leurs deux extrémités, et lui fournissent un grand nombre de filets par leur concavité et

leur convexité. Il y a souvent des variétés dans le mode de distribution de ces nerfs ; mais il y a toujours de un à trois petits ganglions triangulaires ou quadrilatères sur chaque anse ; de ces ganglions se détachent souvent des filets nerveux. Ainsi, cette portion du pubio-caudal qui sert surtout au resserrement des lèvres du cloaque, et par conséquent aux mouvements des organes de la vie organique, reçoit des nerfs qui présentent une disposition analogue à ceux des autres organes de la vie organique. Le muscle *latéral de la queue* reçoit ses nerfs des paires sacrées comme le pubio-caudal, mais ces nerfs n'offrent rien de particulier dans leur distribution.

Quant à la portion de ce muscle qui se prolonge à la queue, elle reçoit ses nerfs du longitudinal inférieur, ils ont la même disposition que les nerfs du long dorsal supérieur. Ils forment aussi un petit nerf longitudinal accessoire, semblable, mais plus mince que celui du long dorsal qui lui correspond à la face supérieure de la queue.

*b. Branches cutanées.* Elles sont aussi de deux ordres.

1° Les unes rampent contre la cloison qui sépare l'épineux inférieur du pubio-caudal d'abord, puis de l'appareil électrique. Elles naissent du longitudinal inférieur à peu près en nombre égal à celui des paires antérieures. La première se dirige en arrière, se jette sur celle qui la suit ; celle-ci se comporte de la même manière avec celle qui est au-dessous, etc. Il en résulte un nerf *longitudinal cutané accessoire*, qui distribue uniformément des filets très minces destinés à la peau des côtés de la face antérieure de la queue. Ils lui arrivent en perçant l'aponévrose d'enveloppe et passant en dehors du tendon le plus externe de l'épineux inférieur.

Ce nerf longitudinal a environ  $1/5$  ou  $1/4$  du volume du nerf *b* principal ; vers le point d'arrivée de chaque branche de renforcement, il est un peu plus volumineux qu'au-dessus, mais il reprend son volume ordinaire en donnant presque immédiatement une branche assez grosse qui se divise avant d'atteindre la peau.

2° L'autre ordre de filets cutanés a une distribution plus simple. Ils vont directement du nerf longitudinal à la peau de la partie médiane inférieure de la queue, en suivant les faces latérales des apophyses épineuses inférieures. Ils traversent l'aponévrose sous-cutanée, et pénètrent dans la peau en passant en dedans du tendon le plus interne de ceux du muscle épineux inférieur.

#### RÉSUMÉ.

1. A. Les branches du nerf longitudinal supérieur sont musculaires et cutanées.

2. a Les branches musculaires sont nombreuses, mais minces. Elles

se distribuent : 1° directement au muscle épineux dorsal ; 2° au long dorsal, après avoir traversé l'aponévrose qui le sépare de l'épineux , et formé un nerf longitudinal accessoire mince, qui donne directement au long dorsal une série de filets très déliés, comme le longitudinal supérieur au muscle épineux ; 3° enfin, il fournit à chaque muscle des nageoires , une grosse branche et plusieurs petits rameaux.

3. *b.* Les branches cutanées sont de deux ordres ; 1° les unes vont directement à la peau des côtés de la queue en suivant la cloison fibreuse qui sépare le long dorsal du muscle épineux ; 2° les autres sont appliquées contre les apophyses épineuses inférieures ; elles se jettent successivement sur celles qui les suivent, pour former un nerf longitudinal accessoire, duquel partent de minces filets qui vont à la peau de la ligne médiane dorsale, aux *boucles* de la même région et à la peau des nageoires caudales.

4. *B.* Les branches fournies par le longitudinal inférieur sont également musculaires et cutanées.

5. *a.* Les branches musculaires se distribuent : 1° les unes directement au muscle épineux inférieur ; 2° celles de la portion du pubio-caudal qui fait partie des muscles de la queue se distribuent, comme celles du long dorsal qui lui correspond , à la face supérieure. Mais la portion de ce muscle qui rapproche l'une de l'autre les lèvres du cloaque , et s'insère au pubis , reçoit ses nerfs des huit ou dix dernières paires sacrées antérieures. Des branches de ces nerfs se réunissent pour former une ou deux anses nerveuses grisâtres, et présentent chacune de un à trois ganglions. De ces ganglions et de ces anses partent des filets qui se perdent dans le muscle. Le muscle latéral de la queue reçoit trois ou quatre branches des dernières paires sacrées, mais ces nerfs n'offrent rien de particulier dans leur distribution,

6. *b.* Les branches cutanées sont aussi de deux ordres : 1° les unes rampent contre la cloison qui sépare l'épineux du pubio-caudal d'abord , et plus loin de l'appareil électrique. Elles se joignent pour former un nerf latéral cutané accessoire qui envoie de minces filets à la peau des côtés de la face inférieure de la queue ; 2° les autres filets cutanés vont directement à la peau de la ligne médiane inférieure en suivant les côtés des apophyses épineuses inférieures caudales.

#### ARTICLE IV.

Des vaisseaux qui se distribuent dans la queue des Raies.

*Description générale.* — Ces vaisseaux sont artériels et veineux. Les artères viennent toutes de l'artère caudale , qui est une continuation de

l'aorte. Quant aux veines, elles sont de deux ordres; les unes ramènent le sang des muscles et de l'appareil électrique; elles suivent en tout point la disposition des artères, et ont la veine caudale pour tronc collecteur commun, qui devient veine-porte rénale. Les autres veines sont les veines cutanées, très nombreuses et volumineuses, qui vont directement au cœur.

L'artère et la veine caudale sont renfermées dans un canal formé par les apophyses épineuses inférieures des vertèbres de cette région, depuis l'origine de la queue jusqu'à son extrémité. L'artère est au-dessus de la veine, contre le corps des vertèbres; comme elle est très contractile et adhérente à la veine, elle se rétracte, et son calibre est presque entièrement oblitéré. En se rétractant, elle entraîne la paroi de la veine qui lui adhère, d'où il résulte que ce dernier vaisseau est toujours béant et largement dilaté lorsqu'on le coupe transversalement.

Les branches artérielles qui partent du tronc principal et les veines qui arrivent à la veine sous-caudale ne traversent pas par un orifice commun les apophyses épineuses inférieures. Elles traversent le tissu fibreux, qui unit une vertèbre à la vertèbre voisine; et comme cette couche fibreuse est très mince, et les vertèbres unies étroitement ensemble, il ne passe qu'un seul vaisseau de chaque côté, dans chaque articulation. Il sort ainsi de chaque articulation alternativement une artère et une veine.

Les veines cutanées sont formées par un dédoublement des cloisons aponévrotiques intermusculaires au point de leur insertion sur l'aponévrose générale d'enveloppe, et ce sinus fibreux est seulement tapissé par une couche d'épithélium pavimenteux des vaisseaux. Cette disposition des veines cutanées est la même chez tous les Plagiostomes. Il n'en est pas de même pour les artère et veine caudales; car, chez tous les Poissons du grand genre *Squale* de Linné (*Squalus* L.), l'aorte arrivée dans le canal caudal n'a plus de parois élastiques. Ses parois sont fibreuses, confondues avec le périoste du canal; il en est de même pour celles de la veine correspondante, et à leur point de contact les parois de ces deux vaisseaux sont confondues ensemble; de sorte que le canal caudal ressemble à un conduit vasculaire partagé en deux portions par une cloison transversale.

D'après les notions précédentes, on voit que nous aurons à parler successivement :

1. De l'artère caudale.
  - A. Des branches qu'elle fournit.
2. De la veine caudale.
  - A. Des branches qu'elle reçoit.
3. Des veines cutanées à la queue.

Ces deux ordres de veines, n'ayant pas de communications entre elles, demandent à être décrites séparément.

1. *De l'artère caudale.* (Pl. 3, fig. 2, r.)

L'artère caudale ou sous-caudale, continuation de l'aorte abdominale, n'a pas de limite fixe du côté de l'abdomen. Elle commence avec le canal sous-caudal, vers la première vertèbre coccygienne; elle se termine insensiblement en pointe à l'extrémité de la queue. Elle est située dans le canal sous-caudal, au-dessus de la veine caudale, à laquelle elle adhère. Elle a 2 à 3 millim. de diamètre, suivant le volume des individus, et remplit le tiers du canal. Ses parois sont très rétractiles; elles ont environ  $\frac{2}{5}$  de millim. d'épaisseur. Cette artère donne, à des intervalles régulièrement espacés (toujours égaux à la longueur de deux vertèbres de cette région), deux branches transversales, qui partent de chaque côté du tronc artériel et sur le même plan.

A. *Des branches fournies par l'artère caudale.* (Pl. 3, fig. 2, r'.)

La distribution de chacune des paires artérielles qui partent du tronc principal est la même pour toutes, à peu de chose près; il est par conséquent inutile d'en décrire plus d'une paire. Ces branches sont de plus en plus petites à mesure qu'on s'approche du bout de la queue, surtout en arrière des nageoires caudales. Les intervalles qui séparent leurs points d'origine sont aussi de moins en moins considérables, parce que les vertèbres diminuent de volume.

Dès son origine, chaque artère se porte obliquement de bas en haut, et sort du canal vertébral en traversant, selon cette direction oblique, les ligaments d'union des vertèbres correspondantes. Sortie du canal caudal, chaque artère continue son trajet ascendant contre le périoste, et va se terminer en se ramifiant sur les apophyses épineuses supérieures. Dans ce trajet, chaque artère donne cinq ordres de branches destinés au périoste, aux muscles et aux aponévroses; on trouve toujours, en outre, un ou deux rameaux très grêles, qui accompagnent les nerfs longitudinaux et les autres principaux nerfs.

1° La première de ces branches se détache de l'artère aussitôt après son issue du canal caudal. Elle se porte brusquement de haut en bas contre le périoste des apophyses épineuses inférieures, et s'y ramifie à l'infini. Elle envoie quelques ramifications dans le muscle épineux inférieur, et plusieurs pénètrent dans la peau de la partie médiane inférieure de la queue.

2° Un peu plus haut, il naît une ou deux branches qui s'enfoncent aussitôt dans le muscle long épineux inférieur, et s'y ramifient. Des rameaux peuvent être suivis jusque dans la peau, qu'ils pénètrent après avoir traversé l'aponévrose sous-cutanée. Vers la base de la queue, cette artère

envoi des branches au muscle pubio-caudal ; elles lui arrivent en traversant l'aponévrose, qui le sépare du muscle épineux.

3° Au niveau du milieu du corps des vertèbres naît un troisième ordre de branches ; elles sont au nombre de deux ou trois vers l'origine de la queue ; elles pénètrent directement dans les régions supérieures, inférieures et moyennes du sacro-lombaire, et s'y ramifient. Un peu plus bas, celles qui vont au centre du muscle rencontrent l'origine de l'appareil électrique et lui fournissent des branches. Plus en arrière enfin, le sacro-lombaire n'existant plus, on ne trouve plus qu'une branche, qui est destinée en entier à l'appareil électrique. Elle s'enfonce directement dans cet organe chez la Raie blanche (*Raia batis*, C.), parce qu'il touche la colonne vertébrale. Mais, sur les Raies ronces et bouclées (*Raia rubus* et *clavata*), comme l'appareil est éloigné des vertèbres par les muscles épineux supérieur et inférieur, cette artère rampe dans l'épaisseur de la cloison fibreuse transversale qui les sépare, et, au sortir de cette cloison, pénètre dans cet organe ; pendant ce trajet, elle fournit des ramuscules aux muscles épineux, aux nerfs longitudinaux, ainsi qu'à leurs principales branches.

Les branches qui vont au sacro-lombaire et celles qui vont à l'appareil électrique envoient aussi un grand nombre de rameaux à la peau. On voit facilement ces artères traverser l'aponévrose sous-cutanée par des orifices nettement limités, et se répandre dans le derme.

4° Vers la base des apophyses épineuses supérieures, elle donne une ou deux branches au muscle épineux supérieur. Elles se distribuent de la même manière que celles du muscle épineux inférieur. Elles envoient aussi des capillaires à la peau.

5° Enfin l'artère se termine en se ramifiant contre le périoste des apophyses épineuses, qu'elle couvre de riches réseaux. Plusieurs branches peuvent être suivies jusque dans la peau de la ligne médiane dorsale, dans la couche épaisse de tissu fibreux dense qui est interposée entre la peau et le sommet des apophyses épineuses, et dans le bulbe des *boucles dorsales*.

Au niveau des vertèbres qui supportent les nageoires caudales, les artères sont plus volumineuses que dans les autres régions, et se prolongent, par des branches assez volumineuses, jusqu'à l'extrémité de ces organes. Ces branches envoient quelques rameaux aux muscles des nageoires.

Des branches terminales qui rampent contre les apophyses épineuses partent aussi quelques rameaux qui pénètrent, les uns dans le muscle épineux, et les autres traversent les ligaments fibreux interépineux pour s'anastomoser avec l'artère qui suit le sillon antérieur de la moelle caudale, et la renforcer. Cette artère est une branche descendant des artères cérébrales, et suit toute la longueur de la moelle épinière.

## RÉSUMÉ.

1. L'artère caudale continue l'aorte ; elle est située dans le canal caudal, au-dessus de la veine correspondante ; elle commence à la première vertèbre coccygienne, et se termine à l'extrémité de la queue.

2. Elle fournit, à des intervalles régulièrement espacés, qui mesurent la longueur de deux vertèbres, une série de branches qui naissent par paires, et traversent, de chaque côté, le ligament interépineux correspondant.

3. Ces artères se dirigent de bas en haut contre les vertèbres, et se distribuent toutes de la manière suivante par cinq ordres de branches : 1° Une branche se distribue au périoste des apophyses épineuses inférieures et à la peau correspondante ; quelques filets vont au muscle épineux inférieur. 2° Une autre branche se distribue tout entière au muscle précédent, au pubio-caudal et à la peau de la même région. 3° Une ou trois branches volumineuses vont au sacro-lombaire à la base de la queue, et, plus loin, à l'appareil électrique, ainsi qu'à la peau qui leur correspond. 4° Une quatrième branche fournit au muscle épineux supérieur et au long dorsal vers la base de la queue. 5° Enfin, l'artère se termine en s'épanouissant contre les apophyses épineuses supérieures, et envoie, au travers des ligaments interépineux, des branches qui vont s'anastomoser avec l'artère spinale antérieure. D'autres branches se prolongent dans le bulbe des boucles dorsales et dans la peau environnante.

4. Au niveau des nageoires caudales, des branches se prolongent dans ces organes, et se distribuent dans leurs muscles et la peau qui les couvre.

5. Toutes les artères précédentes fournissent à la peau qui correspond aux organes auxquels elles se distribuent spécialement.

2. *De la veine caudale.* (Pl. 3, fig. 2, v.)

La veine caudale est située dans le canal de ce nom, au-dessous de l'artère. Elle est plus volumineuse que ce vaisseau d'un tiers environ ; ses parois sont plus minces ; elle suit le même trajet que lui. Née à l'extrémité de la queue, elle se bifurque au sortir du canal caudal, à son entrée dans l'abdomen, au niveau du bassin, et chaque branche se termine en se distribuant dans le rein correspondant, à la manière de la veine porte dans le foie.

Ce vaisseau reçoit autant de veines disposées par paires que le tronc artériel donne de paires d'artères ; ces veines sont également séparées l'une de l'autre par la longueur de deux vertèbres ; seulement elles alternent avec les artères. Les branches qui se jettent dans ce tronc veineux suivent en tout point la disposition des artères dans les muscles et l'appar-

reil électrique, et ne demandent pas à être décrites séparément. Elles en diffèrent cependant par les particularités suivantes : 1° Les rameaux veineux sont plus volumineux d'un tiers ou de la moitié que les artères, et il y a ordinairement deux branches veineuses pour chaque artère; celle-ci est placée entre les deux veines.

2° Les cinq ordres de veines principales qui correspondent aux cinq ordres d'artères décrites plus haut s'écartent de ces derniers vaisseaux en approchant de leur tronc collecteur, pour se réunir en autant de paires de veines qu'il y a de paires artérielles. Ces troncs veineux arrivent dans le canal caudal en traversant ceux des ligaments interépineux inférieurs qui ne sont pas traversés par des artères. Il résulte de là que tous ces ligaments interépineux sont traversés par un vaisseau; mais c'est alternativement une artère et une veine qu'on voit pénétrer dans le canal caudal, sans que jamais ces deux vaisseaux y pénètrent ensemble. Ainsi les paires de veines sont, comme les artères, séparées l'une de l'autre par la longueur de deux vertèbres.

3° Quelques rameaux déliés vont aussi s'anastomoser avec la veine dorsale de la moelle en traversant le ligament interépineux supérieur. Cette veine naît à l'extrémité de la moelle caudale, et se prolonge jusqu'au-delà du cerveau, dans la boîte encéphalique, et se bifurque pour se jeter dans les sinus sus-orbitaires. Elle suit toute la longueur du sillon dorsal de la moelle. Son volume est considérable. Enfin quelques capillaires très peu nombreux se détachent des branches musculaires, et percent l'aponévrose sous-cutanée pour s'anastomoser avec les capillaires de la peau.

#### RÉSUMÉ.

1. La veine caudale est située dans le canal caudal, au-dessous de l'artère, qu'elle dépasse en volume. Elle s'étend de l'extrémité de la queue aux reins, dans lesquels elle se distribue, comme la veine porte, dans le foie.

2. Elle reçoit autant de veines disposées par paires que l'artère caudale donne de paires de branches artérielles.

3. Ces veines pénètrent dans le canal caudal, au travers des ligaments interépineux que ne traversent pas les artères, de sorte qu'on voit pénétrer dans le canal caudal, entre chaque vertèbre alternativement, une artère et une veine.

4. Ces veines sont formées par des branches qui correspondent aux cinq artères qui se détachent des troncs artériels correspondant à ces paires de veines, et qui les suivent dans leur distribution dans les muscles et l'appareil électrique.

5. Quelques capillaires de ces veines, mais en très petit nombre, per-

cent l'aponévrose sous-cutanée pour s'anastomoser avec les capillaires de la peau. D'autres traversent les ligaments interépineux supérieurs pour s'anastomoser avec la veine volumineuse qui suit toute la longueur du sillon postérieur de la moelle épinière.

### 3. Veines sous-cutanées de la queue.

La veine caudale se comporte de la même manière, quant à l'origine de ses branches et sa terminaison, chez tous les Poissons. Les veines cutanées que nous allons décrire existent chez les Plagiostomes seulement; cependant un grand nombre de Poissons osseux possèdent un tronc vasculaire latéral analogue à ces vaisseaux, mais qui toutefois en diffère sous plusieurs rapports dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

Ces veines recueillent le sang de deux couches de réseaux capillaires très riches, à mailles très serrées, qui sont placées, l'une à la surface du derme, l'autre entre le derme et l'aponévrose générale d'enveloppe. Cette dernière couche possède des branches assez considérables dans les régions où une couche de tissu connectif s'interpose au derme et à l'aponévrose. Quelques capillaires très rares de ce réseau percent l'aponévrose pour s'anastomoser avec les veines profondes.

Les troncs qui recueillent ces réseaux sont tous situés dans l'épaisseur de l'insertion des cloisons fibreuses intermusculaires à l'aponévrose sous-cutanée. Il y a un de ces troncs pour chaque interstice musculaire. Tous vont se jeter directement ou indirectement dans la veine latérale proprement dite, qui va directement au cœur, après avoir reçu les veines cutanées des membres postérieur et antérieur de son côté. Ces vaisseaux sont au nombre de six de chaque côté, qui sont : 1° La veine latérale ou vaisseau latéral; 2° la veine qui suit l'interstice du sacro-lombaire et long dorsal; 3° celle qui est entre ce dernier muscle et l'épineux dorsal; 4° la veine placée entre le bord antérieur du latéral de la queue et le sacro-lombaire; 5° la veine située entre ce dernier muscle et le pubio-caudal; 6° enfin, celle qui est entre celui-ci et l'épineux inférieur.

Nous allons indiquer en abrégé la disposition de ces vaisseaux.

#### A. Vaisseau ou veine latérale. (Pl. 3, fig. 3, c, et fig. 4, c'.)

Cette veine est étendue depuis l'extrémité de la queue jusqu'au *sinus de Cuvier*, qu'elle atteint en pénétrant sous l'arc scapulaire. Elle est munie d'une valvule à son abouchement dans ce sinus; mince à son origine, elle a de 2 à 5 millimètres de diamètre au tronc. Dans les deux tiers de l'étendue de la queue, elle est placée contre son bord externe, dans l'épaisseur de l'expansion membraneuse qui s'insère à ce bord. Dans ce trajet elle est appuyée contre la face externe de l'appareil électrique. Plus loin elle quitte peu à peu le bord de la queue, parce que le corps du poisson s'élargit et elle gagne la face dorsale de la région du bassin et du

tronc, en se plaçant dans un dédoublement de l'aponévrose de séparation du latéral de la queue d'abord, puis des muscles abdominaux et du long dorsal. Le trajet de cette veine est indiqué par la dépression de la peau appelée ligne latérale; au même niveau se trouve le *canal muqueux latéral* qui ne communique jamais avec la veine, ni chez les Sélaciens, ni chez les poissons osseux. Le nerf latéral placé sous l'aponévrose cutanée suit également le même trajet que la veine et le canal latéral; mais au tronc il se place plus profondément entre les muscles.

Cette veine reçoit les réseaux de l'expansion membraneuse de la queue et les réseaux sous-cutanés de la face inférieure et latérale du même organe. Ces réseaux sont recueillis par des troncs de 1/4 à 1/2 millimètre de diamètre qui rampent à la surface du derme, et dont les ramifications se voient par transparence de l'épiderme. On peut voir aussi ces vaisseaux s'enfoncer pour se jeter dans la veine latérale.

B Une autre veine qui peut être appelée *veine latérale accessoire* à cause de son volume et de sa disposition, est placée au-dessus de la veine latérale. Elle s'étend aussi depuis l'extrémité de la queue jusqu'à l'arc scapulaire, et là se jette dans la veine latérale, après lui avoir déjà fourni une anastomose volumineuse au niveau du bassin. La veine latérale est bien plus mince que la précédente jusqu'à ce niveau; mais, à partir du point où elle reçoit cette branche, elle prend un grand volume, tandis que la veine latérale accessoire devient très étroite. Elle est placée dans un dédoublement de la cloison qui sépare l'appareil électrique de l'épineux supérieur, et plus loin le sacro-lombaire du long dorsal. Elle recueille par des troncs semblables à ceux décrits plus haut le sang de la peau des régions voisines. Cette veine, très mince à son origine, acquiert subitement un volume considérable (2 à 3 millimètres), en recevant, en outre, les deux troncs ou sinus qui, de chaque côté, suivent la base des nageoires et recueille les veines cutanées de ces organes. Ces vaisseaux demandent une description séparée.

a. Veines des nageoires caudales; elles présentent la même disposition pour les deux nageoires.

De chaque côté de la base de ces organes se trouve un tronc vasculaire sous-cutané qui se jette dans la *veine latérale accessoire*. Les deux vaisseaux de la nageoire s'inosculent derrière cet organe et à leur point de réunion arrivent deux veines.

1° L'une vient d'arrière en avant; elle occupe le bord vertébral de la membrane qui unit la nageoire aux apophyses épineuses de la queue, elle reçoit les réseaux de cette membrane.

2° L'autre veine suit le bord de la membrane précédente qui adhère au rayon postérieur de la nageoire; elle reçoit les veines inter-radiales de la nageoire correspondante. Ces vaisseaux, d'abord parallèles aux rayons,

se recourbent et les croisent à angle droit pour se jeter dans la veine précédente, après s'être réunis en cinq ou six vaisseaux principaux. Tous les réseaux qu'ils reçoivent sont extrêmement serrés et riches.

Ce sont ces sinus que j'ai cru d'abord (voir journal *l'Institut*, 1845) être analogues au *sinus caudal des poissons osseux*.

Mais ce dernier organe n'a pas d'analogue chez les plagiostomes, ainsi que je le montrerai ailleurs. Ces sinus des nageoires ne communiquent pas non plus avec la veine caudale.

C. Une petite veine est placée entre le long dorsal et l'épineux supérieur; elle se jette dans la précédente et ne présente rien de particulier. C'est elle qui recueille les réseaux cutanés du pourtour des boucles dorsales; elle a 1 à 2 millimètres de diamètre.

D. Les veines placées dans le dédoublement des cloisons qui séparent les muscles de la face inférieure de la queue sont au nombre de trois; elles ont de  $1/2$  à 1 millimètre  $1/2$  de diamètre. Arrivées au voisinage du cloaque, elles se jettent dans celle de ces veines située entre le bord antérieur du latéral de la queue et le sacro-lombaire. Cette veine se jette à son tour dans la veine latérale par l'intermédiaire de cinq à six branches qui rampent transversalement de bas en haut, contre le muscle latéral de la queue. A partir de ce niveau, la veine latérale présente déjà un volume un peu plus considérable.

#### RÉSUMÉ.

1. Les veines sous-cutanées recueillent le sang des deux réseaux de la peau placés sous le derme et sous l'épiderme.

2. Toutes sont placées dans un dédoublement des cloisons fibreuses inter-musculaires.

3. Toutes vont se jeter dans le *sinus de Cuvier* par l'intermédiaire de la veine latérale.

4. A la queue les unes sont à la face inférieure, les autres à la face supérieure; ce sont :

A. *La veine latérale*; il y en a une de chaque côté du corps; il en est de même de toutes les autres veines. Ce vaisseau s'étend du bout de la queue au sinus de Cuvier, et présente une valvule dans ce point. Mince à la queue, elle prend un volume considérable en recevant les veines cutanées de la base de la queue, et surtout une grosse branche de la veine suivante au niveau du bassin; elle ne communique jamais avec le canal muqueux ni chez les Poissons osseux, ni chez les Sélaciens.

B. *La veine latérale accessoire*, située sur les côtés de la queue au-dessus de la précédente, s'étend de son extrémité jusqu'à l'arc scapulaire, où elle se joint à la veine latérale. Elle reçoit les sinus veineux qui viennent des deux nageoires caudales et prend alors un volume considérable qu'elle

conserve jusqu'au bassin, où elle donne un gros tronc transversal à la veine latérale. Cette veine ne communique pas avec la veine caudale par les sinus des nageoires; elle reçoit aussi une veine placée entre l'épineux supérieur et le long dorsal.

5. Trois veines placées sous la peau, entre les muscles de la face antérieure de la queue, se jettent dans la veine latérale par l'intermédiaire de celle de ces veines placée entre les bords antérieurs du latéral de la queue et sacro-lombaire.

### CHAPITRE III.

#### DE L'APPAREIL ÉLECTRIQUE DES RAIES (*RAIA* CUV.).

Ce chapitre, qui est le dernier du présent Mémoire, renferme 1° quelques préliminaires sur les appareils électriques; 2° une description générale abrégée de l'appareil électrique des *Raies*; 3° une description détaillée de cet organe; 4° un résumé complet de tout le chapitre, suivi de quelques considérations zoologiques et physiologiques sur cet appareil.

#### ARTICLE I.

##### Préliminaires.

Les seuls Poissons chez lesquels jusqu'à présent on ait reconnu d'une manière incontestable un appareil électrique sont les Poissons du genre Torpille (*Torpedo* D.), les Gymnotes électriques (*Gymnotus electricus* L. et *Gymnotus cequilabiatus* Humboldt) et le Silure électrique (*Silurus* [*Malapterurus* Lac.] *electricus* L.). Les notions anatomiques que l'on possède sur ces organes laissent encore beaucoup à désirer.

Les Poissons du genre *Raie* (*Raia* C.) possèdent cependant aussi un appareil électrique, dont l'existence n'a été mentionnée par aucun des auteurs que j'ai pu consulter.

La disposition anatomique générale de cet organe a une analogie tellement frappante avec celle de l'appareil des autres Poissons électriques qu'on ne peut s'empêcher de le considérer comme doué des mêmes fonctions; sans aucun doute, les expériences sur l'animal vivant viendront confirmer cette détermination, pourvu toutefois que l'on se tienne en garde contre certaines

particularités anatomiques des muscles, qui rendront les expériences plus difficiles et les chances d'erreurs plus nombreuses que chez les autres Poissons électriques. Les effets produits par cet organe ne seront pas aussi violents que chez les Torpilles, car les deux organes électriques d'une Raie adulte forment une masse qui équivaut environ aux deux tiers ou à la moitié d'un seul organe d'une Torpille également adulte.

## ARTICLE II.

### Description générale de l'appareil électrique des Raies.

Cet appareil est formé de deux organes semblables placés chacun d'un côté de la queue, et en occupant presque toute la longueur. (Pl. 3, fig. 1, z, z; fig. 3 et 4, z, z.)

Ces organes sont constitués par des disques d'une substance spéciale, d'un tissu propre et sans analogues dans les organes de l'économie animale autres que les appareils électriques. Ce tissu a la couleur et la transparence de la gélatine; il est un peu plus consistant. Ces disques sont empilés dans le sens longitudinal, et séparés les uns des autres par des cloisons de tissu cellulaire. Les disques ainsi empilés forment des colonnes ou piles, dont plusieurs sont placées l'une à côté de l'autre, pour former l'organe, qui a environ le volume du doigt indicateur et une longueur de 35 à 40 centimètres. (Pl. 3, fig. 1 et 2; Pl. 4, fig. 1 et 3.)

L'aspect extérieur du tissu spécial, que nous appellerons *tissu électrique*, qui constitue les disques, est le même que celui de la substance qui constitue les disques de l'appareil des Torpilles, du Gymnote et du Silure. La structure intime de ce tissu est la suivante : Substance fondamentale amorphe, transparente, parsemée de granulations moléculaires très fines, et dans laquelle sont plongées çà et là des sphérules régulières de 0<sup>mm</sup>,005, constituées par un amas de granules très rapprochés. Chaque petite sphère est entourée d'une aréole circulaire large de 0<sup>mm</sup>,015 environ, formée de granulations moléculaires réunies en cercle, sans qu'il soit possible d'apercevoir une membrane qui enveloppe le tout, soit qu'elle n'existe pas, soit qu'elle se confonde avec la masse amorphe fondamentale. (Pl. 4, fig. 5, n, n'.)

Outre le tissu propre des disques et le tissu connectif qui les sépare les uns des autres, les organes électriques renferment en outre des vaisseaux et des nerfs. (Pl. 3, fig. 2 et 5; Pl. 4, fig. 1 et 2.)

Les nerfs sont nombreux; ils viennent de la moelle caudale, comme chez le Gymnote. Ces nerfs se ramifient dans l'appareil, et leurs fibres élémentaires se terminent sur la face antérieure des disques. Ils ne se terminent pas en anses simples, *mais ils se bifurquent, et chaque branche de bifurcation se bifurque de nouveau plusieurs fois. Ces subdivisions s'anastomosent par inosculation avec celles des tubes voisins, de manière à former un réseau à larges mailles.* Cette disposition a déjà été signalée dans l'appareil électrique de la Torpille par Savi, en 1844.

Jamais les tubes ne s'enfoncent, ne pénètrent dans le tissu du disque; mais ils rampent contre sa face antérieure, et jamais contre sa face postérieure.

Les vaisseaux viennent de l'artère et de la veine caudale; ils forment des réseaux contre la face postérieure des disques, et jamais contre la face antérieure. De ces réseaux partent des capillaires flexueux et disposés en houppes qui s'enfoncent dans les excavations aréolaires, dont est creusée la face postérieure de chaque disque. Le mode de terminaison des vaisseaux dont nous venons de parler n'a encore été décrit dans aucun appareil électrique. (Pl. 3, fig. 2; Pl. 4, fig. 4, V.)

Aucun conduit excréteur ne part ni de chaque disque, ni de l'organe pris en entier; rien dans sa structure ni son aspect ne le rapproche des glandes. En résumé, il entre dans la composition de cet organe :

1° Un tissu spécial, gélatiniforme, dont on ne retrouve l'analogue que dans les appareils électriques des autres Poissons, et peut par conséquent recevoir le nom de *tissu électrique*.

2° Du tissu connectif destiné à séparer les uns des autres les disques formés par le tissu précédent; il sert en même temps à les maintenir en place, et à faciliter la distribution des nerfs et vaisseaux.

3° Des nerfs venus de la moelle caudale, dont les tubes élé-

mentaires se ramifient et se terminent en réseau contre la face antérieure de chaque disque sans pénétrer dans leur tissu.

4° Des vaisseaux artériels et veineux qui remplissent de leurs flexuosités les excavations, dont est creusée la face postérieure des disques; ils viennent de l'artère et de la veine caudales.

Il nous reste à donner dans les articles suivants une description spéciale de l'appareil électrique, et à établir quelques considérations zoologiques et physiologiques auxquelles il donne lieu.

### ARTICLE III.

#### Description spéciale de l'appareil électrique des Raies.

Pour faire l'histoire complète de l'appareil électrique des Raies, nous aurons à traiter successivement :

*A.* De sa disposition anatomique extérieure; savoir :

1. *De sa situation absolue et nombre.*
2. *De sa forme et de ses dimensions.*
3. *De sa couleur et de son poids.*
4. *De ses rapports ou position relative.*

*B.* Cette description sera suivie de celle de sa structure, dans laquelle nous aurons à traiter successivement :

1. *Du tissu électrique et des disques qu'il forme.*
2. *Du tissu connectif qui forme les cloisons interdiscales.*
3. *Des nerfs.*
4. *Des vaisseaux.*

*A.* Disposition anatomique extérieure de l'appareil électrique.

1. *Nombre et position absolue.* (Pl. 3, fig. 1, 3 et 4.)

L'appareil électrique des Raies est composé de deux organes pairs, insymétriques, placés de chaque côté de la queue, dont ils occupent les trois quarts de la longueur, ou, si l'on veut, il y a un appareil électrique de chaque côté, car ils n'ont aucune communication entre eux.

Ils sont recouverts par la peau à leur face externe; mais, en dedans, ils s'avancent quelquefois jusqu'à la colonne vertébrale

(*Raia batis* L.), ou bien ils en sont séparés par deux muscles (*Raies bouclées* et *ronces*; *Raia clavata* L. et *R. rubus* L.).

Chez le Gymnote, ils sont aussi placés de chaque côté de la queue.

Chez le Silure, c'est de chaque côté du tronc.

Chez les Torpilles, poissons qui ne diffèrent des Raies que par une position différente de l'appareil électrique, cet organe est placé de chaque côté de la tête.

## 2. *Formes et dimensions de l'appareil électrique.*

Cet organe a la forme d'un cylindre aplati du côté interne, effilé à ses deux extrémités, et renflé dans le milieu; en un mot, il est fusiforme, allongé.

Il a environ le volume de l'index, et une longueur de 40 centimètres sur une Raie de taille ordinaire; ses dimensions varient du reste suivant l'âge des individus et suivant les espèces.

*Différences suivant les espèces.* Sur une Raie ronce femelle (*Raia rubus* L.), longue de 1 mètre, la queue avait 49 centimètres de long; chaque organe avait 37 centimètres de long; 11 millimètres dans le sens transversal, et 14 de haut en bas. Dans ce dernier sens, l'appareil s'étend de la face inférieure de la queue à la face supérieure.

Sur deux autres Raies mâles de la même espèce plus grande que la précédente, la queue avait 54 centim. de long sur l'une 55 sur l'autre; l'appareil avait 41 centim. de long sur la première, et 42 sur la seconde.

Sur toutes deux, il avait 11 à 12 millim. dans le sens transversal, et 15 à 17 dans le sens vertical.

Sur une petite Raie femelle de même espèce que les précédentes, longue de 60 centim., il y avait 31 centim. du cloaque au bout de la queue.

L'appareil était long de 21 centimètres.

Ainsi l'appareil a, chez les Raies ronces adultes, une longueur qui est égale aux trois quarts de celle de la queue. Chez les Raies bouclées (*Raia clavata* L.), il a une longueur un peu moins considérable relativement à celle de la queue, qui est aussi plus

courte que celle des autres espèces, et s'effile davantage à ses extrémités; c'est de toutes les Raies celle qui a les boucles les plus grosses.

Chez les Raies blanches (*Raia batis* L.), cette longueur relative est un peu plus grande. Sur une très grosse Raie de cette espèce, dont la queue seule avait 82 centimètres de long, l'organe en avait 74.

Sur une autre, la queue avait 78 centim. de long, et l'organe 68. Chez cette espèce de Raie, qui a la peau nue, pourvue seulement de petites boucles sur le dos et les côtés de la queue, l'appareil est certainement plus gros que chez les précédentes. Ce fait frappe encore plus quand on considère que l'appareil s'étend jusqu'aux vertèbres, et que les muscles épineux sont minces. Ces dernières particularités anatomiques font distinguer facilement cette espèce de Raie des deux autres dont il a été question plus haut. On peut les constater facilement par des coupes transversales, et on voit en même temps combien les diamètres verticaux et transverses de l'appareil de cette espèce sont plus grands que les mêmes diamètres dans les autres Raies.

Il n'est pas rare de voir chez l'une ou l'autre espèce l'organe d'un côté naître à 2 ou 3 centim. plus près du bassin que celui du côté opposé par une extrémité très effilée.

Sur les deux mâles de Raies ronces dont il est question plus haut, l'appareil commençait à 13 centim. de l'articulation de la première vertèbre caudale avec la dernière sacrée. Sur l'une c'était le niveau de l'articulation de la dix-neuvième avec la vingtième vertèbre caudale; sur l'autre, c'était vers l'articulation de la dix-septième avec la dix-huitième vertèbre.

Ainsi il commence vers l'union du premier avec le deuxième quart de la queue par une extrémité conique, arrondie ou un peu aplatie, et se termine à son extrémité en s'effilant plus qu'en avant. La partie la plus volumineuse de l'organe est placée vers le milieu de la queue; elle conserve ce volume jusqu'à l'origine du quart postérieur de cet appendice environ; à partir de là, il diminue assez rapidement.

Les deux organes réunis forment une masse qui équivaut à

environ la moitié du volume de la portion de la queue qu'ils occupent.

### 3. *Couleur et poids de l'appareil.*

La couleur de cet appareil est un gris perlé demi-transparent : il est traversé en long et en large par des lignes de tissu cellulaire blanchâtre. Ces lignes sont les bords des cloisons qui séparent les disques ; elles partagent ainsi la surface de l'organe en une multitude de petits losanges longs de 2 millim. et de moitié moins larges.

Pour constater ces faits, il faut d'abord enlever la gaine fibreuse de couleur aponévrotique qui l'enveloppe.

### 4. *Des rapports et des moyens d'union de l'appareil électrique.*

Le muscle sacro-lombaire est à peu près cylindrique ; ses fibres sont très courtes, parce qu'elles sont coupées par des cloisons aponévrotiques très rapprochées. Ces cloisons représentent des cônes creux emboîtés les uns dans les autres, et dont le contact est empêché par les fibres musculaires interposées. C'est au fond d'un de ces cônes que commence l'appareil électrique ; toutefois le muscle ne cesse pas dès ce niveau, mais six ou sept cloisons aponévrotiques naissent circulairement sur l'enveloppe fibreuse de l'appareil électrique dans l'étendue de son quart antérieur environ ; à ce niveau, c'est-à-dire vers le milieu de la queue, le muscle s'épuise et disparaît. L'organe devient sous-cutané dans le reste de l'étendue de ses faces externe, supérieure et inférieure.

La face interne est appliquée contre les muscles épineux supérieur et inférieur qui la séparent de la colonne vertébrale ; ces muscles ont environ 1 centim. d'épaisseur. Le milieu de la face interne de l'organe répond au niveau de ce point où la cloison transversale (qui sépare l'épineux supérieur de l'inférieur) se partage en deux lames, qui se portent, l'une en haut, l'autre en bas, à l'aponévrose sous-cutanée ; ces cloisons séparent les muscles de l'organe.

Cependant, chez la Raie blanche (*Raja batia* L.). l'appareil se

prolonge entre les deux muscles épineux, qu'il écarte et sépare (en dédoublant pour ainsi dire la cloison transversale); il se trouve ainsi en contact avec le corps des vertèbres; les muscles épineux sont plus minces dans cette espèce que dans les autres. Par suite de cette disposition, la face interne de l'organe est décomposée en trois petites faces: l'une moyenne, verticale, touche les vertèbres; les deux autres, obliques, répondent aux muscles épineux supérieur et inférieur.

Dans toute sa partie sous-cutanée, l'appareil est séparé du derme par l'aponévrose générale d'enveloppe qui lui adhère faiblement; mais des lames fibreuses continuent à se détacher d'espace en espace, circulairement, de la gaine fibreuse de l'organe, et se dirigent en arrière pour se fixer à l'aponévrose précédente, et aux cloisons musculaires après 2 à 3 centimètres de trajet.

La partie sous-cutanée de l'appareil est en rapport avec trois veines, le nerf et le canal latéral.

De ces veines deux se trouvent dans l'épaisseur de l'adhérence des cloisons intermusculaires à l'aponévrose sous-cutanée. L'une suit le bord supérieur de l'appareil jusqu'au muscle sacro-lombaire: c'est la veine latérale accessoire qui rapporte le sang des nageoires; elle est plus volumineuse que les autres. La seconde, très étroite, suit le même trajet que celle-ci contre le bord inférieur ou antérieur de l'organe et de la queue.

La troisième veine est la veine latérale; elle rampe dans l'épaisseur du repli cutané qui se trouve de chaque côté de la queue des Raies; elle répond à la face externe de l'appareil électrique.

A 1 ou 2 millimètres au-dessus de cette veine, on voit le canal latéral situé dans l'épaisseur de la peau. Il accompagne toujours la veine précédente; ses orifices excréteurs s'ouvrent tous au fond de la dépression cutanée appelée *ligne latérale*, qui lui est parallèle, placée à la même hauteur, et qui par conséquent en indique le trajet.

Au niveau de la veine latérale, mais entre l'appareil électrique et l'aponévrose sous-cutanée, on voit le nerf latéral qui suit le même trajet que le canal latéral et la veine de ce nom; il est

appliqué contre la face externe et arrondie de l'organe électrique, qui présente un sillon pour le recevoir ; cependant, il ne lui donne aucune branche, et ne fournit qu'à la muqueuse du canal latéral.

Ainsi, le nerf, la veine, le canal et la ligne latérales, se trouvent tous à peu près au même niveau le long de la face externe sous-cutanée de l'appareil, plus près de sa partie inférieure que de la supérieure. La partie de l'organe qui est plongée dans le sacro-lombaire n'est pas en rapport avec eux.

## *B. De la structure de l'appareil électrique.*

### *1. Des disques et du tissu électrique dont ils sont formés.*

Nous aurons à traiter successivement dans ce paragraphe : *a*, de leur configuration ; *b*, de leur arrangement les uns relativement aux autres ; *c*, de leur structure intime (histologie).

*a. Configuration des disques.* (Pl. 3, fig. 2, 3 et 4 ; Pl. 4, fig. 1 et 3.)

L'appareil électrique est constitué par un assemblage de disques d'un tissu spécial. Ces disques sont prismatiques, généralement à six faces. Deux de ces faces, bien plus larges que les autres, regardent l'une en avant, l'autre en arrière. Les petites faces forment la circonférence des disques ; ce sont elles qu'on voit à la superficie de l'organe ; elles sont quadrilatères ou losangiques, pentagonales, etc.

Les larges surfaces des disques correspondent toujours à une semblable face des disques voisins ; les petites sont de même en rapport avec des faces semblables, et jamais avec les grandes ; elles ont en général 2 millim. de diamètre en tout sens.

Les petites faces sont généralement un peu convexes ou planes dans leur petit diamètre, qui a au plus 1 millimètre. Leur grand diamètre varie de longueur, suivant que le disque a un plus ou moins grand nombre de faces.

Les disques sont tantôt quadrilatères, plus ou moins réguliers, pentagonaux, hexagonaux, quelquefois triangulaires : quelques

uns enfin sont presque pyramidaux à quatre faces en tout. Ces variations de formes se rencontrent dans les disques de la surface et ceux de l'extrémité des piles qu'ils forment en s'agglomérant ; elles tiennent à ce que leur développement régulier a été gêné par compression.

Des deux larges faces, l'antérieure est plane, lisse ; c'est contre elle que se ramifient les tubes nerveux élémentaires.

La face postérieure est concave, et creusée d'excavations aréolaires, dans lesquelles s'enfoncent des capillaires flexueux. Ces excavations sont surtout faciles à étudier quand les disques ont été durcis par l'acide nitrique étendu, qui les rend d'un blanc mat, opaque, sans les déformer, et les durcit sans les rendre friables. On peut alors constater que cette face postérieure est circonscrite par un bord mince tranchant, dont la hauteur détermine l'épaisseur du disque ou hauteur des petites faces.

Une coupe transversale des disques montre que la profondeur des excavations dépasse les deux tiers de l'épaisseur du disque. Ces excavations sont toutes séparées les unes des autres par des cloisons d'épaisseur et de hauteur variables. Trois ou quatre cloisons principales, courbes ou rectilignes, partent d'un même point placé plus ou moins près du centre de la face postérieure des disques, et vont se joindre à leurs bords ; elles sont épaisses, et ont environ la même hauteur que ces bords. Les espaces qu'elles circonscrivent sont subdivisés par d'autres cloisons moins hautes, qui s'en détachent comme des ramifications. Ces cloisons de deuxième ordre se subdivisent elles-mêmes à l'infini, et se joignent entre elles en formant des alvéoles circulaires, ovales ou polygonales ; nettement limitées par des cloisons minces, demi-transparentes, le fond de ces alvéoles est creusé de six à huit excavations plus petites, peu profondes, qui quelquefois elles-mêmes présentent deux ou trois dépressions. Ces détails demandent à être vus à un grossissement de 20 à 30 diamètres ; alors la face postérieure de chaque disque présente un aspect alvéolaire très élégant, dont chaque excavation diffère de grandeur, et dont le fond est creusé d'alvéoles de plus en plus petites.

Cette disposition des disques est la même pour toutes les espèces

de Raies ; c'est dans ces excavations ou alvéoles que viennent se loger les capillaires flexueux de l'appareil.

a'. Variétés de formes , et dimensions des disques suivant les âges et les espèces.

Le volume de l'organe entier augmente avec l'âge ; mais c'est à la fois par augmentation du volume des disques et de leur nombre , mais surtout par augmentation de nombre. On trouve en effet sur les vieux individus les disques un peu plus volumineux que chez les jeunes , mais la différence n'est pas en proportion avec celle de leur grandeur. Le nombre est , au contraire , devenu plus considérable ; c'est là surtout que se trouve la raison de l'augmentation de volume.

Les dimensions des disques varient suivant les espèces. Les coupes transversales de la queue de Raies de même volume montre que l'appareil le plus gros se trouve sur la *Raie blanche* , puis viennent la *Raie ronce* et la *Raie bouclée* (*Raia clavata* L.). C'est cependant chez cette dernière que les disques sont à la fois les plus larges et les plus épais. Leurs grandes faces ont jusqu'à 3 à 5 millim. de long sur 2 à 3 de large ; ce sont surtout ceux du centre qui sont les plus grands , ceux de la circonférence sont ordinairement un peu plus petits. On en compte de douze à seize seulement sur la coupe de la portion la plus grosse de l'appareil.

Sur la *Raie ronce* (*R. rubus* L.) , dont l'organe est à peu près de même volume que sur l'espèce précédente , les disques sont pourtant de moitié plus petits ; aussi on en compte de vingt-deux à vingt-six sur une coupe transversale de l'appareil d'un individu adulte , et jusqu'à trente et trente-deux sur les plus grands.

Chez la *Raie blanche* (*R. batis* L.) , les disques tiennent le milieu entre les deux précédentes quant à leurs dimensions ; mais comme l'appareil est d'une manière absolue d'un tiers plus gros que dans les précédentes , on compte de trente-cinq à quarante disques sur une coupe faite suivant son épaisseur.

Les disques sont plus épais dans la *Raie bouclée* que dans les deux autres espèces , ce qui fait que les petites faces des disques qui se trouvent à la surface de l'appareil , étant comprimées de

toute part, deviennent polygonales et très régulières; aussi la surface de l'organe de cette espèce paraît partagée en un grand nombre de petits polygones quadrilatères, ou hexagonaux réguliers. Ces derniers ont deux grands côtés, et quatre petits se réunissent deux à deux en biseau vers les deux extrémités des grands côtés.

Sur les *Raies ronce et blanche*, les disques étant un peu moins épais que chez la *Raie bouclée*, et en même temps un peu inclinés les unes sur les autres, les cloisons de tissu connectif étant en même temps plus minces, les polygones formés à leur superficie par les petites faces des disques superficiels sont moins nets, leurs bords sont courbes, et ils semblent imbriqués, comme les extrémités libres des écailles des cônes de pin.

b. De l'arrangement des disques les uns relativement aux autres.

Ils sont appliqués l'un contre l'autre par leurs grandes faces; d'où il résulte qu'ils forment des colonnes ou piles de disques, couchées l'une à côté de l'autre suivant la longueur de l'appareil, et que les petites faces sont tournées vers la périphérie.

Plusieurs de ces piles longitudinales sont accolées latéralement l'une à l'autre, et forment ainsi des couches de piles au nombre de deux à quatre, suivant l'âge et les espèces disposés concentriquement autour d'une ou deux piles centrales; ces faits se voient facilement sur une coupe transversale. (Pl. 3, fig. 3 et 4.)

Ces rangées longitudinales de disques sont réunies ensemble par des cloisons de tissu connectif, plus épaisses que celles qui séparent chaque disque de celui qui le suit ou le précède. Ces sortes de colonnes longitudinales formées par les disques empilés ne sont pas rectilignes, et ne suivent pas toute la longueur d'une des faces de l'appareil; mais elles les contournent suivant une ligne spirale incomplète, et elles sont en outre interrompues de distance en distance. Les interruptions proviennent de ce que, après un certain trajet, les disques d'une pile deviennent irréguliers, plus étroits, et celle-ci se termine ordinairement par un disque très petit et irrégulier. Mais à côté de cette rangée longi-

tudinale qui se termine ainsi, on voit qu'à mesure que ses disques commencent à perdre leur forme, il existe tout à côté d'autres disques peu réguliers qui commencent une nouvelle rangée.

b'. Variétés de l'arrangement des disques suivant les espèces.

La teinte blanche et opaque du tissu connectif qui forme les cloisons de séparation des disques tranche sur la couleur grise demi-transparente de leur tissu propre. Ce fait permet de distinguer facilement les différences de leur arrangement réciproque suivant les espèces.

Ainsi sur la *Raie ronce*, on remarque à égale distance des bords de la face interne une cloison fibreuse blanche qui en suit toute la longueur; elle est épaisse d'environ 1 millimètre, et forme à l'appareil de cette Raie une sorte de hile longitudinal, dans lequel s'enfoncent les principaux nerfs et vaisseaux.

Chaque côté de ce hile aponévrotique est longé par une rangée de disques qui s'interrompt d'espace en espace, et est continuée par d'autres qui naissent au niveau de la terminaison des premières. De ces rangées voisines des hiles s'en détachent d'autres qui contournent en spirale plus ou moins oblique les bords et faces de l'appareil, en s'interrompant après 4 ou 6 centimètres de trajet pour être continuées par d'autres, comme il a été dit plus haut.

Sur la *R. bouclée*, on ne voit pas de hile fibreux, comme chez la *R. ronce*; mais les rangées ou colonnes de disques partent en divergeant du milieu de la face interne de l'appareil, et se portent, les unes en haut, les autres en bas. A des intervalles assez régulièrement distants entre eux, une des cloisons de séparation des rangées est plus épaisse que les autres, et leur ensemble donne ainsi une disposition penniforme à cette face de l'organe. Toutes les rangées ont, dans cette espèce, une disposition spirale plus prononcée que dans la *R. ronce*, et sont plus courtes.

Chez la *R. blanche*, les disques sont plus inclinés que dans la *R. ronce*, et c'est surtout dans cette espèce qu'à la surface extérieure de l'appareil ils présentent une imbrication analogue à celle des écailles de cônes de Pin. Les cloisons qui séparent les rangées sont très minces dans cette espèce, et l'organe ne présente pas

de hile fibreux à sa face interne. Mais, du milieu de la face appuyée contre les vertèbres, les piles s'irradient, comme dans la *R. bouclée*, et les nerfs qui fournissent à l'appareil suivent le trajet de leurs cloisons de séparation, dont quelques unes aussi sont plus épaisses que les autres et se réunissent sur la ligne médiane, en formant un angle aigu ouvert en arrière.

c. Structure intime des disques (histologie du *tissu électrique*).  
(Pl. 4, fig. 5.)

Les disques de l'appareil électrique des Raies sont formés d'un tissu dont on ne trouve d'analogie sur aucun autre animal que les Poissons électriques. Ce tissu a des caractères particuliers, spéciaux, qui doivent le faire considérer comme un tissu nouveau, différent de tous les autres tissus animaux et végétaux. Il est doué de propriétés spéciales, c'est-à-dire de produire de l'électricité sous l'influence de l'*influx* nerveux, au même titre que le tissu musculaire a la propriété de se contracter sous l'influence de l'*influx* nerveux moteur, etc.

Le *tissu électrique* dont sont formés les disques décrits plus haut a l'aspect de la gélatine; mais il est plus résistant, difficile à écraser entre deux lames de verre; il est assez difficile à déchirer. Ce tissu est demi-transparent; sa couleur est une légère teinte d'un gris perlé; la couleur grise de l'appareil, considéré en entier, dépend de ce que ces disques laissent apercevoir par transparence les cloisons qui les séparent. L'alcool et les solutions salines lui donnent une couleur d'un blanc jaunâtre, et lui font prendre plus de consistance; mais ils le contractent et font diminuer son volume. L'acide nitrique étendu le coagule également, et lui donne une teinte opaque, blanchâtre; il le durcit sans le rendre friable; les disques restent assez résistants, flexibles et élastiques; mais l'acide nitrique concentré les rend très friables.

*Structure intime.* Lorsqu'on examine avec un grossissement de 400 diamètres un mince fragment du tissu des disques, on le trouve formé d'une substance fondamentale homogène, hyaline, transparente, uniformément parsemée de granules moléculaires extrêmement fins, réguliers, grisâtres. En outre, çà et là se

voient de petites sphères très régulières, composées d'un amas de granules moléculaires. Ces sphères granuleuses (*noyau*) ont de 0<sup>mm</sup>,007; elles sont placées au centre d'une zone transparente, qui est entourée elle-même d'un amas circulaire de granules qui lui forment une sorte d'auréole granuleuse, dont le diamètre est trois à quatre fois celui de la petite sphère centrale. La circonférence externe de cette auréole granuleuse n'est pas nettement limitée; elle se confond insensiblement avec le reste de la substance fondamentale, de sorte que les granules qui la forment ne semblent pas être accumulés à la face interne d'une paroi de cellule. La circonférence interne est plus nettement limitée, quoique imparfaitement; l'intervalle, plus clair, qui la sépare de la petite sphère centrale porterait plutôt à croire que ces granules sont placés contre la face externe d'une cellule, dont la petite sphère serait le noyau. Ce n'est là, du reste, qu'une hypothèse; car il est impossible d'apercevoir cette membrane et la cavité qu'elle devrait circonscrire; si elle existe, elle se confond tellement avec la substance fondamentale par sa couleur et son pouvoir réfringent, qu'on ne peut la distinguer.

Les portions de disques placées ainsi entre deux verres, pour être étudiées à de forts grossissements, montrent de grandes aréoles, de formes variables, limitées par une circonférence nettement tranchée. Elles sont partagées elles-mêmes en aréoles de plus en plus petites et également de formes diverses. Ces aréoles ne sont autre chose que les bords des excavations de la face postérieure des disques, qui sont affaissés par la pression que leur font éprouver les lames de verre, et paraissent beaucoup plus larges que nous ne l'avons indiqué, à cause du grossissement employé.

Lorsqu'on fait arriver de l'eau ou de l'alcool en contact avec le tissu électrique, on voit la substance fondamentale se couvrir de stries ou plis régulièrement ondulés, très serrés; mais il est très facile de reconnaître que ce ne sont pas des fibres, mais seulement des stries.

Déjà, au point où nous en sommes arrivés de la description de cet appareil, il est impossible de ne pas reconnaître une grande

analogie entre la substance gélatineuse demi-transparente, qui constitue essentiellement l'appareil électrique des Raies, et la substance des disques, qui, par leur agglomération, forment les prismes de l'appareil des *Torpilles*; celle qui est interceptée entre les lames fibreuses transversales et verticales du *Gymnote*, ainsi que celle qui remplit les mailles des capsules rhomboïdales de l'appareil du *Silure électrique*.

Quoiqu'il y ait des différences de forme entre les disques des organes de chacun de ces animaux, le tissu qui les constitue est le même pour tous, quant à ses caractères extérieurs. Il est probable qu'il en est de même pour la structure intime, mais elle n'a encore été faite pour aucun d'eux. Les différences les plus marquées qu'on connaisse entre ces différents organes portent sur la forme extérieure et sur l'arrangement des disques; ainsi ils sont rangés en piles verticales sur les *Torpilles*, longitudinales, un peu contournées, et interrompues d'espace en espace chez les Raies; longitudinales non interrompues chez les *Gymnotes*, et en petites masses ou disques rhomboïdaux, irrégulièrement accumulés chez le *Silure*.

Ces différences extérieures coïncident avec les autres différences de forme et d'organisation intérieure de ces différents animaux. Malgré cela, les effets n'en sont pas moins identiques, quant à leur nature, chez les *Torpilles*, *Gymnotes* et *Silures*; il est donc probable qu'il en est de même chez les Raies.

2. *Des cloisons qui séparent les disques, et du tissu qui les constitue.*

Le *tissu connectif* (*tissu cellulaire*) entre en assez grande quantité dans la constitution de l'appareil électrique des Raies.

Il forme une enveloppe extérieure, ou gaine, qui entoure l'appareil, et peut en être détachée sous forme de membrane, laquelle a un peu du brillant des aponévroses.

Il constitue en outre les cloisons qui séparent les rangées longitudinales de disques les unes des autres, et les cloisons plus minces que celles-ci qui séparent chaque disque de celui qui le suit ou le précède.

Dans ces cloisons de tissu connectif rampent les nerfs et vaisseaux qui en font partie, et vont se distribuer aux disques.

Il résulte de cette disposition des cloisons que chaque disque est enveloppé de toutes parts par des cloisons de tissu cellulaire; ses larges faces répondent aux minces cloisons ( $1/4$  à  $1/3$  de mill.) qui séparent chaque disque de celui qui est devant et derrière lui. Aux faces étroites ou de la périphérie du disque répondent les cloisons plus épaisses ( $1/2$  à  $3/4$  de mill.) qui séparent les rangées de disques les unes des autres. Ces cloisons isolent ainsi chaque disque de ses voisins, et lui forment une sorte de loge dans laquelle il est renfermé.

Les petites faces des disques, celles de leur périphérie, qui sont tout à fait lisses, adhèrent peu aux cloisons correspondantes, qui sont les cloisons de séparation des rangées longitudinales. Ce sont ces cloisons dans lesquelles rampent les principales divisions nerveuses et vasculaires.

Quant aux cloisons qui séparent les grandes faces, c'est dans leur épaisseur que s'épanouissent les terminaisons des vaisseaux et des nerfs. Elles adhèrent fortement à la face postérieure des disques, parce que c'est la seule partie par laquelle les vaisseaux s'enfoncent dans les excavations dont elle est pourvue. Elles adhèrent moins fortement à la face antérieure, qui est tout à fait lisse; car c'est contre elle que s'épanouissent les nerfs, dont les filets, même les plus fins, ne s'enfoncent jamais dans l'épaisseur du disque.

#### *Variétés dans la disposition des cloisons suivant les espèces.*

Toutes les cloisons sont plus épaisses chez la *R. bouclée* que chez les *R. ronce* et *R. blanche*.

La *R. ronce* présente dans toute la longueur de sa face interne un hile ou cloison fibreuse longitudinale très épaisse, qui s'enfonce dans l'épaisseur de l'appareil à la profondeur de 2 à 4 millimètres, et de laquelle partent en s'irradiant trois ou quatre cloisons plus minces, qui se subdivisent successivement pour séparer les piles de disques les unes des autres. L'épaisseur de cette espèce de hile est de 1 millimètre environ; il est blanc,

résistant, et a le brillant des aponévroses, de manière à ressembler quelquefois à un petit tendon longitudinal.

Les cloisons de l'appareil de la *R. blanche* ne présentent rien de particulier que leur peu d'épaisseur.

Comme les cloisons, qui séparent l'une de l'autre les couches concentriques dont il a été question plus haut, sont plus épaisses que celles qui séparent les rangées accolées latéralement qui les constituent, on peut assez facilement détacher une de ces couches concentriques de celle qui est au-dessous; ce qui facilite l'étude du trajet des vaisseaux.

### *Structure élémentaire des cloisons.*

Les cloisons de séparation des disques sont composées de trois sortes de fibres; ce sont: 1° des fibres de tissu fibreux (fibres de noyau); 2° des fibres de tissu connectif (tissu cellulaire) proprement dit; 3° des fibres d'un tissu connectif particulier, droites, minces, non onduleuses, auxquelles sont appendus de petits corpuscules pédiculés.

1° *Fibres élastiques* (fibres de noyaux). Elles sont mélangées aux autres fibres en assez grande quantité. Leurs flexuosités et ondulations nombreuses et courtes, leur aplatissement et leur largeur, les font distinguer facilement des autres espèces de fibres qui entrent dans la composition de ces cloisons. Leur diamètre est de 0<sup>mm</sup>,003 à 0<sup>mm</sup>,004, et ne se dissolvent pas dans l'acide acétique.

2° *Fibres de tissu connectif proprement dit*. Ce sont elles qui constituent la plus grande partie des cloisons; elles sont moitié plus étroites que les précédentes, entre-croisées en tout sens entre elles et avec les autres. La plupart sont onduleuses, réunies en faisceaux; quelques unes sont presque droites.

3° *Fibres droites*. Il existe encore d'autres fibres de tissu connectif dans ces cloisons. Ces fibres semblent former la couche la plus interne des cloisons placées entre les larges faces des disques, car elles accompagnent toujours la terminaison des nerfs que nous étudierons bientôt. Ces fibres sont plus étroites encore que celles que nous venons de décrire; leur diamètre est le même

dans toute leur étendue, et remarquable par la netteté de leurs bords. Elles sont droites, non ondulées, et s'entrecroisent presque toujours à angle droit ou aigu, de manière à former des mailles plus ou moins régulières. Elles sont pâles, homogènes, non granulées ni striées en long. D'espace en espace on voit de petits corpuscules ovoïdes, de teinte ambrée, qui leur sont appendus par un pédicule extrêmement étroit. Ce pédicule fait suite à la petite extrémité des globules, et a environ la longueur du corpuscule lui-même : celui-ci a 0<sup>mm</sup>,005 de long sur 0<sup>mm</sup>,003 de large. Les bords du corpuscule sont pâles, nets, non denticulés ; sa substance est transparente, homogène, non granuleuse, de teinte ambrée, sans avoir le point central brillant que présentent les corpuscules graisseux.

Les fibres de cette espèce se rencontrent dans plusieurs parties du corps des Raies ; elles sont surtout abondantes dans le tissu dense gélatiniforme demi-transparent qui remplit le *rostre* de ces Poissons. Ce tissu est constitué, en effet, par une substance demi-fluide, transparente, homogène, contenue dans les mailles nombreuses que forment une grande quantité de fibres de tissu connectif en s'entrecroisant en tout sens.

### 3. Des nerfs de l'appareil électrique.

Nous aurons à traiter successivement : *a*, de leur origine ; *b*, de leur nombre ; *c*, de leur volume ; *d*, de leur trajet, de leurs rapports et de leur distribution ; *e*, de leur terminaison.

#### *a*. Origine. (Pl. 3, fig. 2.)

Les nerfs de l'appareil électrique des Raies naissent exclusivement des nerfs qui se détachent de la moelle. Il n'en vient aucun du nerf latéral de la huitième paire, qui est exclusivement destiné au canal latéral.

Les nerfs qui vont à l'appareil électrique lui sont exclusivement destinés ; ils ne donnent jamais de filets ni aux muscles ni à la peau, et les nerfs cutanés et musculaires ne fournissent jamais à l'appareil ; ces derniers sont presque tous (chez les Poissons), dès l'origine, aux paires spinales, ou entièrement destinés à la peau, ou entièrement musculaires.

Quelques uns de ces nerfs naissent directement de la racine antérieure avant sa réunion à la racine postérieure ; mais la plupart viennent du chiasma que ces deux paires forment en se réunissant, et des deux paires nerveuses qui s'en détachent. Nous avons déjà décrit plus haut la structure de ce chiasma et du ganglion de la racine postérieure. J'ai retrouvé la structure de ce ganglion sur tous les ganglions céphaliques et viscéraux des Raies ; ce qui tend à démontrer anatomiquement que le grand sympathique ne diffère des autres nerfs que par la prédominance des *tubes minces* sur les *tubes larges*, et montre que les ganglions ne sont pas de petits centres nerveux spéciaux ; qu'en outre, les ganglions viscéraux ont la même structure que ceux des nerfs rachidiens, ainsi que tout portait à le soupçonner.

Ainsi les nerfs de l'appareil naissent des racines et des paires nerveuses avant leur arrivée aux nerfs longitudinaux, desquels partent tous les filets musculaires et cutanés.

C'est presque toujours sur la paire antérieure que prennent origine ceux qui naissent au-delà du chiasma, parce que ce nerf est placé au niveau du milieu de l'appareil ; l'autre se trouvant un peu plus haut, n'en fournit presque jamais dans quelques espèces ; et dans les cas où elle en donne, c'est toujours très près du chiasma. Il y a exception sous ce point de vue pour la *Raie blanche*, dont les paires postérieures caudales fournissent ordinairement de une à trois branches pour l'appareil, qui naissent à une certaine distance l'une de l'autre.

#### *b et c.* Nombre et volume des nerfs de l'organe électrique.

De chaque racine antérieure, chiasma et paire antérieure, des nerfs de la queue, placés au niveau de l'appareil électrique, il naît de cinq à sept nerfs pour cet organe. Il en part ordinairement de un à deux de la racine antérieure, de un à trois du chiasma et de deux à quatre de la paire antérieure. Lorsque la paire postérieure en donne, il n'en part qu'un seul ; toutefois, chez la *R. blanche* (dont l'appareil touche les vertèbres), les paires postérieures fournissent presque toutes de deux à trois branches à cet organe, dont une est habituellement volumineuse.

Ces nerfs ne sont pas tous de même volume ; ceux qui naissent de la racine antérieure sont très petits, c'est-à-dire ont au plus  $\frac{1}{4}$  de millim. de diamètre. D'une des extrémités du chiasma ou de son extrémité, il naît un et quelquefois deux nerfs qui sont les plus gros qui arrivent à l'organe : ils ont  $\frac{1}{2}$  millimètre de diamètre. Du chiasma, il en naît encore un ou deux plus petits. Ceux qui viennent de la paire antérieure naissent dans le voisinage du chiasma ; ils sont de moyen et petit volume.

*c. Trajet des nerfs. (Pl. 3, fig. 2.)*

Les nerfs destinés à l'appareil électrique suivent un trajet qui 1° est le même dans toutes les espèces, pour cette portion de l'organe qui est enveloppée par les couches concentriques du muscle sacro-lombaire ; 2° mais qui diffère dans le reste de son étendue pour quelques espèces.

1° Nous avons vu qu'à partir de la première paire nerveuse caudale les nerfs destinés au sacro-lombaire naissent soit du chiasma formé par la réunion de ces paires de nerfs, soit des deux branches qui en partent.

Comme le sacro-lombaire s'étend jusqu'au corps des vertèbres, les racines nerveuses et leur chiasma ne sont séparées de lui que par le périoste qui les maintient appliqués contre les vertèbres ; ces nerfs se répandent aussitôt dans le muscle après avoir traversé cette membrane.

Vers la seizième ou dix-huitième vertèbre caudale, où commence l'appareil électrique, encore enveloppé par le muscle précédent, on voit une partie des nerfs, qui ont pris naissance de la manière indiquée plus haut, continuer à se distribuer dans l'épaisseur du muscle, et l'autre partie de ces nerfs se rendre à l'appareil électrique. Ces derniers nerfs n'arrivent à cet organe qu'après avoir traversé une certaine épaisseur de couches musculaires (1 à 1 centim.  $\frac{1}{2}$ ) ; néanmoins, ils ne fournissent aucun filet au muscle, et réciproquement les branches musculaires ne cèdent aucun rameau à l'appareil. Ces nerfs ne diffèrent entre eux que par les particularités que nous venons d'indiquer ici :

c'est-à-dire leur terminaison dans le muscle pour les uns, dans l'appareil pour ceux qui lui sont destinés.

2° L'appareil électrique devient sous-cutané vers le milieu de la queue ou un peu avant, parce que le muscle sacro-lombaire cesse d'exister à partir de ce niveau. A partir de là aussi les nerfs de l'appareil présentent quelques différences dans leur trajet ; ces différences viennent de ce qu'ils n'ont plus de couches musculaires à traverser.

Chez la *Raie blanche* (*R. batis* L.), c'est la seule différence qui doit être signalée ; en effet, dans cette espèce, l'appareil est en contact avec les vertèbres depuis le niveau de la terminaison du sacro-lombaire jusqu'au bout de la queue, et continue sous ce rapport la disposition que présente le sacro-lombaire en arrivant vers l'origine de cet appendice.

Les nerfs, dès leur origine, traversent le périchondre, qui recouvre les ganglions, et s'appliquent contre l'appareil pour pénétrer dans son intérieur après un trajet plus ou moins long.

Ces nerfs, au sortir du périoste, qui est très mince, transparent, au lieu de se porter directement en dehors, et même un peu en avant, comme dans les autres espèces, se portent très obliquement en bas et en arrière, tout en se dirigeant en même temps, les uns vers la face supérieure, les autres vers la face inférieure de l'organe.

De chaque paire nerveuse provenant du chiasma, et allant aux nerfs longitudinaux, naît un gros nerf qui a presque la moitié de leur volume. Chaque nerf se dirige en arrière, l'un vers la face supérieure, l'autre vers la face inférieure, en suivant les sillons obliques qui correspondent aux cloisons de séparation des rangées de disque de cet organe. Elles parcourent ainsi un trajet de 3 à 5 centimètres, en donnant un grand nombre de petits rameaux. De chaque paire nerveuse et du chiasma, il naît en outre trois ou quatre filets très minces destinés à l'appareil. Souvent la paire inférieure ne fournit pas le gros nerf dont nous avons parlé, mais seulement 4 à 5 rameaux très minces, qui s'enfoncent presque de suite dans l'appareil, soit en totalité, soit après avoir fourni des

filets qui s'anastomosent à la surface avec les nerfs voisins. Les branches qui se détachent des gros nerfs décrits plus haut se distribuent de la même manière.

Dans les *Raies ronces* et *R. bouclées*, l'appareil électrique est séparé de la face correspondante du corps des Vertèbres par les muscles épineux supérieur et inférieur. Ces deux muscles se toucheraient à ce niveau, sans l'existence de la cloison fibreuse médiane transversale. Nous avons vu que, sur la *R. blanche*, c'est l'appareil électrique lui-même qui est interposé aux muscles épineux.

Sur les deux espèces de Raies précédentes, les nerfs, immédiatement après leur origine, s'enfoncent dans la cloison, et rampent dans son épaisseur jusqu'au point de sa division en deux feuillets contre l'appareil électrique.

La grosse branche qui, dans ces espèces de Raies, naît du chiasma donne toujours un mince filet près de son origine, et quelquefois un second un peu plus loin. Ces petits rameaux se dirigent en arrière, tandis que la grosse branche se porte d'arrière en avant, suit le milieu de la face interne de l'appareil électrique, pour s'enfoncer bientôt dans son épaisseur après s'être bifurqué.

Les branches moyennes et les petites se bifurquent souvent avant ou après leur issue de la cloison, et se portent aussi d'arrière en avant pour s'enfoncer dans l'appareil un peu plus loin. Quelques unes de ces branches s'avancent jusque auprès des bords de l'organe avant de s'y enfoncer. Tous ces nerfs, au moment de pénétrer dans les cloisons, donnent un ou plusieurs rameaux qui vont s'anastomoser à la surface de l'appareil avec les rameaux voisins.

Sur la *R. ronce*, les gros nerfs s'enfoncent tout entiers dans le hile, ou lui envoient seulement une branche, et l'autre va s'anastomoser à la périphérie de l'organe.

Pour la *R. bouclée*, qui n'a pas de hile, les nerfs pénètrent dans l'une ou l'autre des cloisons.

d. *Distribution des nerfs*, 1° à la surface de l'appareil, 2° dans son épaisseur. (Pl. 3, fig. 2; Pl. 4, fig. 1.)

La distribution des nerfs, dont nous allons parler, est la même

pour toutes les espèces de Raies que nous avons pu étudier ; il y a bien quelques légères différences, mais elles ne méritent pas d'être signalées, car elles n'ont aucune importance physiologique.

1° Celles des branches nerveuses que nous avons décrites plus haut qui ne s'enfoncent pas immédiatement dans l'appareil électrique par sa face interne, ou bien se ramifient immédiatement sur cette face, ou bien contournent, les unes le bord supérieur de l'organe, les autres son bord inférieur, et se subdivisent un grand nombre de fois. Toutes ces ramifications s'anastomosent entre elles, de manière à former un réseau à mailles polygonales, irrégulières, assez serrées.

Quelques uns des nerfs qui ont pénétré dans l'appareil par la face interne se continuent dans toute son épaisseur et émergent de sa face externe, et, après un trajet de quelques millimètres, donnent des filets aux disques, et en outre s'anastomosent avec les rameaux superficiels mentionnés plus haut.

De ces diverses anastomoses résulte un réseau à mailles de largeur variable, formées de filets onduleux et flexueux, ayant au plus  $1/4$  à  $1/5$  de mill. de diamètre. Ces réseaux et anastomoses ne sont bien visibles qu'après macération de l'appareil dans l'acide azotique étendu, qui rend les nerfs blancs et opaques, et le tissu cellulaire transparent, ainsi que l'enveloppe fibreuse de l'organe. Alors on peut apercevoir toutes ces branches flexueuses, anastomosées, former un réseau blanc des plus élégants, placé sur le fond gris de l'appareil, et envoyant çà et là des filets déliés dans son épaisseur.

Dans la *R. bouclée*, plusieurs des filets qui émergent à la surface externe de l'appareil se perdent peu à peu dans les cloisons de la superficie sans s'anastomoser. Du reste, dans cette espèce, le réseau superficiel est formé de mailles moins serrées, de filets moins flexueux et plus gros que dans les *R. ronce* et *R. bouclée*.

2° Du réseau nerveux qui couvre la surface de l'appareil se détachent de minces filets nerveux qui s'enfoncent aussitôt dans les cloisons, et s'épanouissent contre la face interne des disques les plus voisins.

Quant aux grosses branches qui pénètrent dans l'appareil,

elles peuvent être suivies assez loin dans l'épaisseur des cloisons, et s'y ramifient. Des branches et des rameaux les plus fins, on voit, à l'aide d'une forte loupe, se détacher des faisceaux de filets nerveux très déliés, et décrivant des flexuosités onduleuses qui vont se jeter sur les prismes. Chaque prisme reçoit un de ces faisceaux tout entier, ou seulement une partie, pendant que l'autre portion continue son trajet pour gagner celui qui est au-delà. Chacun d'eux a environ  $1/10$  de millim. de diamètre; ordinairement ils rampent dans l'épaisseur des cloisons qui séparent les rangées de disques, et passent sur trois à cinq d'entre eux avant de disparaître. Dans ce trajet, ils fournissent à chaque disque un pinceau de filets déliés, qui s'enfoncent dans la mince cloison qui sépare leurs larges faces.

C'est toujours contre la face antérieure, et jamais contre l'autre, qu'ils se distribuent. A un grossissement de 20 à 30 diamètres, en éclairant vivement les disques, qui ont macéré un peu dans l'acide nitrique, on peut voir les filets nerveux s'étaler contre la face antérieure du disque, entre son tissu et celui de la cloison interdiscale. Jamais un seul filet ne pénètre dans la substance même du disque; c'est contre lui, et non dans son épaisseur, qu'ils se terminent. Nous verrons plus loin que la face postérieure est destinée à recevoir les vaisseaux exclusivement et jamais les nerfs, comme la face antérieure ne reçoit que des nerfs et jamais de vaisseaux.

On voit, en isolant les disques les uns des autres par la dissection, plusieurs d'entre eux rester enveloppés d'une mince couche des cloisons qui les entourent, parce que celles-ci, gonflées, devenues transparentes et ramollies par l'acide nitrique, se partagent en deux portions. De cette manière, l'enveloppe connective transparente forme une mince membrane qui enveloppe chaque disque de toutes parts ou seulement en partie. C'est dans l'épaisseur de la portion de cette couche, qui adhère à la face antérieure du disque, qu'on aperçoit les filets nerveux se subdiviser contre cette face. Ces filaments, extrêmement déliés et nombreux, s'anastomosent plusieurs fois, et forment ainsi un réseau profond appliqué contre le tissu du disque. Celui-ci, devenu d'un blanc gri-

sâtre opaque, fait ressortir les nerfs, auxquels l'acide a donné une couleur d'un blanc vif. Quelquefois des prismes peuvent être détachés, de manière à être complètement isolés de toute portion de cloison, et ne présentent pas trace de nerfs à leur surface.

Ainsi c'est pour ainsi dire entre la face antérieure du disque et la cloison que se trouve ce réseau.

Ces filaments nerveux paraissent, au soleil concentré par une loupe à un grossissement de 20 à 30 diamètres, avoir  $1/15$  de millimètre au plus. Souvent ils sont remarquables par de très fines ondulations.

*e. De la terminaison des tubes nerveux élémentaires des nerfs destinés à l'appareil électrique. (Pl. 3, fig. 5 ; Pl. 4, fig. 2.)*

Les faits précédents peuvent tous être étudiés à l'aide de la lumière réfléchie et à de faibles grossissements ; mais la terminaison des tubes nerveux élémentaires demande à être étudiée par transparence et avec des grossissements de 150 à 300 diamètres au plus, sur des cloisons *interdiscales* isolées et étalées sur une plaque de verre.

Sur les cloisons convenablement préparées, on aperçoit, entrecroisées en tous sens, les fibres de tissu connectif et fibreux décrites plus haut, ainsi qu'un certain nombre de capillaires encore pleins de globules sanguins. On voit en outre, sur l'un des bords de la cloison, un faisceau de douze à vingt tubes nerveux élémentaires, entourés de tissu connectif qui les masque en partie. De ce faisceau partent des tubes élémentaires isolés qui parcourent toute l'étendue de la cloison, et en tout sens. Le diamètre de ces tubes nerveux est bien plus considérable que celui des fibres de tissu connectif.

Ils sont variqueux, c'est-à-dire renflés assez régulièrement d'espace en espace en forme de fuseau allongé, et rétrécis dans les intervalles. On distingue facilement que ce sont de véritables tubes à ce que les parties renflées, fusiformes, sont remplies d'une substance demi-fluide, réfractant fortement la lumière, et paraissant comme disposée en sphérules ou granules accumulés. Les parties rétrécies sont au contraire vides et transparentes, et

quelquefois au point qu'on ne peut les bien distinguer que par la ligne épaisse et fermée, qui indique les limites ou parois du tube, et qui se continuent avec celles de la partie renflée.

Ces varicosités des tubes élémentaires sont dues à l'action de l'eau ou des manœuvres de la préparation qui ont déterminé le resserrement des parties rétrécies, et celles-ci, en se contractant, ont chassé leur contenu dans les parties renflées. C'est cette sorte de contractilité qui fait que le contenu des tubes s'échappe sous forme de gouttelettes visqueuses par les extrémités des tubes rompus.

Mais le fait le plus important à observer sur ces tubes, c'est leurs bifurcations et leurs anastomoses qui se répètent à plusieurs reprises pour le même. Ainsi, cette disposition, déjà décrite par Savi (*Études anatomiques sur la Torpille*. Paris, 1844) dans les cloisons qui séparent les disques de l'appareil électrique de ce Poisson, se retrouve pareillement dans les cloisons qui séparent les disques de l'appareil électrique des Raies.

Chacun des tubes élémentaires qui parcourent les cloisons se bifurque plusieurs fois, tandis que dans les autres organes, ainsi qu'on le sait, chaque tube élémentaire va se continuer bout à bout avec un des tubes voisins, en formant ainsi une anse terminale, sans jamais présenter trace de subdivision.

Dans l'appareil électrique des Raies, au contraire, les bifurcations des tubes commencent peu après qu'ils se sont détachés du faisceau principal placé sur le bord de la cloison. Chaque branche ou tube secondaire qui fait suite au premier a environ le même volume que celui-ci, et va s'inosculer avec une semblable branche d'un tube voisin. Quelquefois elle ne se subdivise pas; mais le plus souvent, avant de se joindre à une branche semblable, donne, comme le tube primitif, successivement un ou deux autres rameaux, qui, eux-mêmes, avant de s'inosculer avec ceux des autres tubes, se subdivisent encore une ou deux fois.

Il résulte de cette disposition anatomique une série d'anses nerveuses formées par l'inosculation des divisions multiples d'un tube primitif avec celles d'un ou de plusieurs tubes voisins. L'ensemble de ces subdivisions, anses et anastomoses, forme un

réseau à larges mailles formées par des tubes nerveux, et ayant un diamètre à peu près uniforme. Tous les tubes sans exception présentent ces bifurcations successives, et jamais on ne voit d'anse formée par des tubes non subdivisés, comme dans les autres organes.

Tous les faits précédents sont constatés plus facilement avec des grossissements de 100 à 200 diamètres au plus qu'avec de très forts jeux de lentilles, parce qu'on voit une plus grande longueur des tubes dans le même champ. Mais à l'aide d'un objectif grossissant 300 fois, on peut constater en outre les particularités suivantes :

1° Les nerfs avant leur pénétration dans l'appareil électrique sont formés de tubes nerveux élémentaires, qui ont un diamètre qui est à peu près le double de celui de leurs ramifications contre les disques. Ainsi, tandis que ces tubes ont de 0<sup>mm</sup>,018 à 0<sup>mm</sup>,020 de diamètre, leurs subdivisions dans les cloisons n'atteignent que de 0<sup>mm</sup>,010 à 0<sup>mm</sup>,013.

2° Ces tubes primitifs et leurs branches ont double contour, aussi bien au niveau des parties renflées fusiformes qu'au niveau des portions qui, en se resserrant, ont chassé leur contenu dans le renflement.

3° Sur des animaux morts depuis quinze heures, mais encore très frais, à cause de la basse température de l'hiver, le contenu des tubes nerveux est demi-fluide, visqueux; on peut le voir sous le microscope courir dans les tubes: il s'y réunit en globules de formes et volumes très variables réfractant fortement la lumière. Ces globules tantôt ne dépassent guère le volume des granulations moléculaires (0<sup>mm</sup>,001 à 0<sup>mm</sup>,002), tantôt ils ont jusqu'à 0<sup>mm</sup>,010 à 0<sup>mm</sup>,015; ils sont ronds ou allongés, etc.; on trouve aussi tous les volumes intermédiaires. Leur centre est brillant; leur circonférence foncée en couleur, mais nettement limitée. Dans les points où les tubes nerveux élémentaires sont rompus, on voit cette matière s'échapper, et se réunir en gouttelettes de formes bizarres très variablement contournées. Peu à peu ces gouttes visqueuses changent de forme et de dimension en courant entre les plaques de verre, et se changent en globules

qui varient, pour les dimensions, depuis celui des granulations moléculaires jusqu'à  $0^{\text{mm}},030$ ; souvent la forme de ces globules (qui quelquefois enveloppent un ou deux globules plus petits) est si régulière qu'on les prendrait pour des cellules de nature spéciale, si on ne les voyait changer de forme et de volume sous ses yeux. En été, les Raies mortes depuis quinze à dix-huit heures sont encore si peu altérées qu'elles montrent les mêmes faits que ceux que nous venons de décrire, d'après des animaux étudiés pendant l'hiver.

4° Les bifurcations des tubes nerveux élémentaires ont toujours lieu au niveau d'un des resserrements de ce tube, c'est-à-dire à l'extrémité amincie d'une des portions renflée fusiforme.

5° L'origine de chaque branche de bifurcation est également formée par une partie rétrécie, contractée, c'est-à-dire vide de substance visqueuse; mais bientôt ces branches présentent successivement une série de renflements et d'amincissements, comme le tube avant sa division.

6° Très souvent l'un des deux rameaux de bifurcation, presque aussitôt après son origine, se bifurque de nouveau avant de présenter des renflements, et avant d'avoir parcouru un trajet de  $0^{\text{mm}},020$  à  $0^{\text{mm}},050$ . Un examen peu attentif pourrait faire prendre ces faits pour des trifurcations, qui au contraire sont extrêmement rares. J'ai compté jusqu'à dix-huit et vingt bifurcations de tubes nerveux dans une seule cloison, sans être sûr de les avoir toutes comptées.

7° On peut constater par la pression, et par les déplacements réitérés auxquels on soumet ces tubes entre les verres du microscope, que ces bifurcations ne sont pas des apparences de deux tubes superposés qui s'écartent brusquement l'une de l'autre, ou de deux tubes qui se croisent. En effet, en faisant rouler les tubes nerveux bifurqués on les déplace; jamais les bifurcations ne changent de rapports. On peut quelquefois isoler presque complètement les tubes nerveux de tout autre tissu, et on ne voit pas les branches qui en partent se continuer de l'autre côté; elles sont au contraire soudées à elles. Il est, de plus, souvent possible de voir les doubles contours de chaque tube se continuer avec ceux

des subdivisions. Enfin, on peut par la pression ménagée des verres faire courir le contenu dans les tubes, et voir le courant se partager en deux au niveau de la division voisine pour s'engager dans chaque branche. Quelquefois aussi on aperçoit un prolongement de la substance contenue dans une dilatation atteindre la bifurcation qui lui fait suite, et se prolonger un peu dans chaque branche

8° On peut détacher complètement le tissu électrique des cloisons qui servent à l'étude des nerfs, sans que la disposition de leurs terminaisons soit changée en rien. Ce fait confirme ce que montre déjà l'observation directe, c'est-à-dire que les nerfs de l'appareil ne pénètrent pas dans l'épaisseur de son tissu propre, mais ne font que s'étaler contre sa face antérieure.

Les faits précédents répondent suffisamment à toutes les objections qui ont été faites oralement à cette terminaison des tubes nerveux par bifurcation et anastomose. On peut ajouter en outre que si c'était une simple superposition ou un entrecroisement des tubes nerveux, pourquoi ne les reconnaîtrait-on pas ici, comme on les voit, quand ils ont lieu, dans les nerfs des autres organes? Un certain nombre des tubes qui se bifurquent se croisent réellement avec d'autres tubes; mais il est toujours facile de distinguer l'entrecroisement, soit en suivant les bords des tubes, soit en faisant varier la hauteur du plan focal. En outre, l'aspect n'est pas le même que dans les points où il y a bifurcation; et il y a entrecroisement aussi bien au niveau des varicosités que des resserrements, tandis que la bifurcation se fait vers les parties contractées. Enfin, comment supposer des superpositions si fréquentes ici, quand on ne les voit pas ailleurs? Quand un tube se bifurque, puisque chaque branche se subdivise une ou deux fois, il faudrait donc supposer que quatre à six tubes sont superposés, de telle sorte qu'on n'en voit qu'un seul, et que ce faisceau si singulier se bifurque successivement plusieurs fois sans laisser jamais apercevoir plus d'un des tubes qui le composent.

Ainsi le fait de la subdivision des tubes nerveux primitifs, et de l'inosculation des divisions entre elles qu'on rencontre dans l'appareil électrique des Torpilles, se trouve confirmé par l'existence

de la même disposition dans l'organe analogue des Raies. Réciproquement, la terminaison des nerfs dans un organe des Raies, identique à la terminaison des mêmes nerfs dans l'organe électrique de la Torpille, est un puissant argument en faveur de l'identité de fonctions, surtout lorsqu'on se rappelle que ces deux appareils ont plusieurs autres caractères communs.

4. *Vaisseaux de l'appareil électrique.* (Pl. 3, fig. 2; Pl. 4, fig. 1.)

Les vaisseaux sanguins de l'appareil électrique sont artériels et veineux.

Comme chaque vertèbre de la queue n'est pas traversée à la fois par une artère et une veine, mais alternativement par l'un et par l'autre de ces vaisseaux, il en résulte que les troncs principaux qui se jettent sur l'appareil électrique, ou qui en partent, alternent entre eux.

A part ces différences, le trajet et la distribution de ces deux ordres de vaisseaux sont les mêmes, et ne demandent pas de description séparée. Les veines ont des parois plus minces que les artères, et leur volume est plus grand de moitié, et quelquefois du double.

Nous avons à traiter successivement : *a*, de l'origine et du trajet des troncs vasculaires de l'appareil électrique ; *b*, du trajet et de la distribution de leurs divisions dans l'appareil électrique ; *c*, de la terminaison des capillaires dans les disques.

*a. Trajet des troncs vasculaires.*

Il naît une branche vasculaire de chacun des troncs, alternativement artériel et veineux, qui sortent de chaque articulation des apophyses épineuses inférieures, et viennent de l'artère et veine caudale ; elle se détache du tronc aussitôt après son émergence. Ainsi il y a en tout autant d'artères et de veines qu'il y a de vertèbres, depuis le niveau de l'origine de l'appareil jusqu'à l'extrémité de la queue ; mais, ainsi que nous l'avons dit, c'est alternativement une artère et une veine.

Ces deux ordres de vaisseaux gagnent la face interne de la

cloison en suivant le trajet que nous avons déjà indiqué pour les nerfs, dont ils accompagnent presque toujours les plus grosses branches. Ainsi, dans la portion de l'appareil plongée dans le sacro-lombaire, les vaisseaux traversent ses couches musculaires en leur cédant des rameaux avant de se jeter sur l'organe. Dans la portion sous-cutanée, ils rampent dans l'épaisseur de la cloison fibreuse transversale qui sépare les deux muscles épineux, et cèdent quelques rameaux à cette cloison; souvent deux de ces rameaux veineux et toujours une petite artère accompagnent les nerfs longitudinaux et leurs principales branches.

Chez la *Raie blanche*, l'absence de cloison transversale, et le prolongement de l'appareil jusqu'aux vertèbres, font que les vaisseaux, de même que les nerfs, traversent le périoste dès leur origine, et se jettent immédiatement sur l'organe électrique en se dirigeant en arrière, et en même temps vers les bords supérieur et inférieur de l'organe, et donnent à la surface des rameaux qui s'anastomosent avec les branches des vaisseaux voisins.

Chez les *Raies bouclées* et *Raies ronces*, en traversant la cloison, ils se portent un peu en avant comme les nerfs; puis, arrivés contre l'appareil, les vaisseaux en entier ou leurs principales branches se portent les unes vers le bord supérieur, les autres vers le bord inférieur de l'appareil, et donnent aussi de nombreux ramuscules à la périphérie avant de s'enfoncer.

#### b. *Distribution des vaisseaux dans l'appareil électrique.*

Elle est la même, à peu de différences près, pour toutes les espèces de Raies, ainsi que pour les différentes portions de l'appareil. Des rameaux superficiels, qui s'anastomosent à la surface de l'organe, partent des capillaires sanguins, qui pénètrent dans l'épaisseur des cloisons et séparent les uns des autres les disques.

D'autres de ces vaisseaux traversent l'enveloppe fibreuse ou gaine de l'appareil, qui le sépare de l'aponévrose sous-cutanée, puis cette aponévrose elle-même, pour se distribuer dans la peau. Ces rameaux sont tous artériels: ce sont les artères de la peau. Les veines qui leur font suite vont toutes dans les troncs sous-cutanés, sans s'anastomoser avec celles de l'appareil.

Les vaisseaux qui s'enfoncent dans l'organe rampent dans les cloisons principales avec les nerfs. Les grosses veines et artères s'accolent l'une à l'autre dans ce point seulement, ou pénètrent isolément pour se rapprocher bientôt. Ces vaisseaux se subdivisent un grand nombre de fois dans les cloisons.

Ce ne sont pas les gros troncs veineux qui vont s'accoler au tronc artériel qui les avoisine, mais une de leurs branches qui se porte en haut ou en bas pour s'accoler à cette artère; réciproquement, c'est une des branches de l'artère principale qui va joindre le tronc veineux voisin. Quant à ces troncs vasculaires principaux, ils pénètrent presque toujours isolément. Il y a presque toujours deux veines pour chaque artère; tantôt on voit une grosse veine et une petite, ou deux petites, ou, au contraire, deux grosses veines sur les côtés des branches artérielles.

Nous avons dit plus haut qu'un certain nombre de branches d'un certain volume contournent les bords supérieurs et inférieurs de l'appareil pour se ramifier sur sa face externe. Ces branches, arrivées à cette face, se recourbent un peu en haut et se divisent brusquement en deux branches, qui se portent, l'une en avant, l'autre en arrière, et y suivent un trajet de 4 à 5 millimètres, en donnant des ramuscules d'espace en espace. Souvent aussi on voit des vaisseaux pénétrer dans la profondeur de l'organe, passer sous deux ou trois rangées de disques. Ils émergent ensuite de la profondeur à la surface, et s'anastomosent avec les vaisseaux superficiels.

*c. Terminaison des capillaires dans les disques de l'appareil électrique. (Pl. 4. fig. 4.)*

Elle ne peut être vue qu'à l'aide d'un grossissement de 20 à 30 diamètres; elle est la même dans toutes les espèces de Raies. On voit en général un ou deux capillaires veineux et artériels, partis des vaisseaux contenus dans les principaux troncs, suivre les bords des disques de l'appareil, et se joindre à quelque vaisseau de même ordre placé dans une cloison opposée à celle-ci. De ces vaisseaux partent des capillaires allant s'anastomoser dans l'épaisseur des cloisons secondaires qui séparent les unes des autres

les grandes faces des disques. Ces capillaires ont de  $1/5$  à  $1/10$  de millimètre. Dans ce réseau de capillaires artériels et veineux, on peut voir les deux injections rouge et bleue se toucher bout à bout. Il s'en détache des capillaires flexueux, agglomérés en petits faisceaux, ou formant des espèces de houppes vasculaires qui pénètrent dans les disques de tissu électrique. Cette disposition et cette origine des capillaires ne peuvent être vues qu'en détachant l'une de l'autre, sous le microscope, les cloisons des disques auxquels elles adhèrent.

Ces capillaires, ondulés et disposés en houppes, s'enfoncent dans les excavations ou alvéoles dont est creusée la face postérieure des disques. Ils forment, au fond de ces excavations, des anses plus ou moins contournées, et reviennent rejoindre les capillaires qui rampent dans la cloison, puis se jettent, soit dans celui d'où ils étaient partis, soit dans un autre.

Ces vaisseaux, disposés en anses et en groupes flexueux, ne pénètrent pas, à proprement parler, dans les disques de tissu électrique; ils ne rampent pas dans leur épaisseur, mais sont logés dans les excavations de leur face postérieure.

Jamais ils ne traversent toute l'épaisseur du disque; on se rendra facilement compte de cette disposition en se rappelant que les alvéoles n'atteignent jamais jusqu'à leur face antérieure, mais s'arrêtent à 1 ou 2 dixièmes de millim. de cette face. Ainsi les vaisseaux propres du tissu électrique pénètrent dans ces excavations, les remplissent par leurs flexuosités et circonvolutions, mais ne rampent pas dans le tissu proprement dit, comme, par exemple, les vaisseaux dans la substance cérébrale.

En détachant peu à peu de la substance du disque les cloisons, afin d'étudier les faits précédents, on voit les anses et les houppes vasculaires s'arracher successivement et avec lenteur des alvéoles qu'elles remplissent, et rester saillantes à la surface de la cloison. En outre, un certain nombre d'entre elles se rompent, se détachent de la cloison et restent engagées dans les excavations, et leurs extrémités rompues font saillie à la surface du disque.

Ces vaisseaux ont de  $1/15$  à  $1/35$  de millim. On peut, sur un certain nombre d'entre eux, dans les injections favorables, voir

les deux injections se toucher dans les anses. Du reste, sans qu'on puisse s'en rendre raison d'une manière satisfaisante, on trouve certains disques dont tous les capillaires sont remplis par l'injection veineuse, et d'autres, dans le voisinage de ceux-ci, pleins d'injection artérielle. Enfin, comme nous l'avons dit, çà et là quelques uns ont reçu les deux injections.

Jamais un seul capillaire ne pénètre dans les disques par leur face antérieure; nous avons déjà vu que c'est contre elle que se terminent les nerfs, lesquels réciproquement ne se jettent jamais sur la face postérieure.

Ainsi, ni les vaisseaux, ni les nerfs ne s'enfoncent et ne rampent dans l'épaisseur du tissu électrique; mais ils restent appliqués contre ses faces. Les premiers toutefois s'avancent dans son épaisseur; mais des alvéoles sont creusées pour les recevoir, et le tronc efférent revient sortir à côté du tronc afférent.

Il résulte de cette disposition que quelquefois, sur des pièces macérées dans l'acide nitrique étendu, quand on sépare deux disques voisins de manière à partager en deux la cloison interposée, on a d'un côté les vaisseaux et de l'autre les nerfs; les uns accolés à la face postérieure de l'un des disques, les derniers accolés à la face antérieure de l'autre. Dans la cloison encore entière, ces deux couches vasculaire et nerveuse étaient par conséquent au contact l'une de l'autre; mais il n'y a pas intrication et mélange réciproque des vaisseaux et des nerfs dans chaque cloison.

#### ARTICLE IV.

Résumé synthétique de la description de l'appareil électrique.

##### A. *Disposition extérieure.*

1. De chaque côté de la colonne vertébrale de la queue des Raies, il existe un appareil électrique.

2. Cet appareil est fusiforme, allongé; il a environ le volume de l'index dans son milieu, et a des  $\frac{2}{3}$  aux  $\frac{3}{4}$  de la longueur de la queue, suivant l'âge et les espèces. Les deux organes réunis forment environ la moitié du volume de la portion de la queue qu'ils occupent.

3. La couleur de cet appareil est un gris perlé demi-transparent, traversé en long et en large par des lignes ou cloisons de tissu cellulaire blanchâtre, très rapprochées et entrecroisées en losanges plus ou moins réguliers.

4. Il est sous-cutané dans les deux tiers externes de la circonférence des  $\frac{2}{3}$  ou des  $\frac{3}{4}$  postérieurs de son étendue. Son quart antérieur est entièrement enveloppé par un muscle disposé en couches concentriques autour de lui (muscle sacro-lombaire). Sa face interne répond aux muscles épineux et à la cloison qui les sépare; toutefois, chez la *R. blanche*, il s'avance jusqu'à la colonne vertébrale en écartant ces muscles. Sa face externe répond à la ligne, à la veine, au canal et au nerf latéral, organes qui sont tous placés à peu près au même niveau.

### B. Structure.

5. Cet appareil est composé essentiellement d'un tissu spécial sans analogue dans l'économie animale, mais qu'on retrouve dans tous les appareils électriques des Poissons (*tissu électrique*). Ce tissu est composé d'une masse fondamentale, transparente, finement granuleuse, dans laquelle existent çà et là de petites sphères granuleuses, entourées elles-mêmes d'une aréole circulaire de petits granules. Il a l'aspect et la demi-transparence de la gélatine, mais sa résistance et sa ténacité sont plus grandes.

6. Ce tissu forme de petits disques plus ou moins régulièrement quadrilatères, pentagonaux, hexagonaux, ayant de 2 à 3 millim. de largeur sur leurs grandes faces, et 1 millim. d'épaisseur. Ils sont isolés de toutes parts les uns des autres par des cloisons de tissu connectif. Leur face antérieure est lisse; leur face postérieure est au contraire creusée d'alvéoles ou excavations, dont le fond est lui-même creusé d'autres alvéoles de plus en plus petites, jusqu'à  $\frac{1}{10}$  ou  $\frac{2}{10}$  de millim. de la surface antérieure, que cependant elles ne traversent jamais.

7. Ces disques sont empilés les uns contre les autres par leurs larges faces, de manière à former des piles ou rangées longitudinales, de longueur variable, et qui ont pour largeur celle des disques eux-mêmes.

8. Ces piles ou rangées sont au nombre de quatorze à vingt-quatre, et même trente à trente-cinq, suivant les espèces, dans la partie la plus volumineuse de l'organe. Elles sont disposées assez régulièrement en couches concentriques autour d'une pile centrale.

9. Les disques qui forment ces piles ou rangées ne sont pas en contact immédiat, pas plus que ces piles elles-mêmes. Les disques sont maintenus en contact en même temps qu'isolés par des cloisons de tissu connectif interposées à leurs larges faces; d'autres cloisons plus épaisses isolent et maintiennent de la même manière les rangées, et sont ainsi interposées aux petites faces des disques.

10. On voit, d'après ce qui précède, que toutes les cloisons interposées aux larges faces des disques sont transversales, étendues d'une cloison principale à l'autre, et que celles qui séparent les rangées longitudinales de disques (*cloisons principales*) se dirigent dans le sens de la longueur de la queue, comme ces rangées elles-mêmes.

11. La longueur des piles ou rangées de disques n'est jamais celle de tout l'appareil, car elles s'interrompent de distance en distance par diminution graduelle du volume des disques; mais, à mesure qu'une pile commence à disparaître par diminution du volume de ces disques, on en voit naître une autre au même niveau, qui commence par des disques très étroits, dont le volume augmente peu à peu.

12. En outre, elles ne sont pas rectilignes; elles suivent une direction en spirale incomplète autour de l'axe longitudinal de l'organe.

13. On trouve quelques différences pour le volume et l'arrangement des disques et de leurs cloisons, suivant les espèces de Raies.

14. Dans les cloisons principales rampent les plus grosses branches vasculaires et nerveuses.

15. Dans les cloisons particulières à chaque disque, c'est-à-dire interposées à leurs larges faces, rampent les ramifications nerveuses et vasculaires destinées à chaque disque en particulier. Les vaisseaux sont dans la portion de cloison appliquée à la face

postérieure d'un disque ; les nerfs , dans celle qui touche la face antérieure de l'autre disque.

16. Ainsi les cloisons , qui tout à la fois isolent et maintiennent réunis les disques , ne sont pas formées exclusivement de tissu connectif ; mais les vaisseaux et les nerfs de l'appareil entrent aussi dans leur composition , et s'y ramifient.

17. Les nerfs proviennent de la moelle épinière caudale. Un et quelquefois deux filets naissent de la racine antérieure avant son union à la racine postérieure ; deux ou trois viennent du chiasma qu'elles forment en se réunissant , et deux à quatre de la paire antérieure ou des deux paires qui font suite à ce chiasma.

18. Ces nerfs ne donnent pas de branches à d'autres organes ; ils sont entièrement et exclusivement destinés à cet appareil.

19. Arrivés après un court trajet contre la face interne de l'organe , ils se ramifient. La plupart des principales branches pénètrent immédiatement dans les cloisons principales ; les autres rampent à la surface en s'anastomosant ensemble , de manière à former un réseau de filets minces et flexueux.

20. De ce réseau superficiel et des divisions des branches qui ont pénétré dans l'appareil , partent des pinceaux de filets nerveux flexueux et extrêmement déliés , qui pénètrent dans les cloisons interposées aux grandes faces des disques.

21. Les filets nerveux gagnent la face de la cloison qui est appliquée à la face antérieure d'un disque , tandis que les vaisseaux gagnent la face opposée du disque voisin.

22. Les nerfs se ramifient en filaments extrêmement déliés et très flexueux , qui couvrent la face antérieure du disque de tissu électrique , laquelle est toujours lisse ; mais aucun de ces filets ne pénètre la substance du disque ; ils ne font que ramper contre elle sans s'y enfoncer.

23. Le microscope fait reconnaître aussi que les tubes élémentaires des nerfs ne pénètrent pas dans les disques , mais que leurs terminaisons ont lieu dans la cloison elle-même ; dans celle de ses faces qui touchent le disque , et ces terminaisons peuvent être enlevées intactes en isolant une cloison.

24. Ces tubes élémentaires (de même que ceux des cloisons-

des disques de l'appareil des *Torpilles*) se bifurquent chacun plusieurs fois, et chaque branche s'inoscule et se continue avec une de celles de quelque tube voisin. De cette série d'anastomoses résultent des anses multiples pour chaque tube, dont l'ensemble forme contre la face antérieure du disque un réseau à larges mailles de tubes nerveux élémentaires.

25. Les ramifications anastomosées des tubes élémentaires ont un diamètre de 0<sup>mm</sup>,010 à 0,013, qui est à peu près de moitié moins considérable que les tubes élémentaires des nerfs avant leur pénétration dans l'appareil électrique.

26. Les vaisseaux de l'appareil sont artériels et veineux; les artères sont une des principales branches de chaque tronc fourni par l'artère caudale; les veines qui font suite aux capillaires artériels se rendent aux branches de la sous-caudale qui correspondent aux troncs artériels précédents. Nous savons que ces troncs artériel et veineux ne sortent pas ensemble du canal sous-caudal, qui renferme les vaisseaux de ce nom; mais que de chaque articulation des apophyses épineuses inférieures il sort alternativement une artère et une veine.

27. Ces vaisseaux se rendent contre la face interne de l'appareil, s'y divisent en branches profondes, qui pénètrent immédiatement dans les cloisons principales et s'y ramifient, et branches superficielles, qui rampent et s'anastomosent à la surface, en cédant quelques rameaux à toutes les cloisons près desquelles elles passent. Les artères superficielles envoient en outre des branches à la peau.

28. Les capillaires partis de ces rameaux s'enfoncent dans les cloisons interposées aux larges faces des disques, et occupent celle de ces faces que les nerfs laissent libre, c'est-à-dire celle qui est appliquée à la face postérieure de celui des deux disques qu'elle sépare.

29. Des capillaires qui rampent dans les cloisons partent des amas de vaisseaux encore plus petits, ayant de 1/20 à 1/35 de millimètre, quelquefois disposés en houppes, mais le plus souvent en anses très flexueuses, qui s'enfoncent dans les alvéoles de la face postérieure du disque et les remplissent.

30. Ces vaisseaux sont les derniers capillaires de l'appareil. Ces houppes et ces anses sont formées d'un capillaire afférent qui pénètre dans une alvéole, se replie et se contourne au fond de celle-ci pour se continuer en un capillaire efférent, qui sort à côté du précédent et se jette dans le même tronc qui lui a donné naissance, ou le plus souvent dans un tronc voisin.

31. Jamais un seul de ces vaisseaux ne traverse le disque de part en part; chaque alvéole est une loge remplie d'un amas de capillaires, et, pour chaque groupe de ces vaisseaux, il y a une alvéole destinée à le renfermer.

32. Ainsi, filets nerveux élémentaires appliqués contre la face antérieure et lisse de chaque disque; vaisseaux disposés en anses flexueuses, et remplissant les alvéoles dont est creusée la face postérieure des disques; tels sont les rapports du tissu électrique avec les vaisseaux et les nerfs.

33. Il se trouve donc, entre les vaisseaux capillaires d'un disque et les filaments nerveux du même disque, une certaine épaisseur de tissu électrique interposée. L'épaisseur de cette couche est d'environ 0<sup>mm</sup>,10 à 0<sup>mm</sup>,20 au plus, tandis que la hauteur des bords du disque est de 1 millim. environ. Les parois ou cloisons de tissu électrique qui séparent les alvéoles les unes des autres ont de 0<sup>mm</sup>,10 à 0<sup>mm</sup>,30 environ.

#### ARTICLE V.

Remarques sur les conditions anatomiques qui portent à considérer comme *appareil électrique* l'organe qui vient d'être décrit chez les Raies, et sur les appareils électriques des autres Poissons.

Quoique jusqu'à présent l'on manque d'expériences faites sur les animaux vivants pour constater les usages de cet appareil, les considérations suivantes portent à penser qu'il est destiné à produire de l'électricité.

A. La structure de cet organe est la même que celle des appareils de tous les Poissons qui produisent de l'électricité.

En effet, 1° il est composé essentiellement d'un tissu spécial ayant le même aspect gélatiniforme, la même consistance que

dans les *Silures*, *Gymnotes* et *Torpilles*. Il est aussi partagé en disques ne différant que par la forme de ceux des Poissons précédents, et comme eux sont séparés les uns des autres par des cloisons de tissu connectif dans lesquelles rampent les vaisseaux et les nerfs.

2° Comme chez tous ces Poissons, les disques sont empilés régulièrement; ces piles ou rangées sont disposées l'une à côté de l'autre, dans le sens longitudinal, comme chez le *Gymnote*; seulement, chez la *Raie*, elles sont un peu contournées en spirale autour de l'axe fictif de l'organe. Chez la *Torpille*, Poisson très voisin des *Raies*, les disques sont en piles verticales.

3° Chacun de ces disques reçoit un ou plusieurs filets nerveux qui s'épanouissent dans la cloison qui le sépare du disque voisin, et dont les filets nerveux élémentaires se subdivisent et se terminent en s'inosculant les uns avec les autres, comme chez la *Torpille*, seul Poisson chez lequel cette terminaison avait été étudiée.

B. L'origine des nerfs semble d'abord éloigner cet organe de la nature des appareils électriques. En effet, chez la *Raie*, ils viennent de la moelle caudale, tandis que, chez la *Torpille*, ce sont des nerfs encéphaliques, 5<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> paires, qui fournissent à cet organe.

Mais ce fait ne peut pas être présenté comme une objection; car, 1° il est maintenant reconnu que la *Torpille* est le seul Poisson électrique dont l'appareil reçoive de la 8<sup>e</sup> paire.

Cette distribution n'a elle-même rien de spécifique; car une assez grande étendue de l'appareil de ces mêmes Poissons reçoit de la 5<sup>e</sup> paire, qui se distribue de la même manière que la 8<sup>e</sup>, dans la portion antérieure de l'organe, à laquelle cette dernière ne fournit rien, parce qu'elle se répand dans la partie postérieure.

2° En outre, Mayer décrit et figure un nerf se rendant à l'appareil électrique des *Torpilles*, lequel naît entre la 5<sup>e</sup> et la 8<sup>e</sup> paire, auquel il donne le nom de *Ramus electricus medius seu secundus ex nervo nono (glosso-pharyngeo)*. Ce nerf serait l'analogue du glosso-pharyngien, et serait renflé en ganglion à son origine (*Car. Mayer spicilegium observationum anatomicarum de organo electrico in Raiis an electricis*. Bonn. 1843).

3° Chez le *Silure électrique*, l'appareil ne reçoit pas ses nerfs de la 8<sup>e</sup> paire, ainsi qu'on le croyait; mais, d'après les recherches récentes de Pacini, le nerf de l'organe électrique de ce Poisson est constitué par la 1<sup>re</sup> paire des nerfs intervertébraux, pourvue d'un ganglion intervertébral (*Pacini, sopra l'organo elettrico del Silur electrico del Nilo, comparato a quello delle Torpedine et del Gimnoto. Bologne, 1846*).

4° Chez le *Gymnote*, c'est, comme chez la *Raie*, de la moelle caudale que naissent les nerfs de l'appareil électrique, ce que Hunter a figuré et décrit.

Ainsi on peut voir, d'après ce qui précède, qu'il n'y a rien d'invariable, de constant, dans l'origine des nerfs des appareils électriques, puisque, sur les trois Poissons chez lesquels l'expérience a démontré un dégagement d'électricité, il y a pour tous trois différence d'origine des nerfs de l'organe, et l'un d'entre eux (*Torpille*) les reçoit à la fois de deux paires, et peut-être de trois paires différentes. Il n'y a donc rien d'étonnant de voir un Poisson voisin des *Torpilles* recevoir les nerfs de son appareil électrique d'une source qui n'est pas la même que chez ces derniers, mais cependant la même que chez le *Gymnote*.

C. Quant à la position de l'appareil, elle éprouve des variations qui correspondent à celles de l'origine des nerfs, et elle ne peut être invoquée comme objection, à la détermination de l'organe dont nous parlons comme appareil électrique.

Ainsi l'appareil des *Torpilles* existe de chaque côté de la tête; ses nerfs lui arrivent des nerfs encéphaliques. Chez le *Silure*, il occupe les deux faces latérales du tronc qu'il entoure complètement, et ses nerfs viennent de la première paire dorsale ou nerf sous-occipital. Chez le *Gymnote*, comme chez la *Raie*, il est placé sur les deux côtés de la queue, et reçoit ses nerfs des paires nerveuses caudales faisant suite aux paires rachidiennes, comme la moelle épinière de la queue à la moelle dorsale. Il y a donc une relation constante entre la position des organes électriques et l'origine de leurs nerfs, mais non origine constante des nerfs et variation de situation de l'appareil.

Quant à la place qu'occupe l'appareil, il n'y a qu'une chose

de constante, c'est qu'il est toujours double, occupe les deux côtés de la ligne médiane du corps, et, comme tous les organes de la vie de relation, celui d'un côté est toujours semblable à celui du côté opposé; or, chez la Raie, il ne fait pas exception à cette loi.

Ainsi la position de l'appareil, l'origine de ses nerfs, leur terminaison, toute sa structure, et surtout son *tissu électrique* spécial, identique au tissu des autres appareils électriques, portent à penser qu'il est chargé de dégager de l'électricité.

*D.* Les remarques qui précèdent font, en outre, reconnaître que cet organe n'est pas une glande, car il n'a pas de conduit excréteur; les disques ou éléments qui le constituent n'en possèdent également pas, et nulle part cet appareil n'a de communication avec l'extérieur. On ne peut non plus le considérer comme une glande vasculaire sanguine, c'est-à-dire une glande sans conduit excréteur, car, quoique très vasculaire, il n'a rien qui le rapproche de ces organes; ceux-ci, en effet, sont composés de petits lobules appendus en grand nombre à un tronc artériel et veineux, dont les capillaires leur servent de pédicule; or, ici nous avons vu qu'une pareille disposition n'existe pas. En outre, ces glandes ne reçoivent pas de nerfs de la vie animale, pendant que l'organe que je viens de décrire en possède un grand nombre qui sont disposés comme chez les *Torpilles*.

Aucune glande ne possède de tissu ayant quelque analogie avec le tissu électrique; aucune n'a une situation pareille à celle de cet organe; toutes ont une structure caractéristique qui n'existe pas dans l'appareil que nous étudions.

*E.* Il n'y a pas d'organes de l'économie animale autres que les appareils électriques, qui présentent des variations de situation analogues à celles que nous avons signalées dans ces organes. Il n'y en a pas non plus qui existent dans un genre de Poissons, et manquent complètement dans les genres voisins sans qu'on en retrouve de traces. Ainsi, toutes les glandes, tous les organes glanduleux sans conduits excréteurs (glandes vasculaires sanguines) qui existent chez les Plagiostomes, se retrouvent dans tous les genres de cette famille ayant tous la même position rela-

tive, et ne variant que par un développement plus ou moins considérable. Il en est de même pour tous les autres organes viscéraux ou de la vie de relation.

Si donc cet appareil n'est pas un organe électrique, on devra en retrouver des traces dans la queue des *Torpilles*, et celle des autres Poissons cartilagineux, ou dans quelque autre partie du corps de ces Poissons.

Cependant il n'existe pas sur ces Poissons, et à la place de cet organe on retrouve la disposition suivante :

1° Chez les *Torpilles* (*Torpedo D.*), les muscles épineux supérieur et inférieur s'étendent jusqu'à la nageoire caudale, appliqués contre les apophyses épineuses des vertèbres de la queue. En dehors de ces muscles se trouve le sacro-lombaire, volumineux à la base de la queue comme chez les *Raies*, et s'amincissent peu à peu. Mais tandis que chez les *Raies* ce muscle cesse d'exister vers la moitié de la queue, et se trouve continué à ce niveau par l'appareil électrique (qui plonge même au centre du muscle avant la terminaison de ce dernier), on trouve chez les *Torpilles* que le muscle ne cesse pas d'exister, mais se continue jusqu'à la nageoire caudale, sans qu'il soit possible de trouver de traces d'un organe analogue à celui de la *Raie*.

Ainsi il n'y a pas d'organe dans la queue des *Torpilles* qui soit analogue à celui de la queue des *Raies*, et le muscle sacro-lombaire dont cet organe occupe la position, et qu'il continue chez ces derniers Poissons, se prolonge, au contraire, jusqu'à l'extrémité de l'appendice caudal chez les *Torpilles*.

2° Chez l'*Ange* (*Squatina angelus* Risso), la disposition des épineux et du sacro-lombaire est la même que chez la *Torpille*, sauf le volume, et quelques autres différences peu importantes apportées par ce volume même.

Chez ce Poisson aussi, comme sur le précédent, le sacro-lombaire se prolonge jusqu'à l'extrémité de la queue, et l'on ne trouve pas de traces de l'appareil électrique.

3° Chez les *Pastenaques* (*Trygon* Adanson), les *Myliobates* (*Myliobatis* Dum.), les *Céphaloptères* (*Cephaloptera* Dum.), les muscles présentent une disposition différente de celle qui existe

chez les Poissons précédents, mais qui se rapproche davantage de ce qui existe chez les *Raies*.

Ainsi, chez les Poissons que nous venons de nommer, les muscles épineux et sacro-lombaires ont la même disposition que dans la portion de la queue des *Raies* qui ne renferme pas encore l'appareil électrique; seulement, ils sont de la moitié ou des deux tiers plus petits que chez ces dernières.

Le muscle sacro-lombaire cesse aussi environ vers la jonction du premier avec le deuxième quart de la queue, mais il n'est pas continué par un appareil électrique comme chez la *Raie*. Les muscles épineux supérieur et inférieur cessent aussi au même niveau; cependant, comme la colonne vertébrale se continue bien plus loin, des tendons qui font suite à ces muscles se prolongent jusqu'à l'extrémité de celle-ci.

Les apophyses de cette portion de la queue étant atrophiées en partie, les vertèbres sont presque réduites à leur corps seulement; les tendons, très minces, sont appliqués contre elles, et la peau adhère fortement à ceux-ci; de là vient le petit volume de cette portion de la queue, ce qui, joint à sa grande longueur, lui a fait donner le nom de *fouet* (*flagellum*).

Mais la principale différence de la queue de ces Poissons avec celle des autres *Raies* vient de ce que l'appareil électrique, qui existe chez ces dernières, manque complètement chez les *Trygon*, *Myliobates*, etc., comme chez les *Torpilles* et les *Anges*; et c'est la portion qui devrait être occupée par l'appareil qui constitue le *fouet*.

4° Si maintenant nous examinons des Poissons cartilagineux plus éloignés des Raies que les *Torpilles* et les *Anges*, *Pasténagues*, etc., tels que les *Roussettes* (*Scyllium* Cuv.), les *Aiguillats* (*Spinax* Cuv.), les *Emissoles* (*Mustelus* Cuv.), les *Milandres* (*Galeus* C.), les *Marteaux* (*Zygæna* C.), etc., nous verrons que l'appareil manque encore complètement. Les muscles épineux et sacro-lombaires ont une disposition fondamentale qui est la même que chez la *Torpille* et l'*Ange*; mais seulement il y a une plus grande complication dans leurs faisceaux. De

même que chez les derniers Poissons, ces muscles s'étendent jusqu'à l'extrémité de la peau.

RÉSUMÉ DE L'ARTICLE V.

*A.* L'appareil électrique des *Raies* est composé de *tissu électrique*, comme chez tous les Poissons qui ont un organe de ce genre. L'arrangement des disques seul diffère; mais il n'est le même sur aucun de tous les Poissons électriques.

*B.* Les nerfs de cet organe se terminent chez la Raie comme chez les Torpilles; ils ont la même origine que chez le Gymnote; origine qui n'a, du reste, rien de spécifique ni de constant, puisqu'il reçoit tantôt des nerfs crâniens (*Torpille*), tantôt de la première paire rachidienne (*Silure*), tantôt enfin de la moelle caudale (*Gymnote, Raie*).

*C.* La position de l'appareil et l'origine de ses nerfs se correspondent toujours; ainsi il occupe tantôt les côtés de la tête (*Torpille*), tantôt ceux du corps (*Silure*), tantôt enfin ceux de la queue (*Gymnote et Torpille*). Ce qu'il y a d'invariable, c'est le nombre: il y en a toujours un de chaque côté de la ligne médiane.

*D.* Ce n'est pas une glande, car il n'a pas de conduit excréteur, ni un ganglion vasculaire sanguin, car ses vaisseaux ne sont pas disposés comme dans ces ganglions. En outre, aucun des organes précédents ne présente un tissu analogue au tissu électrique; mais tous ont une structure caractéristique qui ne se retrouve pas ici.

*E.* Tous les organes glanduleux ou de la vie de relation autres que cet appareil qui existent chez un Plagiostome se retrouvent dans tous les autres; or on ne trouve pas trace de cet appareil dans la queue des Plagiostomes autres que les *Raies*. Son absence entraîne des modifications particulières dans le volume et la disposition des muscles.

*Addition à l'article V.*

Depuis la rédaction de ce travail, M. Matteucci a publié la note suivante dans les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* du 22 février 1847 :

« M. Müller m'écrivit de Berlin qu'il a fait quelques expériences sur cet organe (l'appareil électrique) dans la Raie vivante, avec le galvanomètre, et que, n'ayant trouvé aucun phénomène électrique, il m'engage à étudier la chose avec plus de soin; j'ai opéré sur mes Raies vivantes au moyen d'une méthode très délicate, et qui aurait pu faire découvrir le moindre signe de décharge électrique que la Raie aurait donnée, soit volontairement, soit en irritant son cerveau ou sa moelle épinière: cette méthode très simple est celle de la grenouille galvanoscopique. J'ai pu ainsi m'assurer que l'organe trouvé par M. Robin n'est pas un appareil électrique. Je dois ajouter que j'ai pu obtenir de cet organe tous les phénomènes du courant électrique musculaire, de sorte que l'observation de M. Robin m'en semble d'autant plus digne d'attention de la part des anatomistes. »

Quelque grand que soit le respect que j'ai pour les nombreux et remarquables travaux de ces savants, je pense cependant que les arguments que j'ai donnés plus haut conservent toute leur valeur. Sans rappeler ici ces raisons, je ferai les remarques suivantes :

1. Il est difficile de se résoudre à considérer comme non électrique un organe qui, 1° reçoit une grande quantité de nerfs de la vie animale, constitué par un tissu spécial, semblable à celui des autres appareils électriques des Poissons; 2° qui présente un arrangement de ses divers éléments identique, pour tous les points essentiels, à celui des appareils précédents; 3° qui en même temps diffère par sa position absolue et relative, par ses vaisseaux, nerfs, etc., et par la distribution de ces tissus les uns relativement aux autres, de tous les organes actuellement connus, excepté des appareils électriques des *Torpilles*, *Gymnotes*, etc.....; 4° dont le *tissu propre* diffère complètement de celui des muscles, des glandes avec ou sans conduit excréteur, ainsi que des appareils érectiles.

2. L'organisation de cet appareil est trop complexe et trop parfaite pour qu'on puisse supposer que c'est là un appareil rudimentaire, ne devant avoir aucune fonction spéciale. Il n'y a rien de rudimentaire dans cet organe.

3. Si pourtant les expériences démontrent que cet organe n'est pas un appareil électrique proprement dit, il sera néanmoins extrêmement curieux d'étudier la *nouvelle fonction* qu'il est chargé de remplir. Il serait également très intéressant pour les physiiciens, si l'expérience démontre que cet appareil est destiné à produire des courants analogues ou identiques à ceux que M. Matteucci nous a si bien fait connaître sous le nom de courants électriques musculaires (ce dont je ne puis m'empêcher de douter encore), et qui sont les seuls effets que ce savant ait pu obtenir de cet organe. Je ferai remarquer à cet égard, 1° que l'appareil continue, quant à la forme et à la position, le muscle sacro-lombaire; 2° que l'origine des nerfs est la même pour ces deux muscles.

Toutefois il faut observer que quelques recherches récentes m'ont fait voir que les nerfs de l'appareil électrique des *Torpilles* viennent des portions motrices et sensitives de la 5<sup>e</sup> et de la 8<sup>e</sup> paires nerveuses, et qu'il en est probablement de même pour les nerfs fournis aux appareils des *Silures* par la 1<sup>re</sup> paire dorsale (Pacini), et des *Gymnotes* par la moelle caudale. Ce n'est pas à dire pour cela que ce soient des nerfs moteurs proprement dits: mais comme ce ne sont pas des nerfs purement sensitifs, semblables à ceux de la peau, il faut admettre que ce sont des nerfs spéciaux (*nerfs électriques*), se rapprochant plus des nerfs musculaires que des nerfs sensitifs, puisqu'ils viennent de la même source que les premiers. Ce fait sera complètement démontré, si des recherches ultérieures confirment ce que j'ai vu: que les nerfs électriques sont, comme les nerfs musculaires, dépourvus des globules ganglionnaires, qui n'existent que sur les tubes nerveux sensitifs et sympathiques (Ch. Robin, *Bulletins de la Soc. philom.* et *Journal de l'Institut*, mars et mai 1847).

3° Enfin, dans les expériences, il faudra tenir grand compte des rapports du muscle sacro-lombaire qui enveloppe un tiers de l'étendue de l'appareil électrique, et qui peut-être a déjà été cause d'erreur.

4. Une des raisons qui me font penser que l'organe particulier des *Raies* mérite encore d'attirer l'attention des savants

bien placés pour expérimenter sur le vivant, ce sont les lignes suivantes, que m'écrivait, en août 1846, le professeur Retzius, de Stockholm :

« Un jeune homme a découvert, il y a quelques mois, l'organe de la queue des Raies, dont vous m'avez montré la structure. Il a été conduit à le rechercher par le dire de quelques pêcheurs, que, si on prend par la queue une *Raie* encore vivante, on reçoit une secousse électrique. Il en a donné une courte notice dans les procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg. Il ne paraît pas vouloir poursuivre son travail, et en somme il n'a rien vu. Je suis convaincu que ce fait n'attaque en rien le mérite de votre découverte; car, à l'époque où je vous ai vu, j'ignorais comme vous l'existence de cette note. »

Je n'ai pu me procurer le travail que m'a indiqué le savant professeur suédois qu'après l'impression des premières feuilles de celui-ci; en voici les faits principaux, qui remplissent à peine une page du recueil suivant :

*Proceedings of the Royal Society of Edimburgh*. Décembre 1844, in-8.

*On the existence of an electrical apparatus in the Flapper skate and other Rays*. By James Stark.

L'auteur indique avec exactitude la position de l'appareil; mais il dit à tort qu'il est composé de tubes pleins d'une matière gélatineuse, coupés transversalement par des cloisons. C'est encore par erreur qu'il avance que le tissu gélatineux est composé de petites cellules; il indique la présence de vaisseaux et de nerfs se ramifiant dans l'organe, mais il n'indique pas l'origine des vaisseaux; et, pour les nerfs, il dit qu'ils naissent de trois sources: le nerf latéral de la 8<sup>e</sup> paire et les deux nerfs longitudinaux de la queue.

Mais nous avons vu précédemment que ces nerfs ne se détachent ni de l'un, ni des autres de ces troncs, mais exclusivement des paires nerveuses caudales et de leur chiasma.

Il l'a trouvé composé surtout de gélatine et d'albumine: pas de fibrine.

Il est également développé dans toutes les espèces de Raies.

M. Stark considère cet organe comme un appareil électrique. Tant à cause de son aspect que d'après ce que lui ont rapporté les pêcheurs.

#### ARTICLE VI.

Remarques sur les changements de forme du corps qui coïncident avec la présence d'un appareil électrique chez les Raies, et son absence dans les Poissons voisins.

L'absence ou la présence de l'appareil électrique apporte toujours, dans la forme de la queue des Poissons précédents, des différences qui méritent d'être signalées.

a. Ainsi, chez les Raies, nous avons, 1° les muscles épineux supérieurs et inférieurs, qui se prolongent jusqu'à l'extrémité de la queue; 2° le muscle sacro-lombaire, qui disparaît vers le deuxième quart de la queue, mais qui est continué jusqu'à son extrémité par l'appareil électrique, lequel est aplati en bas ou dedans, et un peu élargi en dehors. De là résulte pour la queue une forme correspondante, savoir: son aplatissement en bas et la convexité de ses faces latérales et supérieures; 3° enfin le muscle latéral de la queue, qui finit un peu avant le sacro-lombaire et élargit encore la base de la queue.

Or, la présence de l'appareil électrique, faisant suite au sacro-lombaire, rend compte de l'allongement considérable de cet appendice du tronc chez les Raies, ainsi que de l'aplatissement de la face inférieure. Elle fait aussi qu'on se rend compte de la disposition des nageoires caudales. Celles-ci, en effet, sont au nombre de deux, placées à la face dorsale de la queue, sur la ligne médiane, un peu écartées l'une de l'autre, et la dernière n'atteint jamais l'extrémité de la queue; mais derrière elle existe un petit repli cutané vertical, seul rudiment de la véritable nageoire caudale.

Jamais il n'y a de lobes inférieurs à cette nageoire caudale; la face inférieure de la queue est aplatie et sans appendice dans toute sa longueur, ce qui n'existe que chez les Raies. Elles ont aussi sur les bords de la queue un repli cutané qui occupe une partie de

la longueur de la queue et augmente l'élargissement de la face inférieure : on en retrouve un rudiment chez les *Squatina*. Cette disposition, jointe à la longueur de cet appendice et à son aplatissement, aurait déjà pu faire soupçonner la présence d'un organe venant modifier, chez ceux-ci, la forme que présente la queue sur tous les Poissons des genres voisins.

*b.* Les *Pastenagues*, *Myliobates*, *Céphaloptères*, se rapprochent plus de la Raie, quant à la forme et à la disposition générale du corps et de la queue, que les Torpilles. Aussi on trouve que la disposition des muscles est à peu près la même chez les premiers. Ainsi les *Pastenagues*, *Myliobates*, etc., possèdent, 1° des muscles épineux supérieur et inférieur se continuant par des tendons très grêles et extrêmement allongés jusqu'à l'extrémité de la colonne vertébrale, qui est bien plus longue que chez les Raies; 2° le sacrolombaire, ainsi que nous l'avons vu, disparaît complètement et n'est continué par rien assez près de l'origine de la queue; 3° le muscle latéral, très petit, disparaît aussi rapidement. De là cette différence de forme singulière de la queue que nous avons signalée. Ici en effet l'appareil électrique manquant, les muscles épineux n'étant continués que par des tendons très grêles, il y a diminution correspondante dans le volume des vertèbres. Cette atrophie porte surtout sur les apophyses épineuses supérieures et inférieures. Au lieu d'être volumineuses, prismatiques, quadrilatères, bien développées, soudées à un corps cylindrique et résistant, de manière à former une vertèbre très forte, accompagnées de muscles épineux assez puissants, comme chez les Raies, les apophyses épineuses de la portion correspondante de la queue sont atrophiées, et le corps seul ne l'est pas d'une manière proportionnelle. Il en résulte que les vertèbres, au lieu d'avoir une certaine hauteur, sont réduites presque à leur corps seul, et la peau se colle à elles, séparée seulement par les tendons qui continuent les muscles épineux supérieurs et inférieurs destinés à mouvoir ces corps de vertèbres. Ceux-ci étant un peu aplatis et étroits, la queue devient très mince à partir du point où les muscles cessent d'exister, et comme elle est très allongée et flexible, elle a reçu le nom de *fouet* (*flagellum*). Ainsi le *fouet* est formé

essentiellement par la persistance de la portion de colonne vertébrale qui correspond à l'appareil électrique des Raies, chez les Poissons voisins de ceux-ci, qui manquent totalement de cet appareil.

Tandis que chez les Raies la queue possède deux nageoires dorsales suivies d'une petite expansion membraneuse, haute de 1 centimètre sur 3 à 4 de long, qui à elle seule représente la véritable nageoire caudale sans se prolonger à la face inférieure de la queue, on ne retrouve, chez les *Myliobates*, *Céphaloptères*, etc., plus de nageoire caudale proprement dite, ni de nageoire dorsale de la queue. Cette absence des nageoires coïncide avec l'atrophie des vertèbres, qui, chez ces Poissons, devraient les supporter. Cependant, sur quelques espèces de *Pastenagues*, il y a un rudiment de nageoire derrière l'aiguillon *odontiforme* et aigu que supporte le fouet, et sur les *Myliobates* et *Céphaloptères* on en trouve une petite à la base de la queue, sur les vertèbres de la portion pourvue de muscles.

c. Chez les Torpilles (*Torpedo*, D.), la queue est très courte à la fois d'une manière absolue et d'une manière relative; en même temps sa forme est bien différente de celle des Raies.

On y retrouve cependant les mêmes muscles que chez les Raies; mais sa brièveté s'explique par l'absence de l'appareil électrique dans cet appendice, et sa forme arrondie à ce que le muscle sacro-lombaire se continue jusqu'à la nageoire caudale, et déborde beaucoup les muscles épineux; ou, si l'on veut, c'est la colonne vertébrale qui, au lieu de se continuer, sous forme de *fouet*, au-delà du sacro-lombaire, comme chez les *Myliobates*, *Pastenagues*, etc., cesse en même temps que ce muscle, et se termine par une nageoire caudale disposée comme celle des autres Poissons. Elle présente en effet un lobe supérieur et un lobe inférieur; en même temps il y a deux nageoires dorsales de la queue, comme chez les Raies, mais plus écartées.

C'est à tort que j'ai avancé dans le résumé de ce travail (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, Bulletins de la Soc. philomat. et l'Institut*, mai 1846) que, chez les *Pastenagues*, *Myliobates* et *Céphaloptères*, on trouverait probablement un appareil

électrique, comme chez la Raie. La dissection de ces Poissons m'a montré qu'il n'en est rien.

L'appareil électrique se trouvant transporté à la tête chez les Torpilles, apporte dans la forme de cet organe des changements considérables, qui consistent dans l'élargissement de son bord antérieur, qui s'arrondit, au lieu d'être prolongé en pointe ou *rostre*, comme chez les Raies, Pastenagues, etc.

d. Chez l'*Ange* (*Squatina* D.), le *Rhinobate* (*Rhinobatus* Schm.), la disposition de la queue est la même que chez les Torpilles; elle est également aplatie, et sans nageoires en dessous, avec une nageoire caudale complète, et deux nageoires dorsales à la queue; mais la forme de la tête est différente, ce qui coïncide avec l'absence d'appareil dans cette partie du corps et une autre disposition des membres thoraciques.

e. Chez les *Squales*, la queue est arrondie, la nageoire caudale complète; il y a deux nageoires caudales à la queue, et, en général, une ou deux nageoires à la face inférieure de la queue qui n'existaient pas chez les précédents. Le tronc et la tête présentent d'autres différences très considérables que nous n'avons pas à signaler ici.

#### RÉSUMÉ DE L'ARTICLE VI.

La Raie est le seul Plagiostome qui ait un appareil électrique à la queue, et sa présence entraîne les dispositions suivantes de cet appendice chez les Poissons qui le possèdent, ou chez ceux qui en sont privés.

a. Chez les Raies: 1° grande longueur relative et absolue; 2° aplatissement en dessous, convexité en dessus, expansion cutanée sur les deux bords latéraux de la face inférieure; 3° absence du lobe inférieur de la nageoire caudale, et, par suite, absence de toute nageoire, même rudimentaire, à la face inférieure de la queue; le lobe supérieur seul existe à l'état rudimentaire, représenté seulement par une petite expansion cutanée; 4° deux nageoires dorsales à la queue bien développées; 5° muscles développés, dont les uns se prolongent jusqu'à l'extrémité de la

queue, et dont l'autre cesse avant son milieu, mais il est prolongé par l'appareil électrique.

b. Chez les *Pastenagues*, *Myliobates* et Céphaloptères : 1° la queue est aussi très longue ; 2° le lobe inférieur manque à la nageoire caudale ; le lobe supérieur est aussi rudimentaire, et manque chez quelques uns ; 3° il y a encore, mais non chez tous, une nageoire dorsale à la queue ; mais les muscles épineux n'étant prolongés que par des tendons très grêles à partir du premier quart de la queue où ils cessent ; en outre, le sacro-lombaire cessant au même niveau, et n'étant pas prolongé par l'appareil électrique qui manque tout à fait, même à la tête, la peau s'applique sur les vertèbres, au niveau desquelles il se trouverait s'il existait. Il en résulte que la queue change de forme, devient mince, arrondie et flagelliforme (*Fouet*, *Flagellum*).

c. Chez les Torpilles, les muscles cessent après un court trajet, comme chez les Poissons précédents ; mais l'appareil électrique existant à la tête, la colonne vertébrale se termine par une nageoire bien développée, en même temps que les muscles de la queue. La présence de l'appareil à la tête en rend la forme discoïde et non prolongée en *rostre*, comme chez les Raies, etc.

d. Chez les *Squatina* et les *Rhinobates*, la queue est disposée comme chez les *Torpilles*, sauf le volume qui est plus considérable. L'appareil manquant tout à fait, même à la tête, cette portion du corps diffère de celle des autres Sélaciens.

e. Chez les Squales, outre la nageoire caudale et les nageoires dorsales de la queue, il y a des nageoires anales à la face inférieure de la queue, qui changent beaucoup la forme de cet appendice ; il n'y a d'appareil électrique ni au tronc, ni à la tête.

f. Nous avons vu que l'appareil électrique des *Torpilles* est placé à la tête, que celui des *Raies* se trouve dans la queue ; et nous avons constaté les modifications de forme de ces parties du corps qui coïncidaient avec ces changements de position de l'organe.

Cependant, chez les *Myliobates*, *Pastenagues* et Céphaloptères, qui ne possèdent pas d'appareil électrique, la partie de la queue

qu'occupe l'appareil chez les *Raies* se prolonge ici, et présente une grande étendue. Cette disposition en apparence singulière tient à ce que ce fouet a pour destination de supporter, dans une partie de sa longueur qui varie suivant les espèces, un aiguillon très aigu et volumineux (ayant la structure des dents), avec lequel l'animal fait des blessures dangereuses. Avec la présence d'un appareil de défense ou d'attaque (organe électrique ou stylet caudal) coïncide une disposition du système dentaire, qui le rend impropre à tout autre acte que le broiement. Chez les Poissons dont nous avons parlé en dernier lieu, *Squatina*, *Rhinobates*, *Squales*, avec l'absence complète d'appareil électrique et de stylet, existe un système dentaire très développé, et propre sous tous les rapports à servir d'appareil d'attaque et de préhension.

#### ARTICLE VII.

Considérations critiques sur une remarque générale de *Broussonet*, relativement aux Poissons électriques.

Dans une Note ajoutée par le professeur R. Owen, à la description des organes électriques du Gymnote par Hunter, il est dit que :

« Broussonet a remarqué que tous les Poissons électriques actuellement connus ont tous la peau lisse et privée d'écaillés, épaisse, et percée de petits trous très nombreux aux environs de la tête, qui versent au dehors un liquide particulier. Leurs nageoires se composent de rayons mous et flexibles unis par des membranes denses. Ni le Gymnote ni la Torpille n'ont de nageoires dorsales ; le Silure n'en a qu'une petite, sans rayons, située auprès de la queue. Tous ont les yeux petits. »

Ces remarques sont généralement vraies, mais toutes n'ont pas une grande valeur.

1° Les Raies, quoique pourvues d'un appareil électrique, ont cependant la peau couverte sinon d'écaillés, au moins de *boucles* qui les représentent. Il est vrai que de grandes portions de la peau en sont privées, mais on y trouve de petits grains particuliers qui représentent aussi les écaillés. Cependant la Raie blanche (*Raia*

*batis* L.) n'a de ces tubercules qu'à la queue et sur la ligne médiane du dos.

2° Les trous que présente leur peau vers la tête sont les orifices des tubes mucifères. Ces orifices et une peau épaisse se retrouvent sur un nombre considérable de Poissons qui n'ont pas d'appareil électrique ; ce n'est donc qu'une coïncidence, qui n'a aucun rapport important avec la présence ou l'absence de l'appareil électrique.

3° La remarque sur la mollesse et la flexibilité des nageoires est applicable aux Raies comme aux autres Poissons électriques ; mais comme beaucoup de Poissons non électriques en ont de semblables, il est difficile d'y voir encore plus qu'une coïncidence, dont l'importance, si elle en a, ne peut pas encore être appréciée, non plus que celle des autres particularités signalées par Broussonet.

4° La Raie fait exception, par la grandeur de ses yeux, à la petitesse de ces organes signalée chez les autres Poissons électriques.

5° Le Gymnote n'a pas de nageoire dorsale ; mais on ne peut pas dire d'une manière absolue que les *Torpilles* et les *Raies* en sont dépourvues. Il est en effet bien difficile de ne pas considérer les deux nageoires qu'elles portent sur la ligne médiane, dorsale de la queue, comme étant les deux nageoires dorsales que possèdent les autres Plagiostomes, et la plupart des Poissons osseux qui ont subi un déplacement, en rapport avec les changements de forme du corps, et approprié aux nouvelles conditions d'équilibre et de locomotion de ces animaux.

#### ARTICLE VIII.

Remarques sur la valeur que peuvent avoir les différences de disposition anatomique de l'appareil, comme caractères pour la distinction des espèces de Raies.

La disposition anatomique de l'appareil présentant des différences, qui sont toujours les mêmes suivant les espèces et ne varient pas, ces différences pourront être prises en considération.

concurrément avec les caractères extérieurs, pour la détermination des espèces. Ces caractères tirés de la disposition de l'appareil prendront peut-être de l'importance en zoologie, si on constate sur toutes les Raies ce que j'ai observé dans les trois espèces suivantes : *Raia clavata* L. ; *Raia rubus* L. ; et *Raia batis* L. Dans ces trois espèces, l'appareil électrique présente des différences assez faciles à constater, et ces différences n'offrent pas de variétés ; elles sont toujours les mêmes pour chacune d'elles. Les caractères extérieurs, au contraire, surtout ceux tirés des boucles, de la couleur de la peau, etc., varient beaucoup, surtout dans la Raie ronce (*Raia rubus* L.). Dans les cas où ces variations de caractères m'ont mis dans le doute pour la détermination des espèces, l'examen de l'appareil électrique les a toujours levés.

Voici les principales dispositions de l'appareil qui peuvent faire distinguer l'une de l'autre les espèces précédentes :

1° *Raia rubus* L. L'appareil électrique est séparé de la colonne vertébrale par toute l'épaisseur des muscles épineux supérieur et inférieur. Il est muni d'un hile fibreux, longitudinal, dans le milieu de sa face interne ; c'est celui de tous dont les disques sont les moins larges ; ils ont environ 1 1/2 millim. à 2 millim. de diamètre, et sont séparés par des cloisons minces. Une coupe transversale de la queue, en faisant reconnaître les caractères précédents, montre aussi qu'il occupe le terme moyen pour la grosseur.

2° *Raia clavata* L. Comme chez l'espèce précédente, l'appareil est séparé de la colonne vertébrale par les muscles épineux supérieur et inférieur ; mais il ne présente pas de hile fibreux à sa face interne. Ses disques sont très larges (2 à 4 millim. de diamètre), et sont séparés par des cloisons épaisses ; son volume est à peu près le même, ou est plus petit que le précédent.

3° *Raia batis* L. L'appareil s'étend jusqu'à la colonne vertébrale en écartant les muscles épineux, qui sont très petits, et repoussés l'un en haut, l'autre en bas. Il ne présente pas de hile à sa face interne ; ses disques tiennent le milieu entre ceux des deux espèces précédentes, quant à leurs diamètres, et séparés par

des cloisons minces. C'est de toutes les espèces celle dont l'appareil est le plus volumineux, et par conséquent les disques les plus nombreux. C'est dans cette espèce encore que la peau est la plus lisse, les boucles les plus petites, les tubes sensitifs les plus nombreux; et son canal latéral, au lieu de s'ouvrir à la surface de la peau par des trous qui la traversent directement, s'ouvre par des conduits étroits qui ont jusqu'à 2 centim. de longueur, suivant les régions du corps et le volume des individus.

Je n'ajouterai rien ici sur les caractères tirés de la couleur de la peau, du nombre, du volume des boucles et des petits tubercules cutanés, car je n'ai pas pu examiner un nombre d'espèces assez considérable pour juger de leur valeur.

L'existence de l'appareil électrique chez les Raies vient confirmer pleinement l'opinion de M. le prince Charles Bonaparte (ainsi que le fait remarquer lui-même cet éminent zoologiste), qui, contrairement à Olfers, soutient que les *Torpilles* ne doivent pas former une famille distincte de celle des *Raies*, mais deux grands genres d'une même famille.

### EXPLICATION DES FIGURES.

#### PLANCHE 3.

Fig. 1. Cette figure montre la position absolue et relative de l'appareil électrique,  $z, z$  et  $x, x$ , sur une très petite Raie bouclée femelle (*Raia clavata* L). — Face inférieure.

$a$ , ouverture du cloaque, et oriïces péritonéaux.

$b$ , nageoire postérieure ou abdominale chez une femelle (*Catope* Dum.).

$V, V$ , face inférieure des apophyses épineuses inférieures de la colonne vertébrale de la queue.

$c, c$ , couches concentriques du muscle sacro-lombaire, mises à nu du côté gauche.

$x, x$ , portion de l'appareil présumé électrique qui est sous-cutanée.

$d, d$  et  $e, e$ , peau et muscle sacro-lombaire du côté droit, renversés pour montrer :

$z, z$ , l'appareil électrique mis à nu dans toute sa longueur, ainsi que les feuilletts aponévrotiques étendus de cet organe à l'aponévrose sous-cutanée.

*t, t*, tendons sous-cutanés du muscle épineux inférieur, qui sépare l'appareil de la colonne vertébrale.

Fig. 2. *z, z*, portion de l'appareil électrique de la *Raie bouclée*, séparée des muscles, destinée à montrer l'origine et la distribution des vaisseaux et des nerfs, et l'arrangement des disques en piles longitudinales couchées l'une à côté de l'autre, et un peu contournées. Les disques et les piles qu'ils forment sont séparés par des cloisons blanchâtres *c*. (Grossie de 3 à 4 fois.)

*k*, corps d'une vertèbre qui termine une portion de colonne vertébrale dont le canal rachidien a été ouvert pour montrer :

*m, m*, la moelle épinière, dans le sillon postérieur de laquelle est une veine qu'on a figurée plus petite, pour ne pas masquer l'origine des racines postérieures *p, p, p*, qui alternent avec les racines antérieures *a, a, a*, pour leur issue au travers des vertèbres et leur origine aux faces postérieures et antérieures de la moelle.

*g, g*, ganglion que présentent les racines postérieures au moment de former un chiasma avec les racines antérieures.

*i, s*, paires spinales inférieure ou antérieure, et supérieure ou postérieure, qui résultent du dédoublement du chiasma *g, g*.

*l, l, l'*, nerfs longitudinaux antérieur et postérieur, sur lesquels se jettent les paires spinales *i, s*.

Ces nerfs longitudinaux distribuent les filets musculaires et cutanés dans toute la longueur de la peau ; ils ne donnent aucun filet à l'appareil. Les nerfs de ce dernier naissent (comme le montre la figure) tant de la *racine antérieure*, près du chiasma, que du chiasma lui-même et de la paire antérieure qui s'en détache avant sa réunion au nerf longitudinal. Ces nerfs, au nombre de quatre à sept, se divisent près de l'appareil ; quelques branches pénètrent immédiatement dans son épaisseur, d'autres se ramifient et s'anastomosent à sa surface avant de pénétrer dans les cloisons.

*r*, artère caudale placée dans le canal des apophyses épineuses inférieures avec la veine *v*, située au-dessous et plus grosse. On a enlevé quelques vertèbres pour les montrer dans une certaine étendue.

*v', r'*, veines et artères de la queue, qui alternent entre elles pour leur origine et pour leur issue du canal caudal. On n'a laissé que la branche principale destinée à l'appareil.

Fig. 3. Coupe transversale de la queue de la *Raie blanche* (*Raia batis* L.), au niveau de la portion sous-cutanée de l'appareil.

*Γ*, vertèbre caudale avec son canal rachidien, et son canal *sous-caudal* pour les vaisseaux.

*z, z*, appareil électrique dont on voit les disques par leur large face ; les bords ou faces étroites sont tournés vers la périphérie. On voit aussi les couches concentriques que forment les piles ou colonnes de disques, en s'accolant

l'une à l'autre. Les disques ont 2 millimètres de large sur 1/2 millimètre d'épaisseur.

*m, m*, muscles épineux inférieur et supérieur, repoussés vers les faces correspondantes de la queue, parce que, dans cette espèce, l'appareil s'étend jusqu'à la colonne vertébrale, et sépare l'un de l'autre ces deux muscles.

*t, t'*, tendons des muscles épineux supérieurs et inférieurs.

*l, l'*, nerfs longitudinaux supérieur et inférieur, placés près de la colonne vertébrale, dans l'angle interne de la gaine des muscles précédents.

*c, c*. Dans ce point, on voit de bas en haut, et presque au contact l'un de l'autre, l'expansion latérale de la queue, la veine latérale, le canal *muqueux latéral*, le nerf latéral de la huitième paire, lequel ne fournit aucun rameau à l'appareil électrique, mais au canal muqueux seulement.

*v*, veine latérale accessoire, placée dans le dédoublement de la cloison qui sépare l'épineux supérieur de l'appareil.

Fig. 4. Coupe de la queue de la *Raie bouclée* (*Raia clavata* L.), faite au même niveau que la précédente. Les lettres ont la même signification.

On remarque que les muscles épineux se sont interposés à la colonne vertébrale et à l'appareil, pour se mettre en contact; ils ne sont plus séparés l'un de l'autre que par une *cloison fibreuse transversale*.

Les nerfs longitudinaux ne sont aussi séparés que par cette cloison.

L'appareil écarté de la colonne vertébrale, repoussé sur les bords de la queue, en a changé la forme. Ses disques sont du double plus larges que dans l'autre espèce, mais de moitié moins nombreux.

*c*, canal muqueux latéral isolé, et placé plus haut que dans l'autre espèce.

*C'*, expansion latérale, veine latérale et nerf latéral, tous placés au même niveau, mais un peu plus bas que le canal muqueux.

Les *boucles cutanées* dorsales et latérales de la queue sont plus grosses que dans la *Raie blanche*.

#### PLANCHE 4.

Fig. 4. Disques, nerfs et vaisseaux de l'appareil électrique isolés, pour montrer la distribution des nerfs sur la face antérieure, et des vaisseaux à la face postérieure. (Grossie 15 fois.)

*d, d*, disques vus par la face antérieure.

*V*, rameaux artériel et veineux envoyant leurs capillaires sur la face postérieure des disques, et aucun sur la face antérieure.

*n*, rameau nerveux dont les filets se jettent sur la face antérieure, plane et lisse des disques; ils s'y ramifient en filets extrêmement nombreux et déliés.

(Fig. 5, PLANCHE 3). Portion d'une des cloisons de tissu connectif qui séparent les

larges faces des disques les unes des autres. Elle montre les tubes nerveux élémentaires se bifurquant, pour aller s'insculer avec la bifurcation de quelque tube voisin, et dans ce trajet chaque branche se subdivise elle-même de nouveau une ou plusieurs fois pour s'insculer encore, comme il a été dit plus haut. De là résulte un réseau, à larges mailles, de tubes nerveux élémentaires. (Grossie 120 fois.)

Fig. 2. Tubes nerveux élémentaires isolés (étudiés à 300 diamètres), pour montrer les détails de leurs bifurcations. Ils sont variqueux, renflés d'espace en espace, et resserrés dans les intervalles; tous ont un double contour. Il y a presque toujours resserrement des tubes au niveau de leurs bifurcations.

*b, b*, bifurcations simples et isolées.

*t, t*, bifurcations de tubes, dont une branche se bifurque elle-même très près de son origine, ce qui peut faire croire à une trifurcation, lesquelles sont au contraire très rares.

*c, c*, contenu visqueux des tubes s'échappant par une extrémité rompue.

Fig. 3. Elle représente un disque *coagulé*, rendu opaque par l'acide nitrique, et isolé, vu par sa face postérieure. On voit les excavations alvéolaires dont elle est creusée; ces alvéoles sont séparées l'une de l'autre par de minces cloisons, et le fond de chacune d'elles est creusé d'excavations de plus en plus petites. Ces alvéoles ne perforent jamais les disques de part en part, mais vont jusqu'à 1/10 de millimètre de sa face antérieure ou face lisse. Ces alvéoles sont destinées à loger les derniers capillaires sanguins, qui décrivent de nombreuses flexuosités. (Grossie 40 fois.)

Fig. 4. Disque vu par sa face postérieure, *d, d*, au même grossissement que le précédent, pour montrer la distribution des capillaires dans les alvéoles.

*v, v*, portion des rameaux vasculaires artériels et veineux qui rampent dans les cloisons qui séparent l'une de l'autre les piles ou colonnes de disques, et se distribuent dans les cloisons qui séparent l'une de l'autre les larges faces des disques.

*c, c*, cloison laissée adhérente à la face postérieure du disque dans une partie de son étendue, et renversée dans l'autre moitié, *c, c*, pour montrer les capillaires flexueux qui la traversent afin de s'enfoncer dans les alvéoles, et en sont arrachés pendant la séparation de cette cloison. Quelques uns des petits groupes vasculaires flexueux, au lieu d'être entraînés avec la cloison pendant qu'on la détache, se rompent et restent engagés dans les alvéoles du disque, qu'ils remplissaient complètement avant la séparation, comme on s'en assure par des coupes transversales.

*b, b*, petite branche veineuse qui suit assez souvent le bord du disque et de la cloison, pour s'anastomoser avec une branche du côté opposé; elle est quelquefois accompagnée d'un capillaire artériel.

Fig. 5. Petite portion du tissu propre des disques (*Tissu électrique*), vu à 100 diamètres, pour étudier sa structure intime. Il est composé d'une masse fondamentale amorphe finement granuleuse.

*a, a*, petites alvéoles dont cette substance est creusée, destinées à loger les vaisseaux. Ce sont des plus petites de celles étudiées plus haut, qui sont ici considérablement grandies et vues par transparence.

*n, n, n'*, petites sphérules granuleuses (*noyaux*) répandues çà et là dans la substance fondamentale du tissu, et se voyant soit dans l'épaisseur des cloisons qui séparent les alvéoles les unes des autres, soit au fond des alvéoles. Chaque sphérule ou noyau granuleux est entouré d'une zone transparente, circonscrite elle-même par une zone granuleuse, sans qu'on puisse apercevoir de membrane de cellule enveloppante. Les noyaux ont de 0<sup>mm</sup>,005 à 0<sup>mm</sup>,007.

*s*, globules rouges et blancs du sang de la *Raic*. Au centre des globules rouges se voit leur noyau.

(Extrait des ANNALES DES SCIENCES NATURELLES, tome VII. — Avril-Mai 1847.)

---

## PROPOSITIONS.

---

Le tissu cellulaire filamenteux, résistant, qui existe dans le voisinage de la prostate, des vésicules séminales, et s'étend jusqu'au cul-de-sac recto-vésical du péritoine, outre les fibres du tissu cellulaire proprement dit, renferme un très grand nombre de fibres de tissu cellulaire contractile (*fibres de noyau*, Heule), ayant tous les caractères des fibres qui composent le dartos.

---

M. Duméril, le premier, a insisté sur ce fait que les troncs veineux des Lamproies n'ont pas de parois propres, mais sont formés uniquement d'une membrane semblable à celle qui tapisse la face interne des veines des autres animaux, laquelle s'applique contre les intervalles laissés par les muscles, et constitue des conduits sanguins analogues aux sinus de la dure-mère. Ce fait peut être constaté en outre chez tous les Poissons cartilagineux et osseux pour les veines sous-cutanées. Ces veines sont en effet formées par un dédoublement d'une aponévrose tapissée à sa face interne par une membrane séreuse, mais qui n'est pas toujours distincte chez les Lamproies.

---

L'étude du système circulatoire chez les Poissons conduit à admettre que les vaisseaux ne sont que des conduits ou tuyaux, dont les fonctions sont toutes mécaniques, et leurs parois n'ont aucune influence sur les phénomènes de nutrition, sécrétion, etc. Ces derniers phénomènes ne peuvent pas être expliqués par les forces qui régissent les phénomènes des corps inorganiques; mais ils varient avec chaque tissu, ils présentent quelque chose de spécial à chacun d'eux, et sont dus à des propriétés spéciales elles-mêmes, qui n'appartiennent qu'aux tissus constituant les corps organisés.

---

Les vaisseaux n'ont de parois élastiques et contractiles que chez les animaux dont le genre de vie nécessite un transport rapide du sang. Sans cette élasticité et tendance continuelle au resserrement (*tonicité*) des parois artérielles, après chaque contraction du cœur, le cours du sang

s'arrêterait. Mais les vaisseaux distendus par l'ondée sanguine que vient de pousser le cœur, tendant à revenir sur eux-mêmes, à se resserrer, forcent le sang à continuer son cours d'une manière régulière, un peu plus lentement qu'à l'instant de la systole. L'effet du retrait des parois artérielles après leur distension, est le même que celui de l'air qui est comprimé à chaque coup de piston dans le réservoir à air des pompes à incendie.

Les veines étant de simples conduits à parois non élastiques, le cours du sang est bien plus lent, parce qu'il ne se fait que par trop plein; il est aidé aussi par les contractions des muscles voisins, etc.

—

Chez les Poissons, le cours du sang est encore ralenti par les dispositions anatomiques suivantes. Chez eux, le sang parti du cœur est obligé de parcourir trois systèmes capillaires avant d'y rentrer (sauf celui de la tête). Ainsi : 1<sup>o</sup> le cœur univentriculaire pousse le sang dans l'artère branchiale, qui, étant très élastique et munie d'un bulbe contractile à sa base, doit activer très énergiquement le cours du sang et le rendre très rapide; 2<sup>o</sup> de là il passe des capillaires des branchies dans les veines artérielles, qui se réunissent pour former l'aorte et en même temps fournissent directement des branches artérielles à la tête. L'aorte a des parois minces mais élastiques; néanmoins le cours du sang y est uniforme, comme on le voit en coupant la queue, parce que le choc de l'ondée fournie par le cœur s'épuise dans les branchies. Des artères, le sang va aux capillaires. 3<sup>o</sup> Au sortir des capillaires, il pénètre dans les veines, dont les unes se répandent dans le foie, à la manière des artères (veine porte), les autres dans le rein (veine porte rénale). C'est aussi par trop plein que le cours du sang doit se faire là, car ces veines n'ont pas de parois élastiques contractiles. 4<sup>o</sup> Au sortir de ces capillaires, le sang va au cœur, mais n'a plus qu'un petit trajet à parcourir; néanmoins son cours doit y être très lent, car, ainsi que nous l'avons vu, les troncs veineux n'ont pas de parois élastiques, et souvent le sang est obligé de traverser de vastes et irréguliers réservoirs sanguins.

—

Il est cependant des Poissons dont le genre de vie encore peu connu semble exiger un cours du sang moins rapide: ce sont les Poissons cartilagineux du genre *Squatina*. Chez eux, en effet, l'aorte a des parois simplement fibreuses aponévrotiques, qui, en arrière, forment le périoste des vertèbres auxquelles elle répond; elle n'est pas cylindrique, mais irrégulièrement quadrilatère. Dans le canal sous-caudal creusé à la

base des apophyses épineuses inférieures, l'artère et la veine n'ont pour parois que le périoste de ce canal, séparé en deux par une cloison transversale. La division supérieure est l'artère, elle fait suite à l'aorte; la division inférieure est la veine qui, au sortir du canal, se jette dans les reins.

Les branches artérielles, parties de l'aorte, sont pourvues de parois élastiques; aucune d'elles ne vient des parois latérales de l'aorte, mais elles se détachent toutes de la ligne médiane antérieure de ce vaisseau. Les trois dernières paires de veines artérielles ou branchiales qui se réunissent pour la former, se jettent sur la face antérieure du tronc qui a été formé par les deux premières.

La même disposition des vaisseaux de la queue se retrouve dans le canal sous-caudal des autres Sélaciens. Cependant il y a exception pour les Raies, dont l'artère sous-caudale a des parois très contractiles, comme celles de l'aorte, et la veine a des parois propres.

—

M. Donné est le premier auteur qui ait établi que dans le sang, outre les globules ou disques rouges, il y a deux espèces de globules blancs (globules et globulins), qui avaient été confondus ensemble. Avant lui, les globules blancs et les globulins n'étaient pas distingués les uns des autres. Cet auteur a donné les caractères qui distinguent les globules blancs des globulins; il a fait ressortir l'analogie et très probablement l'identité des globulins et des globules du chyle et de la lymphe.

—

J'ai constaté aussi depuis lors l'identité des globulins du sang et de ceux du liquide contenu dans les lymphatiques du colon, chez le Cheval, des membres et du canal thoracique, chez le même animal et le Chien.

—

Les globules ou disques rouges, les globules blancs et les globulins, peuvent être facilement distingués chez les Oiseaux. Les deux premières espèces de globules existent aussi chez les Reptiles et les Poissons. Des recherches sont encore nécessaires pour faire admettre l'existence des globulins chez ces derniers animaux.

—

Les globules blancs de l'Homme et ceux des Oiseaux ont une structure très analogue.

—

Les globules blancs du sang de l'Homme ont le volume de ceux du pus et leur ressemblent par quelques autres caractères. M. Lebert a déjà signalé entre ces deux espèces de globules des différences appréciables à un grossissement de 400 diamètres. On peut ajouter à celles-là les modifications que l'acide acétique fait éprouver au contenu et à son enveloppe, modifications qui diffèrent pour les deux espèces de globules. Ces différences sont surtout frappantes lorsqu'on suit le progrès de l'action du réactif.

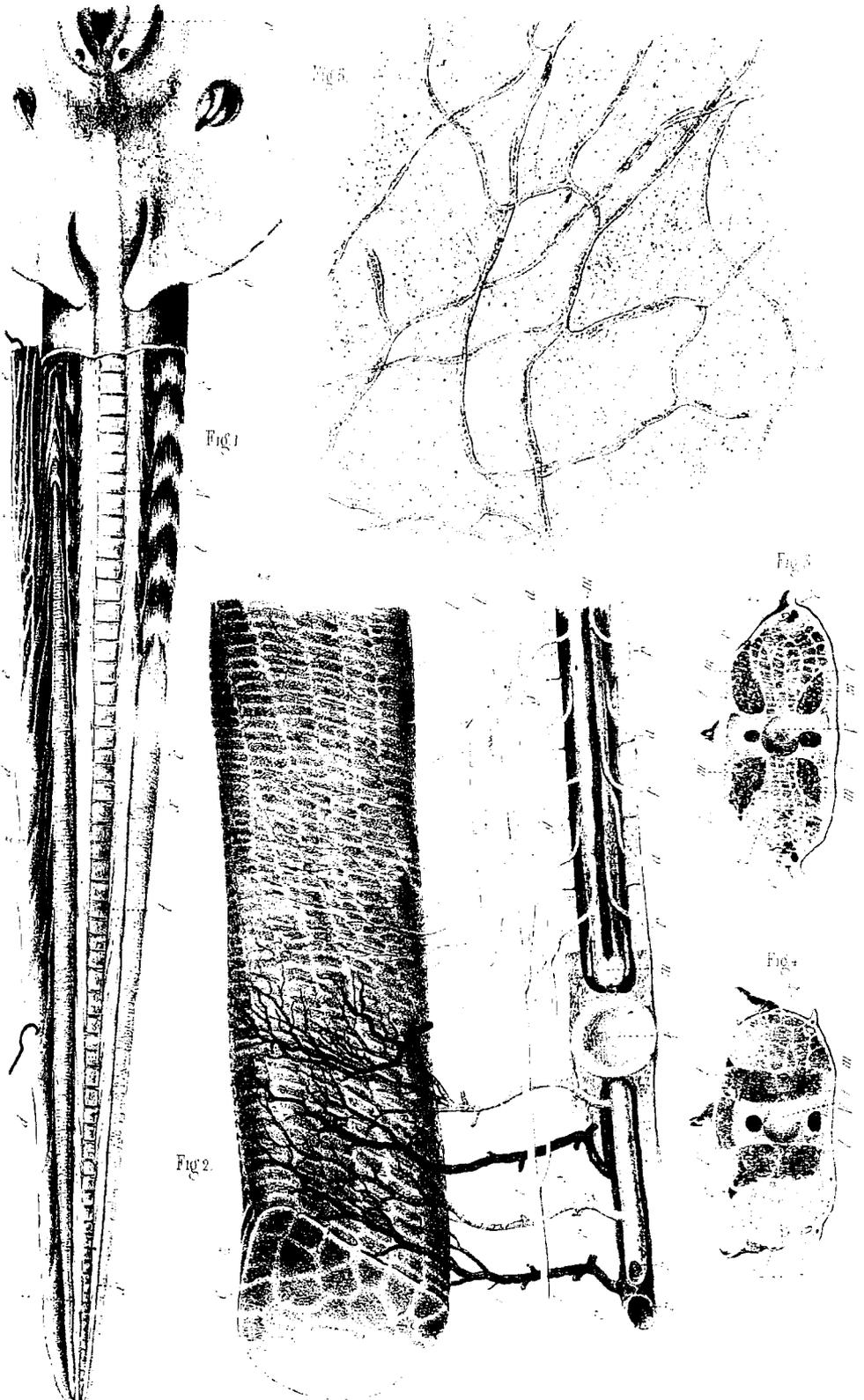
*Vu et approuvé,*

Le 24 juin 1847.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,  
J. DUMAS.

*Permis d'imprimer,*

L'INSPECTEUR GÉNÉRAL DES ÉTUDES,  
Vice-recteur de l'Académie de Paris,  
ROUSSELLE.



Anatomie des Raies

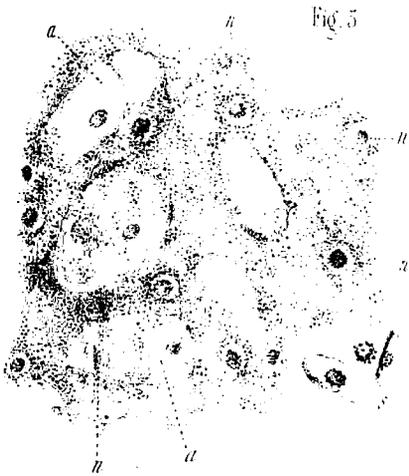


Fig. 5

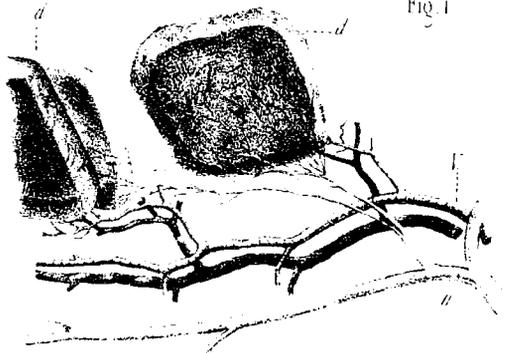


Fig. 1



Fig. 2

Fig. 4

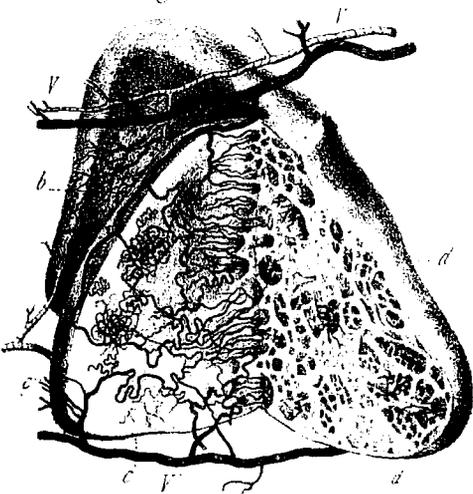


Fig. 5

