

Bibliothèque numérique

medic@

Marey, Etienne-Jules. - Des phénomènes intimes de la contraction musculaire

In : Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, 1868, 66 : 202-205



(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)
Adresse permanente : <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?marey119>

le plan des axes *rouges* et le plan des axes *bleus* est trop petit pour avoir pu être déterminé directement. L'écartement des axes optiques varie avec les échantillons et même avec les plages d'un même échantillon.

» Des lames prises normalement aux deux bissectrices sur deux cristaux différents m'ont en effet donné, pour l'angle apparent dans l'huile et pour l'angle réel des axes :

Premier cristal.

$2H_a = 85^\circ 41'$, $2H_o = 139^\circ 3'$, d'où $2V = 71^\circ 56'$, $\beta = 1,69$ ray. rouges.
 $2H_a = 86^\circ 12'$, $2H_o = 138^\circ 32'$, d'où $2V = 72^\circ 18'$, $\beta = 1,71$ ray. bleus.

Deuxième cristal.

$2H_a = 86^\circ 24'$, $2H_o = 144^\circ 24'$, d'où $2V = 71^\circ 26'$, $\beta = 1,72$ ray. rouges.
 $2H_a = 87^\circ 30'$, $2H_o = 144^\circ 8'$, d'où $2V = 72^\circ 1'$, $\beta = 1,74$ ray. bleus.

Sur les premières lames citées dans mon Manuel, j'avais trouvé :

$$2V = 76^\circ 10' \text{ ray. rouges}, \quad 77^\circ 2' \text{ ray. bleus.}$$

» La dispersion propre des axes optiques, faible dans l'huile et à l'intérieur des cristaux, avec $\rho < \nu$, est au contraire très-forte dans l'air; car, sur le premier cristal, les axes *rouges* ont un écartement apparent dans l'air de $170^\circ 53'$, tandis que les axes *bleus* éprouvent la réflexion totale. »

PHYSIOLOGIE. — *Phénomènes intimes de la contraction musculaire.*

Note de **M. MAREY**, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans une suite de Mémoires que l'Académie a couronnés l'année dernière, je crois avoir établi que la contraction d'un muscle est un phénomène complexe vibratoire pour ainsi dire, et qu'elle se compose d'une série de secousses, semblables chacune au mouvement que l'on provoquerait en faisant agir une excitation électrique sur un nerf moteur. Des graphiques annexés aux *Comptes rendus* (t. LXII, p. 1175) montrent que, sous l'influence d'une série d'excitations électriques de plus en plus fréquentes, les secousses musculaires successives s'ajoutent partiellement les unes aux autres, s'affaiblissent peu à peu et finissent par s'éteindre, fusionnées dans l'état d'immobilité apparente du muscle téтанisé.

» Mais à l'époque où je publiais ces premiers résultats, je n'avais pas d'idée bien arrêtée sur le mécanisme intime de l'acte musculaire, sur la cause immédiate de la production du tétanos, dont je signalais seulement la

manifestation extérieure, c'est-à-dire le raccourcissement saccadé, puis uniforme, du muscle.

» Cette cause prochaine de raccourcissement du muscle, c'est la production de l'*onde musculaire* que je vais décrire.

» Depuis longtemps l'attention des observateurs a été attirée sur ces petits mouvements fibrillaires qu'on voit se passer sur un muscle récemment détaché d'un animal vivant. Haller, Baglivi, Dumas, Ficinus reconnaissent que des ondes se forment sur les fibres musculaires et voyagent suivant la longueur de ces fibres. Mais ces auteurs, qui s'accordent pour admettre l'existence des ondes, sont en désaccord quand il s'agit de déterminer le sens dans lequel elles se meuvent, tant il est difficile de saisir à l'œil nu ces mouvements rapides et fugitifs.

» C'est en examinant au microscope les muscles des insectes vivants qu'on saisit le mieux la formation et le transport de l'*onde musculaire*. Sur les pattes de jeunes araignées, Aeby vit se former cette onde, au point où le nerf moteur s'applique sur la fibre d'un muscle. L'*onde* consiste en un tassement des disques de Bowman, qui renfle la fibre en diminuant sa longueur. Aeby vit qu'après s'être formée l'*onde* se partage en deux autres qui cheminent chacune rapidement vers les extrémités de la fibre.

» Enfin il reconnut que, si l'on applique l'excitation électrique sur un point d'un muscle, on y provoque un gonflement local de la substance musculaire par la formation d'ondes au niveau du point excité, et que ce gonflement chemine dans les autres parties du muscle avec une vitesse d'environ 1 mètre par seconde.

» Les faits signalés par Aeby, et dont j'ai pu vérifier la parfaite exactitude, expliquent le mécanisme de ce raccourcissement subit d'un muscle auquel on applique une excitation électrique, raccourcissement brusque et de courte durée que j'ai appelé *secousse musculaire*.

» Mais si j'ai réussi à prouver que la contraction est formée d'une série de secousses musculaires fusionnées entre elles, il faut admettre qu'une série d'ondes peut se former sur chaque fibre d'un muscle, cheminant les unes à la suite des autres vers les deux extrémités de cette fibre. Il faut en outre expliquer comment tous ces petits mouvements successifs s'ajoutent les uns aux autres, et disparaissent dans le raccourcissement permanent du muscle qui reste immobile dans sa contraction.

» Le premier point est facile à démontrer par la myographie, qui fait voir qu'un muscle excité à l'une de ses extrémités peut être le siège d'une série

d'ondes coexistantes, qui se suivent les unes les autres en se pressant vers l'autre extrémité du muscle.

» Le second point, c'est-à-dire la fusion des secousses que chaque onde provoque s'explique par des considérations tirées de la nature de l'élasticité musculaire sur lesquelles je vais avoir à insister.

» Les muscles sont élastiques ; leur extensibilité est même assez grande à l'état de repos ; mais cette extensibilité s'accroît encore lorsque le muscle est mis en état de raccourcissement par des excitations électriques. Il ne s'ensuit pas, comme le croyait Weber, qu'un muscle suspendu par l'une de ses extrémités et chargé à l'autre d'un poids puisse devenir réellement plus long s'il est excité que s'il est au repos. Mes expériences sur ce point m'ont fait voir que le muscle s'allongera davantage par rapport à sa longueur actuelle, si on le charge d'un poids après l'avoir mis en raccourcissement tétanique ; mais il restera toutefois plus court que s'il était au repos sous la même charge.

» Ainsi défini, l'accroissement de l'extensibilité d'un muscle par le tétanos n'a plus rien de paradoxal ; il s'explique au contraire très-bien par ce que nous savons du mécanisme du raccourcissement musculaire. En effet, puisque le raccourcissement d'un muscle est produit par des ondes qui se forment sur chacune de ses fibres, lorsqu'il y aura beaucoup d'ondes semblables dans ce muscle, il suffira, pour l'allonger, de déplisser pour ainsi dire ces ondes et de ramener les fibres à leur forme cylindrique ou de repos. Les fibres cylindriques au repos ont au contraire besoin, pour s'allonger, d'une traction assez forte pour changer l'état moléculaire de leur tissu. Du reste, ce point de théorie n'est pas indispensable, puisqu'on peut démontrer expérimentalement ce fait qu'un muscle, en se contractant, devient plus extensible. Ce fait va nous expliquer comment des ondes successives éteignent de plus en plus les secousses qu'elles provoquent, jusqu'à ce que soit atteinte l'immobilité du muscle en tétanos absolu.

» Prenons le cas *d'une première onde* qui se forme sur une fibre musculaire. Aussitôt que l'onde est produite, c'est-à-dire au bout de quelques centièmes de seconde, la force qui tend à découvrir le muscle est engendrée, elle restera invariable pendant tout le parcours de l'onde et jusqu'à sa disparition.

» Cette force instantanée se décomposera de la manière suivante : une partie agira directement sur le point d'attache mobile du muscle et déplacera quelque peu le fardeau à mouvoir, mais l'autre partie sera employée à

tendre la fibre elle-même et à lui donner une force élastique qui sera restituée plus tard sous forme de traction plus lente.

» Si une *deuxième* se produit pendant que la première chemine, et rend par sa présence la fibre plus extensible, cette nouvelle force se décomposera comme la première, mais cette fois l'effet direct et instantané sera plus faible que tout à l'heure, parce que l'extensibilité plus grande de la fibre aura absorbé une plus grande partie de la force développée.

» Pour une troisième onde, la force directe sera encore plus atténuée; elle le sera encore plus pour une quatrième et ainsi de suite, de sorte que la force directe de toute onde nouvelle s'éteindra d'autant mieux qu'il existera sur la fibre un plus grand nombre d'ondes déjà formées. Pour que cette consistance de l'onde puisse se produire, il faut que les excitations se suivent de très-près, de sorte que la première onde n'ait pas encore disparu quand la vingtième ou la trentième se forme. Voilà pourquoi l'immobilité du muscle en téton ou en contraction volontaire nécessite un grand nombre de secousses par secondes; vingt-sept au moins sont nécessaires sur mes muscles.

» Telle me semble être la théorie de la fusion des secousses et de la contraction permanente. C'est la transformation d'une série de forces instantanées et successives en une force élastique continue et uniforme. J'exposerai dans une prochaine Note comment cette transformation du mouvement par l'élasticité du muscle est favorable à la production du travail mécanique. »

GÉOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire éruptive du Vésuve, par M. L. PALMIERI.* (Extrait d'une Lettre à M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Naples, 20 janvier 1868.

» Depuis ma dernière Lettre (1), l'éruption du Vésuve s'est continuée avec des phases peu marquées d'accroissement et de décroissement: actuellement il semble qu'elle veuille s'arrêter, car le nouveau cône se montre beaucoup moins actif et commence à se recouvrir de sublimations. Les laves sortent peu abondantes, et les deux instruments qui indiquent, avec une grande précision, les phases de l'éruption, le sismographe électromagnétique et l'appareil de variation de Lamont, sont moins agités.

» Les coulées de lave sont descendues par le grand cône du Vésuve en

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 25 novembre 1867.