

ne tient effectivement pas à la variation négative du courant nerveux ; mais bien aux oscillations de l'état électrotonique. Ce qui confirme cette conclusion, c'est que pour obtenir la contraction secondaire, il ne faut pas que la portion du nerf principal qui est à côté de celui de la grenouille galvanoscopique soit trop éloignée de la portion soumise directement à l'action du courant extérieur, et il est nécessaire que la tétanisation soit produite par voie électrique.

Il y a donc une différence importante entre les muscles et les nerfs quant à la cause de la contraction secondaire qui résulte de leur tétanisation, l'effet étant produit dans les premiers par la variation négative du courant musculaire qui accompagne la contraction et étant indépendant de la cause de cette contraction, tandis que dans les nerfs il est lié avec l'apparition et la cessation de l'état électrotonique, et par conséquent dépendant du mode employé pour les exciter ; mode qui doit être un courant électrique. On ne peut donc décider par les expériences qui précèdent la question de savoir si la variation négative est continue ou intermittente.

M. Dubois-Reymond a réussi à démontrer, en disposant l'expérience comme l'indique la figure 346, que l'état électrotonique du nerf excité directement détermine aussi dans le nerf contigu un état électrotonique, mais inverse du sien propre. Il a même réussi à produire l'état électrotonique dans un nerf par l'effet de son propre courant ; dans ce but, après avoir disposé le nerf comme l'indique la figure 344, il a relié l'extrémité libre en anneau de façon que la section transversale *c* fût en contact avec une partie de la section longitudinale située en dehors des coussinets ; il en est résulté un courant circulant dans la partie du nerf repliée en anneau, et un état électrotonique accusé par le changement d'intensité du courant dans la portion comprise entre les deux coussinets.

Toutes les expériences relatives au courant nerveux ont été répétées sur des nerfs de nature différente, et on s'est assuré qu'il n'existait aucune différence entre eux, quant aux effets observés, qu'à cet égard les nerfs du mouvement et les nerfs du sentiment se conduisent de la même manière ; cette observa-

tion a permis de résoudre la question de savoir si dans chaque classe de nerf l'irritation n'est propagée que dans une direction, de haut en bas dans les nerfs du mouvement, et de bas en haut dans ceux du sentiment, ou si elle peut être propagée dans tous les nerfs dans les deux directions opposées également. En effet, la question ne peut être résolue que de la seconde manière, une fois qu'il est démontré que, quelle que soit la portion d'un nerf quelconque qu'on tétanise, il se manifeste une variation négative du courant nerveux dans le reste du nerf, preuve que l'irritation se propage dans tous les sens également.

Une dernière observation importante en ce qui concerne l'état électrique des nerfs, est encore due à M. Dubois-Reymond. Il avait remarqué que dans les animaux à sang chaud il arrive quelquefois que la direction de leur courant musculaire est renversée un instant très-court avant le moment où il disparaît tout à fait par l'effet de la perte de la vitalité. Le courant nerveux présente une modification du même genre, quoique non identique, quand on blesse le nerf par des actions soit mécaniques, soit calorifiques, soit chimiques. Ainsi si l'on approche brusquement d'un nerf placé sur les coussinets un fer rouge, mais sans le toucher avec ce fer, on voit le courant nerveux changer rapidement de direction, sans que cependant la propriété du nerf d'agir sur le muscle soit détruite ; si on replace le nerf en contact avec le muscle de manière qu'il recouvre son humidité naturelle, il reprend en même temps son pouvoir électromoteur ordinaire. Cependant il est facile de prouver, par des expériences directes, que ce renversement du courant n'est point dû à une augmentation de résistance dans le nerf, provenant de sa dessiccation par l'effet de la chaleur rayonnante. Une chose remarquable, c'est que lorsque le nerf est dans cet état anormal, toutes les sections transversales qu'on y détermine en le coupant, sont positives au lieu d'être négatives, par rapport à la section longitudinale.

§ 5. Rapprochement entre le courant musculaire et le courant nerveux et conséquences physiologiques.

Nous pouvons maintenant regarder comme démontré d'une

manière péremptoire par les recherches que nous avons exposées : 1° qu'il existe soit dans les muscles, soit dans les nerfs de tous les animaux, une électricité naturelle indépendante des actions mécanique, physique et chimique, soit extérieures, soit intérieures ; 2° que cette électricité se manifeste sous forme de courants fermés circulant le long des muscles ou des nerfs de l'animal, et dont nous ne pouvons percevoir par le secours de nos instruments qu'une portion dérivée très-petite ; 3° que la présence de cette électricité libre est subordonnée à l'état de vie de l'animal et qu'elle disparaît avec la force vitale. Ces points une fois acquis, voici, en résumé, les lois qui régissent les courants musculaires et les courants nerveux ; elles sont les mêmes, sauf en un petit nombre de points assez essentiels, il est vrai, que nous aurons soin de faire ressortir.

1° Dans les nerfs comme dans les muscles il y a un antagonisme électrique entre la section transversale qui est négative, et la longitudinale qui est positive, avec cette légère différence que les nerfs n'ayant pas de section transversale naturelle, il faut les couper pour percevoir leur courant, tandis que ce n'est pas nécessaire pour les muscles qui ont deux sections transversales naturelles. Cependant le pouvoir électromoteur des muscles qui n'ont pas été coupés est quelquefois plus ou moins dissimulé par l'effet de la couche parélectronique qui exerce une action électromotrice contraire. Cette action se reconnaît en ce qu'elle semble augmenter par l'effet du refroidissement, à cause de la diminution que le froid apporte au courant musculaire, sans altérer celui de la couche parélectronique.

2° Les lois qui régissent l'état électrique des muscles et des nerfs appartiennent à chacune des plus petites parties dont on peut les supposer formés, c'est-à-dire à leurs éléments.

3° Le pouvoir électromoteur des muscles et des nerfs ne dure après la mort de l'animal auxquels ils appartiennent, ou après qu'ils en ont été séparés, que tant que subsiste leur susceptibilité à être excités ; susceptibilité qui peut disparaître soit graduellement par la cessation des conditions nécessaires à la vie, soit par la privation soudaine de leurs propriétés vitales au moyen de la chaleur, des actions chimiques, etc.

4° On observe une soudaine et grande diminution dans le courant du muscle au moment où l'on détermine la contraction, et dans celui du nerf quand un mouvement ou une sensation sont transmis.

5° La variation négative du courant musculaire n'est pas permanente, lors même que la contraction semble l'être comme dans l'état de tétanos, mais elle se compose d'une succession rapide de simples et soudaines variations d'intensité. Le courant musculaire ne reprend pas immédiatement, mais seulement peu à peu son intensité après que la contraction a cessé.

6° Le nerf diffère du muscle sous le rapport électrique en ce que, lorsqu'il est traversé dans une portion de sa longueur par un courant continu, le nerf tout entier revêt un état électrique que nous avons appelé électrotonique, d'où résulte la production d'un courant qui, suivant sa direction, augmente ou diminue l'effet du courant ordinaire. Cet état électrotonique du nerf qu'on ne peut imprimer aux muscles, est un commencement d'électrolyse, il détermine une contraction soit en naissant, au moment où le circuit est fermé, soit en disparaissant, au moment où le circuit est rompu.

7° Les phénomènes électriques sont identiques dans les nerfs de mouvement et dans ceux de sentiment ; les uns comme les autres transmettent l'irritation dans les deux directions également.

Si maintenant nous rapprochons les faits que nous avons décrits dans les divers paragraphes qui précèdent de ceux que nous avons exposés dans le chapitre IV de la quatrième partie de ce traité, intitulés : *Des effets physiologiques de l'électricité*, nous arrivons à des conséquences remarquables.

Nous avons observé que, lorsqu'on agit par un courant sur les nerfs d'un animal vivant, il y a, au commencement de l'expérience, contraction de ses membres inférieurs et manifestation de douleur aussi bien au moment où l'on établit qu'au moment où l'on interrompt le circuit, et cela quelle que soit la direction du courant ; mais on ne tarde pas à s'apercevoir, en continuant l'expérience, qu'au bout d'un certain temps d'au-

tant plus court que le courant employé est plus intense, il existe une différence entre les effets, suivant que le courant chemine dans une direction ou dans une autre, et suivant que l'on établit ou que l'on ferme le circuit. Quand le courant qui circule est direct, c'est-à-dire dirigé dans le sens de la ramification du nerf, l'effet en est limité aux contractions des muscles inférieurs au moment où l'on ferme le circuit, et à une contraction des muscles du dos accompagnée d'une manifestation de douleur quand on ouvre le circuit. Avec le courant dirigé en sens inverse, ce sont les contractions des muscles du dos et la manifestation de douleur qui ont lieu quand on ferme le circuit, et la contraction des muscles inférieurs quand on l'ouvre. Il y a donc deux périodes dans l'action du courant sur l'animal vivant, et on peut résumer ce qui les caractérise, en disant que dans la première le courant agit dans tous les sens soit au moment où il est établi, soit au moment où il est interrompu, et que dans la seconde il agit dans le sens de sa direction quand il commence, et dans le sens contraire à sa direction quand il cesse. M. Matteucci a réussi en opérant sur un lapin à confirmer ces résultats déjà signalés par Marianini, comme nous l'avons vu dans le chapitre IV de la quatrième partie.

Avant d'aller plus loin, remarquons que si le courant peut produire avec la douleur des contractions dans les muscles du dos et de la tête, lors même qu'il n'agit pas directement sur un nerf qui se ramifie dans ces muscles, et déterminer ainsi un mouvement par l'excitation électrique du nerf au-dessus de la partie excitée, cela tient à une action appelée *réflexe* ou de réflexion, action qui est due elle-même à ce que l'excitation sensoriale du nerf sur lequel agit le courant détermine la contraction par l'intermédiaire du centre nerveux auquel elle aboutit. C'est ce que M. Matteucci a très-bien démontré en coupant à un lapin soumis à l'expérience, la moelle épinière soit totalement, soit en des points différents. Quand la moelle a été coupée tout à fait à son extrémité, il n'y a plus de contraction sur aucun point supérieur au nerf excité; dans les autres cas, il y en a encore sur ceux des muscles qui sont inférieurs au point où la moelle a été coupée.

Nous ne reviendrons pas sur les différentes phases si bien décrites par Nobili, que présentent l'action du courant direct et celle du courant inverse aux différentes périodes de vitalité du système nerveux, non plus que sur l'altération que détermine dans les propriétés du nerf, la transmission prolongée du courant, altération qui, lorsqu'elle ne cesse pas en même temps que le courant qui l'a provoquée par le simple effet de la force vitale, cède à l'action d'un courant inverse. Tous ces effets sont liés à la constitution même du nerf et aux propriétés qui découlent de cette constitution et dont nous avons fait l'étude dans le § 4 de ce chapitre. L'altération ou l'affaiblissement qu'éprouve l'excitabilité du nerf, quand il est parcouru pendant un certain temps par un courant continu, sont encore plus prononcées quand le courant est discontinu de manière à déterminer la tétanisation; il en résulte que pour faire ensuite contracter la grenouille, il faut un courant plus fort dans le second cas que dans le premier.

La ligature d'un nerf arrête l'action du courant électrique comme celle des autres stimulants; seulement il faut qu'elle soit plus forte quand le stimulant employé est le courant. Lorsque la ligature a été très-serrée, on trouve le nerf, dans les points où il est lié, très-aminci et réduit à son névrilème; alors, en coupant la ligature, on ne parvient plus à exciter de contraction en irritant le nerf au-dessus du point qui a été lié. Les poisons agissent différemment les uns des autres; M. Matteucci a observé que celui qui diminue le plus l'excitabilité du nerf est l'acide hydrocyanique; quant aux narcotiques, tels que l'opium ou la noix vomique, ils ne diminuent l'excitabilité du nerf de la grenouille qu'à la dernière période de l'empoisonnement. M. Matteucci a également remarqué que, lorsque la mort de l'animal a été déterminée par une décharge électrique, l'excitabilité du nerf par le courant électrique cesse entièrement. Mais, dans ce cas comme dans les précédents, les grenouilles ne perdent pas l'irritabilité de la fibre musculaire; le courant électrique y excite des contractions quand il y est appliqué directement.

Une observation très-curieuse de M. Bernard est celle qui se

rapporte à l'action du *curare*¹; on a deux grenouilles parfaitement semblables; on en empoisonne une en insérant sous sa peau un petit morceau de curare; puis, quand au bout de cinq ou six minutes elle ne donne plus de signes de vie, on retire le morceau de curare et on prépare cette grenouille, ainsi que celle qui n'a pas été empoisonnée, suivant la méthode de Galvani. On fait passer dans une portion du nerf lombaire de chacune d'elles successivement le courant d'une petite pile voltaïque; on voit aussitôt les muscles de celle qui n'a pas été empoisonnée se contracter fortement, tandis qu'on n'aperçoit pas le plus léger signe de contraction dans celle qui a été empoisonnée; mais en appliquant les pôles de la pile sur les muscles, l'une et l'autre éprouvent également une forte contraction, et même la grenouille empoisonnée conserve plus longtemps que l'autre la propriété d'éprouver la contraction musculaire.

Les expériences qui précèdent, en nous montrant la possibilité de déterminer directement la contraction musculaire par l'application de l'électricité aux muscles mêmes, sans l'intervention du nerf, nous appellent à examiner la question importante de savoir si la fibre musculaire est par elle-même, indépendamment de toute action externe portée sur son nerf, capable de se contracter, ou bien s'il faut toujours, pour produire la contraction du muscle, que son nerf ait été irrité d'avance. J. Muller et Longet avaient trouvé que, lorsqu'un nerf a été depuis quelque temps séparé du système nerveux central, il n'excite plus la contraction dans les muscles auxquels il aboutit, lorsqu'on irrite son extrémité libre. M. Matteucci a obtenu le même résultat en agissant sur des grenouilles qui avaient été empoisonnées par une solution d'extrait alcoolique de noix vomique introduite dans leur estomac. Cependant le même courant de huit à dix couples qui, appliqué au nerf sciatique de ces grenouilles, ne produisait aucun effet, déterminait une con-

¹ Le *curare* est un poison remarquable dont les effets ont été étudiés par M. Alvaro Raynoso dans un mémoire communiqué à l'Académie des sciences, et sur lequel M. Flourens a fait un rapport important.

traction dans le muscle soumis à son action. Il y a plus, Humboldt le premier, et bien d'autres après lui, ont réussi à faire contracter, au moyen du courant électrique, des morceaux de substance musculaire pris sur un animal quelconque, auxquels tous les filaments nerveux visibles avaient été enlevés avec le plus grand soin. M. Matteucci, en répétant cette expérience, s'est assuré que cette contraction a lieu au moment où le courant commence à pénétrer dans la masse musculaire et au moment où il cesse de circuler, et cela quelle que soit sa direction relativement à celle des fibres musculaires. Cette contraction, qui ne dure qu'un instant, semble consister dans une espèce de raccourcissement des fibres, et, quoique le circuit reste fermé, la fibre, raccourcie au premier moment, reprend sa forme, et ce n'est que lorsque le circuit est interrompu qu'on la voit de nouveau se contracter, quoique plus faiblement que la première fois. Ainsi le courant électrique seul de tous les excitants essayés peut, quand il est appliqué directement aux muscles, déterminer leur contraction sans l'intervention des filets nerveux.

Ce dernier fait semble établir une analogie remarquable entre la manière d'agir des courants électriques et celle des nerfs, pour produire la contraction musculaire. Un nerf excité par un moyen quelconque, et un courant électrique appliqué directement, agissent de même sur un muscle. N'est-il donc pas probable que c'est par une modification dans son état électrique naturel que le nerf agit quand, en vertu d'une excitation provenant du cerveau ou du muscle, ou d'une cause extérieure, il produit mouvement ou sensation? Essayons de voir s'il nous est possible de nous rendre compte de ce mode d'action.

Nous savons que le nerf a par lui-même un certain état électrique que nous avons réussi à déterminer; nous savons de plus que cet état électrique est modifié par toute excitation exercée sur le nerf. Le muscle a également un état électrique naturel, lequel est modifié toutes les fois qu'il y a contraction. En l'absence d'excitation exercée sur le nerf et de contraction opérée sur le muscle, il doit s'établir nécessairement un certain équilibre électrique, qui consiste dans la circulation de cou-

rants électriques internes en rapport avec les phénomènes chimiques qui s'accomplissent dans le muscle vivant. Nous ne voulons pas dire par là que ces phénomènes soient la cause des courants électriques; la cause en est dans la force vitale qui donne aux molécules organiques, naturellement bipolaires, la disposition nécessaire pour l'établissement de ce courant; mais cette disposition une fois établie, le courant est entretenu par les actions chimiques qui l'accompagnent, et qu'il détermine probablement lui-même en partie¹. Ainsi la vie est transmise par le nerf au moyen de l'état électrique qu'il possède dans les conditions normales de vitalité, et il en résulte pour le muscle un état électrique analogue avec quelques différences que nous avons fait remarquer et qui tiennent à la nature différente de ces deux parties du corps animal.

Maintenant si, par une cause quelconque, l'état électrique du nerf est modifié, l'équilibre est rompu, et il en résulte une contraction du muscle ou une sensation. Avant d'étudier les conséquences de cette modification, remarquons qu'elle consiste en ce que les molécules organiques dont le nerf est formé ne sont plus polarisées transversalement de dedans en dehors, mais longitudinalement d'une extrémité à l'autre, comme l'est tout corps conducteur traversé par un courant électrique. Quand la modification provient de l'action immédiate du centre nerveux, il paraît que la polarisation s'opère toujours de façon que les pôles négatifs des molécules soient tournés du côté de ce centre, et les positifs du côté du muscle, comme cela résulterait de l'action d'un courant électrique qui cheminerait dans le sens des ramifications nerveuses. C'est ce qui explique pourquoi un courant électrique qui chemine dans ce sens favo-

¹ La force vitale joue ici un rôle analogue à celui de la force qui polarise les molécules d'un liquide électrolytique, quand on y plonge un métal susceptible d'être attaqué par lui; puis, quand le circuit est fermé, le courant lui-même est entretenu par les actions chimiques qui résultent de la fermeture du circuit; celles-ci en même temps augmentent d'intensité. C'est ce qui a lieu également pour les actions chimiques qui constituent la respiration musculaire, puisque, comme M. Matteucci l'a observé, elles sont plus fortes quand le muscle est contracté que quand il ne l'est pas.

rise la contraction bien plus que lorsqu'il chemine dans le sens contraire. C'est également une conséquence naturelle de ce que les particules des nerfs sur lesquelles doit s'exercer l'action immédiate du cerveau étant les intérieures qui y pénètrent plus profondément, celles-ci ont leurs pôles négatifs libres.

Si, au lieu de venir du cerveau, l'action exercée sur le nerf vient du muscle, la polarisation du nerf doit avoir lieu en sens contraire, c'est-à-dire de façon que les pôles positifs soient tous tournés du côté du centre nerveux, et les négatifs du côté du muscle d'où vient l'excitation. Ce renversement dans la polarité des muscles du filet nerveux qui aboutit au cerveau doit l'affecter et y produire une sensation. C'est ce que confirme l'effet d'un courant électrique étranger qui, lorsqu'il circule dans les nerfs dans un sens opposé à celui de leurs ramifications, produit une sensation et non une contraction. On conçoit donc d'après cela que la polarisation s'établisse en sens contraire dans un nerf de mouvement et dans un nerf de sentiment, et que le même nerf ne puisse pas en même temps dans l'état normal transmettre le mouvement et la sensation. Il n'y a que le cas où il est excité dans une partie de sa longueur; il peut alors transmettre le mouvement vers la périphérie et la sensation au centre nerveux, ses deux portions étant polarisées en sens contraire l'une de l'autre. L'effet de la ligature qui, en altérant la constitution musculaire du nerf, arrête la transmission de la cause du mouvement si on la fait au-dessous du point irrité, et celle de la cause de la sensation si c'est au-dessus, s'explique également bien, car alors la polarisation des molécules nerveuses, sous l'action de la cause excitante, ne peut plus s'opérer.

Maintenant comment l'excitation du nerf détermine-t-elle la contraction de la fibre musculaire? Puisqu'on peut déterminer cette contraction par l'application immédiate au muscle d'un courant électrique extérieur, il est évident que le nerf la détermine en modifiant l'état électrique du muscle. Nous avons vu que lorsque le muscle est contracté, son courant propre diminue, ce qui nous paraît tenir évidemment à ce que ses particules changent de place et se disposent les unes à l'égard des autres

de manière que leurs pôles négatifs et positifs soient tournés dans le sens de la longueur comme dans un conducteur traversé par un courant, et non plus dans le sens transverse. Ce changement de place doit produire un rapprochement des particules dans le sens longitudinal, et par conséquent un raccourcissement de la fibre, ce qui est le caractère de la contraction. Mais ce raccourcissement, et le rapprochement qui en est la cause, ne durent qu'un instant, à cause de l'élasticité propre de la fibre, et les particules se replacent à leur première distance. Cependant il y a une différence importante à noter. Quand la fibre musculaire se contracte par l'effet d'un courant électrique continu appliqué soit à son nerf, soit immédiatement à elle-même, la contraction ne dure, il est vrai, qu'un instant, mais les particules du muscle, tout en reprenant, en vertu de l'élasticité, leur première distance relative, conservent leurs pôles électriques tournés dans le sens de la longueur de la fibre; ce n'est qu'au moment où le courant électrique cesse de circuler que les pôles électriques des particules se replacent dans leur position normale, et ce retour est accompagné d'un nouveau déplacement des particules, et par conséquent d'une nouvelle contraction. Voilà pourquoi il n'y a contraction qu'à l'établissement et à la rupture du courant; parce que ce n'est qu'à ces deux moments qu'il y a demi-révolution des particules du muscle. Quand le courant, au lieu d'être continu, est discontinu, alors il y a une succession si rapide de déplacements et de retours à leur position primitive des particules du muscle, que la contraction semble permanente, ce qui constitue le tétanos; cependant, comme nous l'avons vu au moyen de la grenouille galvanoscopique, la contraction est réellement intermittente.

Reste maintenant à savoir comment il peut résulter d'une modification dans l'état électrique des nerfs que celui des muscles est modifié de manière à produire la contraction. Il faudrait, pour résoudre cette question d'une manière un peu satisfaisante, connaître mieux qu'on ne la connaît, la manière dont les nerfs se terminent, et dont ils se ramifient dans les muscles. Il nous paraît probable que chaque filament nerveux

élémentaire aboutit à une fibre élémentaire¹; alors il n'est pas étonnant que si ce nerf est polarisé par une cause d'excitation, il détermine la polarisation de la fibre musculaire à laquelle il aboutit. Dans ce cas la fibre entre dans le circuit du nerf, et elle doit éprouver la contraction, comme lorsqu'elle est traversée immédiatement par un courant électrique artificiel. Nous retrouvons alors les mêmes phénomènes, en particulier que la contraction ne dure qu'un instant, à moins que le nerf ne soit tétanisé, ce qui fait que le muscle lui-même l'est aussi. Dans la sensation, c'est le muscle dont l'état électrique normal est troublé, qui polarise le nerf de manière à agir sur le cerveau. Dans les deux cas également, il n'est pas étonnant que tout ce qui altère la contraction moléculaire du nerf empêche sa polarité de s'établir, et par conséquent arrête la transmission du mouvement ou de la sensation. Il serait bien important, pour appuyer ces explications sur des bases plus solides, et pour pouvoir leur donner plus de précision, qu'on parvint à mieux déterminer qu'on ne l'a fait le mode de communication du nerf et du muscle. Ce qui me paraît éminemment probable, c'est que dans la contraction musculaire, comme dans la transmission de la sensation, l'action réciproque du nerf et du muscle s'opère à l'extrémité même du nerf, et non pas tout le long de son parcours à travers le muscle.

Il résulte de l'étude détaillée que nous venons de faire qu'on peut regarder le corps d'un animal vivant comme le siège d'une multitude innombrable de courants électriques n'ayant la plupart que des circuits locaux; ce sont des portions dérivées de ces courants que nous parvenons à percevoir par l'expérience. Mais, quand par l'effet de la volonté ou d'une autre cause agissant directement sur un nerf, on modifie son état

¹ Le docteur Waller a réussi par la section des nerfs à déterminer dans les filets nerveux qui sont au-dessus de la section une altération qui permet de les suivre dans leurs dernières ramifications avec une grande précision; on les voit ainsi pénétrer jusque dans l'intérieur des fibres musculaires auxquelles elles s'entrecroisent. Nous regrettons que les limites assignées, dans un ouvrage du genre de celui-ci, à cet ordre de considérations, ne nous permettent pas d'entrer dans plus de détails sur les recherches intéressantes du docteur Waller.

électrique, le courant local correspondant se transforme, sinon en totalité, du moins en partie, en un courant dont le circuit plus considérable comprend alors le nerf et le muscle correspondant, et il en résulte les effets que nous avons signalés.

Nous ne quitterons pas ce sujet sans remarquer que nous sommes conduits à admettre que l'agent au moyen duquel s'exerce toute l'action nerveuse est l'électricité, non une électricité créée au moment même où le nerf agit, mais préexistante dans toutes les particules organiques, comme elle préexiste dans toutes les particules de la matière inorganique. Nous sommes de plus forcés d'admettre que, sous l'influence de la vie, ces particules se disposent d'une manière toute spéciale, et qui permet l'accomplissement des fonctions organiques; de sorte que la vie ne peut point être considérée comme une conséquence de la nature électrique et de l'arrangement de ces particules, mais doit au contraire être regardée comme la cause de leur mode de groupement, et par conséquent indirectement des phénomènes qui en résultent. Qu'on ôte la vie, en effet, et les particules, tout en conservant leurs propriétés électriques, c'est-à-dire leur polarité, se groupent tout autrement, de manière à obéir aux conditions d'équilibre des forces qui leur sont propres, et ne présentent plus que les phénomènes ordinaires que nous offre la matière inorganique.

M. Matteucci, tout en reconnaissant que les courants organiques ne sont point dus à une action chimique extérieure quelconque, estime qu'on doit les attribuer aux actions chimiques de l'organisme vivant. Ce serait, suivant lui, dans l'action chimique qui doit exister entre la fibre musculaire proprement dite et le sang artériel en contact avec elle, et par conséquent dans la vie nutritive des tissus, qu'il faudrait chercher la cause de ces courants. Elle serait ainsi inhérente à l'état de vie des tissus organiques, et liée constamment avec une différence dans l'état et dans le pouvoir nutritif de ces tissus, de manière que l'élément positif du couple organique serait toujours représenté par la partie du tissu dont le pouvoir nutritif est le plus fort. Comme on le voit, M. Matteucci est d'accord avec nous en ce point que c'est de la force vitale qu'il fait dépendre en pre-

mière ligne l'électricité animale; seulement, suivant lui, ce n'est qu'indirectement en obligeant la nutrition à s'opérer, que les nerfs intermédiaires entre la force vitale et les muscles développeraient l'électricité; tandis que, suivant nous, l'action serait plus directe, la transmission de l'action vitale des nerfs aux muscles s'opérant par l'électricité même dont les nerfs sont primitivement doués. Nous ne contestons nullement la part de l'action chimique dans la production de l'électricité animale, mais ce n'est pas d'elle que nous faisons découler la première origine de cette électricité que nous croyons, comme nous venons de le dire, être préexistante aux causes qui en déterminent la manifestation, aussi bien dans l'organisme vivant que lorsqu'il s'agit de la matière inorganique.

§ 6. Poissons électriques.

Nous avons déjà indiqué, dans le § 1, qu'il existe une classe d'animaux, les poissons électriques, chez lesquels les signes d'électricité, dont la perception ne peut avoir lieu dans les animaux en général que sous certaines conditions et avec le secours d'instruments très-déliés, se manifestent de la manière la plus prononcée, et de façon à avoir frappé l'attention des observateurs dès les temps les plus reculés. Ces poissons sont au nombre de cinq : la *raya torpelo* (la torpille), le *gymnotus electricus*, le *silurus electricus*, le *tetraodon electricus* et le *trichiurus electricus*. De ces cinq espèces deux seulement ont été étudiées avec soin, la torpille et le gymnote; ce sont les deux dont nous nous occuperons essentiellement dans ce paragraphe.

La torpille ou raie électrique est le plus anciennement connu des poissons électriques, et celui qui a été l'objet du plus grand nombre de recherches, vu qu'il est facile à se procurer, puisqu'il se trouve dans la Méditerranée; son corps, à peu près circulaire, se termine par une queue courte et assez charnue (fig. 347 et 348); l'espace entre les nageoires pectorales, la tête et les branchies, est rempli de chaque côté par un appareil extraordinaire formé de petits tubes membraneux