vent être éveillés que par les nerfs sensitifs restés intacts. Si l'on n'obtient pas de mouvement réflexe en pinçant la peau quand l'animal est *complètement* empoisonné, ce n'est donc pas parce que l'animal est insensible, mais seulement parce que les nerfs moteurs sont partout devenus impropres à actionner les muscles, tout aussi bien que la volonté. L'animal *sent* et *veut* le mouvement, mais les conducteurs des incitations motrices (nerfs moteurs) sont frappés d'inertie. C'est ce que l'expérience suivante démontre encore plus clairement. Sur une grenouille, on pratique une incision au bas du dos et on isole les nerfs lombaires. On pose ensuite au même niveau une ligature à l'aide de laquelle on serre énergiquement tout le corps de l'animal, sauf les nerfs lombaires. La ligature étreignant l'aorte, il en résulte que la moitié postérieure du corps ne communique plus avec la moitié antérieure que par les nerfs lombaires. L'animal est alors empoisonné à l'aide d'un fragment de curare placé sous la peau du dos. Au bout de trois ou quatre minutes, les effets toxiques se sont étendus à toutes les parties de l'animal situées en avant de la ligature. Si l'on excite alors un point quelconque de la peau de la partie empoisonnée. Le train de devant reste immobile; le *train de derrière* exécute des mouvements énergiques.

Il y a quelques années, M. Schiff a appelé l'attention des physiologistes sur un phénomène auquel il a donné le nom de contraction *idio-musculaire*. Voici en quoi consiste ce phénomène. Lorsque, sur le muscle d'un animal vivant ou d'un animal récemment tué, on pratique perpendiculairement à sa longueur une friction un peu forte ou si on le frappe (il suffit de frapper le muscle biceps à l'aide de la tranche de la main), il survient en ce point une élévation ou tuméfaction qui se développe en peu d'instants et qui dure quelque temps. Très visible chez l'homme vivant, même à distance, et au travers de la peau, quand on le sollicite à l'aide d'un choc violent sur la partie moyenne d'un muscle épais comme le biceps, le phénomène dont nous parlons (observé et considéré d'abord par M. Stokes et par M. Lawson comme un signe pathologique) peut se produire sur tous les muscles, même sur les muscles membraniformes (le grand pectoral par exemple). Percutée par le choc du doigt qui se détend comme un ressort (ce qu'on nomme vulgairement une chiquenaude), la surface sous-cutanée du muscle présente une petite élévation caractéristique. On peut ainsi (surtout chez les sujets maigres chez lesquels le phénomène n'est pas masqué par le tissu adipeux sous-cutané), parsemer pour ainsi dire le thorax de ces petites élévations localisées.

M. Schiff voit dans ce phénomène une des expressions les plus manifestes de la propriété contractile du tissu musculaire. La contraction dite idio-musculaire ne peut être obtenue que par les excitants mécaniques et chimiques appliqués au muscle lui-même ; l'excitation variée du système nerveux ne la produit jamais. D'où M. Schiff tire cette conclusion légitime, que quand ce mode de contraction se produit, ce qui a été excité ce n'est pas le nerf mais le muscle. M. Bennet-Dowler et M. Brown-Séquard ont constaté que, dans le mode de contraction dite idio-musculaire, non seulement le muscle se tuméfiait au point percuté, mais qu'il pouvait s'en suivre encore une contraction générale du muscle, assez puissante pour déterminer des mouvements étendus. Quinze minutes après la mort, M. Brown-Séquard, en percutant les muscles fléchisseurs de l'avant-bras (biceps), a vu l'avant-bras se soulever à angle droit avec le bras. Le mouvement de flexion et celui d'abaissement, ou de retour,

étaient lents l'un et l'autre (1/2 minute). Sur un autre cadavre mort depuis une heure, le choc des muscles de la région antérieure du bras souleva la main chargée d'un poids de 1 kilogramme à $1^{k},5$. Lorsque la contractilité musculaire (essayée par l'électricité) avait disparu, le choc n'était plus capable de faire mouvoir les parties, mais la tuméfaction caractéristique se développait encore à l'endroit percuté. MM. Brown-Séquard, Vulpian, Panum, etc., ont constaté pareillement que l'excitation mécanique est encore capable de provoquer des contractions dans les muscles d'un animal mort, alors que l'excitation électrique des nerfs n'avait plus ce pouvoir, c'est-à-dire à un moment où l'action nerveuse ne pouvait plus être invoquée.

En résumé, on peut conclure de tous ces faits que la contractilité musculaire est une propriété *inhérente* à la fibre musculaire, et qu'elle peut être mise en jeu soit par l'intermédiaire des nerfs (volonté, excitation sensitive réflexe, excitation des nerfs moteurs), soit sous l'influence d'agents qui agissent directement sur les muscles, tels que l'action mécanique, l'action chimique, l'action électrique[1].

[1] M. Wundt, en reproduisant les expériences de MM. Bernard et Kölliker et en constatant leur justesse, lorsqu'on emploie comme excitant le courant électrique, nie que les excitants chimiques aient le pouvoir de faire contracter les muscles d'un animal empoisonné par le curare ou la conicine. Voici sa principale expérience : on empoisonne une grenouille avec la substance toxique, après avoir préalablement lié les vaisseaux cruraux d'un côté. Après la mort de l'animal, les muscles des deux membres postérieurs se contractent également sous l'influence de l'application locale de l'électricité, tandis que le sel marin, appliqué sur les muscles mis à nu, ne fait contracter que les muscles du membre dont les vaisseaux ont été liés. D'autres expériences lui ont encore montré que le sel marin appliqué sur un muscle (chez l'animal sain) entraîne plus lentement la contraction, que lorsqu'il est appliqué sur le même muscle, dans le voisinage du nerf qui le pénètre; d'où il tire cette conclusion, que le sel marin n'est pas capable d'exciter directement la contractilité musculaire, et qu'il n'agit que par l'intermédiaire du nerf qui se répand dans le muscle. Puis généralisant sa conclusion, M. Wundt suppose que le muscle n'est *directement* excitable que par l'électricité, et que les excitants chimiques, mécaniques et thermiques n'agissent sur le muscle que par l'intermédiaire du système nerveux.

En réponse aux idées de M. Wundt sur la contractilité musculaire, M. Kühne a entrepris un grand nombre d'expériences, surtout au point de vue de l'action chimique envisagée comme excitants de la contractilité musculaire. Il fait remarquer d'abord que si le sel marin, appliqué à la surface d'un muscle, excite la contraction plus lentement que quand on place le sel dans le voisinage du nerf qui le pénètre, cela tient à ce que la fibre musculaire est plus à *découvert* dans ce point, tandis qu'ailleurs il faut que le sel traverse une couche plus ou moins épaisse de tissu conjonctif. Puis il tire d'un grand nombre d'expériences tentées à l'aide d'acides, d'alcalis, de sels neutres et de corps indifférents, cette conclusion, que la plupart de ces corps agissent aussi bien sur les muscles que sur les nerfs, et même que le muscle est plus excitable que le nerf. L'acide chlorhydrique et l'acide azotique très dilués, par exemple, n'agissent plus sur les nerfs (pour faire contracter le muscle) alors qu'ils agissent encore sur les muscles eux-mêmes. Il en est de même de l'acide acétique, de l'acide lactique, de l'acide gallique, du sel marin, du chlorure de potassium. D'autres substances ont paru agir à peu près également sur les muscles et sur les nerfs. Quelques autres, telles que les huiles et l'eau ordinaire à la température du corps, se sont montrées sans action aussi bien sur les muscles que sur les nerfs. M. Kühne a répété ses expériences à l'aide des excitants chimiques, sur les muscles des animaux empoisonnés par le curare, et il a constaté que quand les nerfs avaient perdu tout pouvoir excito-moteur, les muscles avaient néanmoins conservé leur pouvoir contractile sous l'influence des mêmes doses de l'agent chimique excitateur.

M. Kühne a constaté que, quand on paralyse l'action excito-motrice des ramifications nerveuses qui se distribuent dans le muscle, par le procédé de M. Eckhard (procédé qui consiste à rendre le nerf inexcitable en le faisant traverser par un courant énergique, constant et ascendant, appliqué au tronc du nerf), on peut mettre encore en évidence l'excitabilité du muscle sous l'influence des agents chimiques.

M. Kühne a encore recherché s'il n'y avait pas, parmi les agents chimiques, une substance capable d'agir sur le muscle, et qui fût sans action sur les nerfs ; il croit l'avoir trouvée dans l'ammoniaque. Il aurait aussi reconnu que les dissolutions de sels métalliques, qui, appliqués sur les

Il est vrai, ainsi que nous le faisions remarquer, que la propriété contractile qu'on peut constater dans un muscle séparé de ses liens avec le système nerveux central par la section des nerfs qui s'y rendent n'y persiste pas indéfiniment, et qu'elle disparaît vers le sixième mois, après cette séparation. Dès le troisième ou le quatrième jour après la section des nerfs, on constate que l'excitabilité du muscle est un peu diminuée ; elle augmente ensuite (surtout pour les excitations électriques) jusque vers la sixième semaine, puis l'excitabilité du muscle diminue de nouveau et s'éteint enfin définitivement. Mais il faut remarquer qu'à ce moment le muscle n'est plus un muscle proprement dit, car son tissu a subi des modifications profondes. Les changements qui s'accomplissent en lui sont déjà morphologiquement visibles au bout d'une semaine après la séparation nerveuse, et vont sans cesse en croissant. Le muscle n'est pas mort, car il reçoit du sang et continue à vivre et à se nourrir, mais il a éprouvé des modifications trophiques qui lui ont enlevé son caractère essentiel, la contractilité. Les muscles d'ailleurs ne sont pas les seuls tissus qui éprouvent des troubles dans leur nutrition, et partant dans leurs propriétés, après la section des nerfs, ainsi que nous le verrons plus tard.

Avant la disparition finale de l'excitabilité, on peut observer dans les muscles dont les nerfs sont coupés, divers phénomènes sur lesquels M. Schiff a appelé le premier l'attention, et qui paraissent en rapport avec les modifications musculaires qui préparent l'extinction de la contractilité. Après la section de l'hypoglosse on voit souvent des mouvements fibrillaires dans les muscles de la langue et aussi dans les poils des moustaches (muscles annexés aux follicules pileux) du chat. Ces mouvements commencent à se montrer après la première semaine, et durent quelquefois plusieurs mois.

§ 223.

De l'influence de la circulation sur la contractilité musculaire. — L'influence du sang sur les muscles dépend de l'espèce à laquelle appartient l'animal en expérience. La suspension de la circulation n'influe que d'une manière très lente sur la contractilité des muscles des animaux à sang froid, des grenouilles, par exemple. Le train de derrière des grenouilles, séparé du corps, et même une cuisse de grenouille, séparée du bassin, ne reçoivent plus de sang ; ces parties, cependant, conservent pendant vingt-quatre heures et même plusieurs jours (quand on les place dans un lieu froid et humide, qui s'oppose au desséchement) la propriété de se contracter sous l'influence des excitants.

Sur les animaux à sang chaud, l'interruption complète de la circulation est bientôt suivie d'un abaissement de température dans la partie où se distribuait le vaisseau qui a été lié ; elle s'accompagne plus tard de la dégénérescence des tubes nerveux primitifs, et d'altérations de structure des fibres musculaires.

La ligature de l'artère principale d'un membre (chien, chat, lapin), n'amène pas, la plupart du temps, des désordres bien notables dans la contractilité musculaire; elle n'est guère suivie, ordinairement, que d'un peu d'engourdissement

nerfs, entraînent la mortification du nerf sans amener la contraction des muscles animés par ces nerfs, déterminent, au contraire, la contraction quand on les applique sur les muscles eux-mêmes. Mais ces derniers résultats qui ne sont pas nécessaires pour compléter la démonstration de l'indépendance de la contractilité musculaire, ont été contestés.

et d'une certaine faiblesse dans l'énergie des contractions volontaires, faiblesse qui disparaît à la longue. La stimulation directe de la fibre musculaire prouve, d'ailleurs, que celle-ci a conservé sa contractilité. La circulation collatérale qui s'établit après la ligature entretient ou rétablit les fonctions de nutrition dans le membre.

Lorsqu'au lieu de lier l'artère d'un membre, on porte la ligature sur le tronc même de l'artère aorte (chien, chat, lapin), on suspend d'une manière à peu près complète la circulation dans les membres postérieurs de l'animal[1]. Lorsqu'à la ligature de l'aorte on joint celle de l'artère crurale et de l'épigastrique, d'un côté, pour s'opposer aux circulations collatérales, la circulation du membre postérieur du même côté est tout à fait suspendue. Dans ce cas, les muscles de ce membre perdent rapidement leur contractilité. Lorsqu'on cherche à mettre en jeu la contractilité en excitant les nerfs qui vont aux muscles, c'est-à-dire par voie indirecte, on constate qu'elle a généralement disparu au bout de 30 à 50 minutes ; si on l'interroge *directement*, c'est-à-dire en appliquant l'excitant mécanique ou électrique sur le muscle lui-même on peut encore éveiller le pouvoir contractile du muscle pendant 4 ou 5 heures, après quoi il a complètement disparu. Lorsque la contractilité musculaire a disparu, on peut (si l'on n'attend pas trop longtemps), la faire reparaître en enlevant la ligature et en rétablissant le cours du sang.

Dans les expériences de ce genre, la nutrition des parties, aussi bien celle des nerfs, que celle des muscles, est profondément troublée. Il arrive ici ce qui a lieu dans les muscles des animaux à sang chaud qui viennent de succomber (§ 229), ou dans les muscles des animaux, *séparés* du corps de l'animal vivant. La contractilité dure encore quelques heures, puis elle s'éteint peu à peu avec la nutrition, c'est-à-dire avec la vie des organes. C'est bien la suppression de circulation[2] qui entraîne la perte de la contractilité des muscles, puisqu'il suffit de rétablir le cours du sang pour la voir réapparaître; puisque sur un muscle *extrait du corps* d'un animal à sang chaud, et quand la contractilité y a disparu, on peut la faire réapparaître en rétablissant *artificiellement* la circulation de ce muscle, c'est-à-dire en injectant dans ces vaisseaux du sang artériel à la température du corps de l'animal.

Ces dernières expériences sur les muscles séparés du corps ont été faites autrefois par M. de Humboldt et reprises par M. Brown-Séquard, Stannius et beaucoup d'autres physiologistes. Les injections de sang artériel dans les muscles peuvent même ramener temporairement la contractilité des muscles déjà envahis par la rigidité cadavérique (v. § 230). M. Brown-Séquard a vu la contractilité réapparaître par injection de sang artériel, sur des pigeons et sur des lapins, 1 heure et 1 heure et demie après qu'elle avait disparu ; sur l'homme, 3 heures après sa disparition, et sur le chien après 6 heures.

[1] La ligature de l'artère aorte (expérience dite de Stenson) entraîne ordinairement la mort des animaux. Dans quelques cas, cependant, la circulation s'est rétablie peu à peu dans la partie postérieure du tronc et jusque dans les membres, en se frayant des voies collatérales, et la vie s'est maintenue. Ce sont ces résultats qui ont porté Astley Cooper à pratiquer la ligature de l'artère aorte chez l'homme. Cette tentative hardie a trouvé depuis des imitateurs. Elle n'a pas encore été suivie de succès.

[2] Quand la circulation est suspendue dans un muscle, non seulement le muscle ne reçoit plus les matériaux nécessaires à son existence physiologique, mais il ne peut plus se débarrasser des produits nuisibles que la contraction musculaire engendre (V. § 227 *bis*).

Les expériences de MM. Ludwig et A. Schmidt ne sont pas moins démonstratives. Les muscles biceps et demi-tendineux de la cuisse enlevés sur un chien vivant avec leurs vaisseaux, sont soumis à une circulation artificielle continue, à l'aide de sang artériel de chien défibriné et entretenu à la température de 35° à 40°. Dans ces conditions la contractilité musculaire a pu être maintenue dans ces muscles pendant plus de 20 heures consécutives.

Chez les animaux à sang froid les actions nutritives qui s'accomplissent dans les muscles n'ont pas, à beaucoup près, la même activité que chez les animaux à sang chaud, aussi l'influence circulatoire n'est pas aussi aisée à mettre en évidence. Mais les phénomènes pour être plus lents à se produire, n'en sont pas moins les mêmes. MM. Harley et Ettinger ont constaté (sur des grenouilles auxquelles ils avaient, d'un côté, lié les vaisseaux cruraux en les conservant pleins de sang, tandis que, de l'autre côté, ces vaisseaux ouverts avaient été vidés par expression), que sur le membre qui avait conservé son sang, la contractilité musculaire durait plus longtemps que sur celui qui l'avait perdu. Ils ont constaté, en outre, qu'un muscle vide de sang se fatigue plus vite, et n'est pas capable du même travail (apprécié en grammètres) qu'un muscle maintenu dans le cercle circulatoire.

§ 224.

La contraction musculaire. — Myographes. — Myographie. — La secousse musculaire. — L'onde musculaire. — Durée et périodes de la contraction musculaire. — Lorsqu'un muscle se contracte et qu'il se raccourcit par le rapprochement de ses extrémités, la masse musculaire, envisagée dans son ensemble, gagne en épaisseur ce qu'elle perd en longueur. Mais, bien que les muscles soient élastiques (Voy. § 225), ils ne se comportent pas pour amener cet effet comme de simples lanières de caoutchouc; les éléments qui les composent présentent une série de phénomènes à peu près inconnus il n'y a pas longtemps encore, et qu'on est parvenu, de nos jours, à analyser avec beaucoup de précision[1].

Lorsqu'on isole un muscle de manière à le soustraire à toute excitation physiologique (cet isolement peut être obtenu soit en enlevant le muscle sur un animal vivant, soit en annihilant sur l'animal vivant l'action que le système nerveux peut exercer sur le muscle laissé en place), ce muscle ainsi isolé, peut être soumis à des excitations expérimentales qu'on mesure et qu'on dose à volonté. On arrive ainsi à constater que la contraction musculaire, telle qu'elle se montre au toucher et à la vue, n'est en réalité qu'une résultante, ou que la fusion de phénomènes élémentaires qu'on peut mettre en évidence à l'aide des appareils enregistreurs. A l'aide de cette méthode expérimentale on peut encore étudier et représenter par des tracés graphiques les phases ou périodes de la contraction, sa durée, ainsi que l'influence qu'exercent la nature et le degré de l'excitant. Mais avant d'exposer les résultats, quelques mots sur les appareils d'expérience rendront beaucoup plus clair ce que nous aurons à dire ensuite.

Myographes. — Myographie. — Les premières recherches de ce genre ont été faites par M. Helmholtz. Il s'est tout d'abord proposé de rechercher *le temps qui s'écoule entre le moment où un muscle est excité, et le moment précis où débute la*

[1] Parmi les physiologistes qui ont porté la lumière dans ces régions jusque-là inexplorées, il faut citer en première ligne MM. Helmholtz, A. Fick et Marey.

contraction. L'appareil dont il s'est servi est représenté fig. 121. Il se compose de deux parties essentielles : l'une W (perfectionnée par M. du Bois-Reymond et que M. Hemholtz a substituée à celle dont il se servait d'abord) qui porte à la

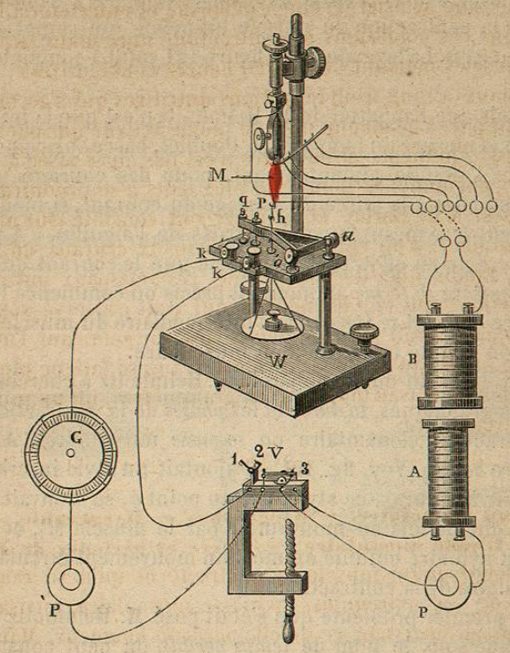

Fig. 121.

APPAREIL POUR MESURER LE TEMPS QUI S'ÉCOULE ENTRE L'EXCITATION DU MUSCLE ET LA CONTRACTION MUSCULAIRE (Du Bois-Reymond et Helmholtz).

W. Interrupteur (Unterbrecher) de M. du *Bois-Reymond.* — *kk*, bornes métalliques destinées à recevoir et à fixer les fils métalliques conducteurs. — *aa'*, deux supports d'axe. — *aa'hpq*, levier de forme triangulaire très mobile sur les supports à tourillons *a,a'*. — Au point *h* (à peu près au milieu du levier triangulaire) existent deux crochets métalliques, l'un en haut pour le *muscle*, l'autre en bas pour recevoir le fil de suspension du plateau de balance, fil de suspension qui passe par une ouverture de la tablette. — *pq*, deux vis bien fixées par leur écrou sur le levier triangulaire. La première, *p* se termine par une pointe de platine, laquelle pointe repose sur une lame de platine fixée sur la tablette au moyen d'une substance isolante; la lame de platine sur laquelle repose *p* s'appelle la *lamelle d'appui;* elle peut être mise en communication avec une des bornes *k;* la vis *q* placée à l'extrémité du levier triangulaire est terminée par une pointe en cuivre qui baigne dans une petite masse de mercure contenue dans un godet en fer également isolé et fixé dans la tablette (ce godet peut être mis en communication avec l'autre borne *k*).

Sur la tablette, qui porte le levier triangulaire, s'élève une tige de laiton, également isolée dans son contact avec la tablette; cette tige porte un bras qui peut monter et descendre à l'aide d'un curseur. Ce bras supporte une pince-tenseur destinée à fixer le muscle. Cette pince peut aussi monter et descendre à l'aide d'une vis micrométrique placée à la partie supérieure.

V. Bascule (Wippe) de M. *Helmholtz.* — 1, poignée de la bascule. Quand on soulève cette poignée, 2 s'abaisse et produit deux effets : il *ferme* le courant mesureur du temps (courant galvanométrique) et il *ouvre* au point 3 le circuit inducteur de l'appareil d'induction AB dont le circuit *induit* est lié avec le muscle M.

En conséquence, le muscle reçoit, au moment de la fermeture du courant mesureur du temps, une décharge induite produite par rupture du courant inducteur; et c'est la contraction du muscle qui amène la rupture du courant mesureur du temps.

M, muscle.
G, galvanomètre.
A, bobine du courant *inducteur.*
B, bobine du courant *induit.*
P, P, piles.

fois le muscle en expérience M et le levier triangulaire mobile *aa'hpq*, que ce muscle met en mouvement, au moment où il est traversé par le courant d'induction qui l'actionne; l'autre V, destinée à rompre le circuit inducteur (bobine A) de l'appareil d'induction (à produire, par conséquent, une décharge

induite qui traverse le muscle), et à fermer en même temps le courant *mesureur du temps* qui traverse le galvanomètre G.

Il en résulte que le muscle reçoit au moment même de la fermeture du courant *mesureur du temps*, une décharge induite produite par la rupture du courant inducteur. C'est la contraction du muscle lui-même qui rompt ensuite le *courant mesureur du temps*. La légende de la figure 121 suffit à compléter ces courtes explications.

Il est aisé de voir que l'appareil de M. Helmholtz n'est que la mise en pratique de la méthode de la mesure du temps de M. Pouillet, basée sur ce principe : « que les déviations de l'aiguille aimantée sont, pour des courants de très faible durée, proportionnelles à la durée du passage du courant, si bien que la durée de ce passage peut être mesurée par les écarts de l'aiguille. » La méthode de M. Helmholtz consiste en effet à faire en sorte que le courant qui agit sur l'aiguille du galvanomètre *se ferme* au moment précis ou commence l'excitation du muscle, et que ce courant *se rompe* par l'intermédiaire du muscle lui-même au moment précis où débute la contraction musculaire.

Plus tard, et à l'aide du même appareil, M. Helmholtz a cherché à apprécier, à l'aide de tracés graphiques, la *durée* et les *phases* de la contraction musculaire elle-même (contraction élémentaire ou *secousse* musculaire). A cet effet, au levier triangulaire *aa'hpq* (Voy. fig. 121), il ajoutait un style inscripteur (il n'est pas représenté sur la figure) ; ce style, fixé au point *q*, se mouvait avec le levier (lequel était lui-même mis en mouvement par le muscle M), et inscrivait par sa pointe, sur un cylindre enfumé animé d'un mouvement circulaire uniforme, la courbe musculaire de la contraction.

En dehors du premier problème que s'était posé M. Helmholtz (la recherche de ce qu'on désigne sous le nom de *temps perdu*), on peut considérer que le principe même de la myographie consiste (tout mouvement musculaire étant un raccourcissement du muscle suivi du retour à sa longueur première), à se servir du mouvement musculaire pour imprimer un mouvement de va-et-vient à un levier inscripteur. Ce levier terminé par un style peut être de longueurs diverses. Comme l'étude myographique peut porter sur des animaux de petite taille, il importe souvent d'*amplifier* ces mouvements pour pouvoir les inscrire, ce qu'on obtient facilement en augmentant beaucoup la longueur du bras de levier qui porte le style par rapport au bras de levier qui reçoit le mouvement.

En partant du principe des transmissions à l'aide d'ampoules élastiques fermées et remplies d'air, principe sur lequel nous avons précédemment insisté [1], M. Marey a construit de nombreux et ingénieux appareils d'une grande simplicité, d'un maniement facile, et qui sont aujourd'hui entre les mains de tous les physiologistes. Ajoutons que dans la plupart des recherches qui ont précédé les siennes, les muscles sur lesquels on expérimentait étaient enlevés du corps de l'animal, tandis que la méthode qu'il emploie permet beaucoup plus facilement de laisser le muscle en place sur l'animal vivant, en prenant seulement certaines précautions pour se mettre en garde contre l'intervention intempestive des mouvements musculaires d'ordre volontaire ou réflexe.

Le mouvement d'un muscle se traduit de deux manières : ou par son *raccourcissement*, ou par son *gonflement ;* de là, deux sortes de myographes : les uns, destinés à inscrire les phases du raccourcissement, les autres qui inscrivent les phases du gonflement. Le raccourcissement et le gonflement du muscle n'étant que l'expression d'un seul et même phénomène, on peut indifféremment étudier les phases de la contraction par l'un ou par l'autre procédé [1], la figure 122 représente l'*ampoule* ou *tambour explorateur* destiné à l'inscription des phases du *raccourcissement* des muscles. L'une des extrémités du muscle est fixée au levier du tambour explorateur; l'autre extrémité (adhérente à l'os, ou détachée), est fixée par un procédé quelconque. Au moment où le muscle est sollicité à la contraction, il tire sur le levier ; celui-ci comprime la petite masse d'air contenue dans le tambour explorateur. Les changements survenus dans le ressort élastique de cette masse d'air sont transmis, par un tube, à un tambour polygraphe muni de son levier enregistreur (Voy. fig. 44, Ire partie, page 222)

[1] Voyez Ire partie, chapitre Circulation, page 219.

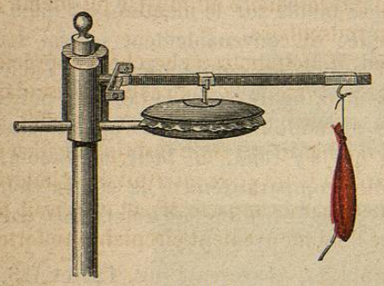

Fig. 122.
Myographe indiquant les phases du raccourcissement du muscle (fig. théorique Marey).

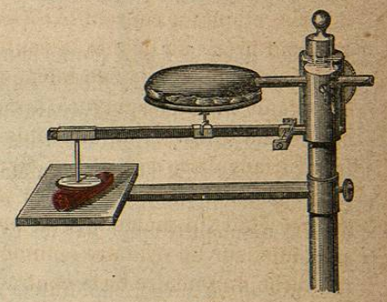

Fig. 123.
Myographe indiquant les phases du gonflement du muscle (fig. théorique Marey).

et s'inscrivent, sous forme d'une courbe continue, sur un cylindre enfumé mû d'un mouvement circulaire uniforme [2].

La figure 123 représente le tambour explorateur destiné à l'inscription des phases du *gonflement* du muscle. Le corps du muscle, soutenu par un plan résistant, soulève au moment, où il se contracte (c'est-à-dire au moment où il se gonfle), le levier du tambour explorateur muni à son extrémité d'une petite plaque métallique qui pèse mollement sur lui [3]. Les changements dans le ressort élastique de la masse d'air emprisonnée dans le tambour explorateur sont transmis au tambour polygraphe muni de son levier enregistreur et inscrits sur le cylindre tournant.

La méthode exploratrice appliquée à l'étude du gonflement des muscles pré-

[1] Quand on recueille simultanément les phases d'une même contraction musculaire à l'aide de deux myographes, l'un donnant le tracé du raccourcissement, l'autre celui du gonflement, on constate qu'ils fournissent des indications identiques, non pas, bien entendu, quant à la grandeur du déplacement, mais quant à la *forme* de la courbe inscrite. C'est ainsi, par exemple, que les phases du *gonflement* et du *dégonflement* des muscles pectoraux de l'oiseau sont identiques avec les phases de l'abaissement et de l'élévation de l'aile que ces muscles commandent.

[2] M. Fick enregistrait dans le principe la courbe myographique non sur un cylindre tournant, mais sur une plaque animée d'un mouvement pendulaire. Le cylindre, d'un emploi beaucoup plus commode, est à peu près seul employé aujourd'hui.

[3] Le tambour explorateur pouvant glisser le long de la tige qui le supporte, on comprime plus ou moins le muscle exploré, c'est-à-dire qu'on *sensibilise* plus ou moins l'instrument, ce qui peut être utile pour étudier certaines particularités du mouvement.