de la machine représentée fig. 131 que M. Rood détermine la tétanisation de ces muscles, laquelle se traduit (quand la rotation du cylindre saisi par la main est de 40 ou 60 tours par seconde), par une contraction involontaire et continue en vertu de laquelle les fléchisseurs des doigts ne peuvent plus abandonner le cylindre, tant qu'il tourne.

A mesure que les secousses fusionnées qui produisent la contraction soutenue se succèdent, le muscle se fatigue, la durée propre des secousses augmente, et moins il en faut, dans le même laps de temps, pour produire ce qu'on appelle le tétanos physiologique [1].

Sous son apparente immobilité, le muscle en contraction *soutenue* est le siège de secousses élémentaires ou de vibrations dont chacune est provoquée par une excitation. Le muscle de l'homme, lorsqu'il est à l'état de contraction volontaire soutenue, donne à l'auscultation un son (le bruit musculaire) qui correspond à 32 vibrations par seconde [2]. Tel est donc le nombre des vibrations latentes de la contraction des muscles de l'homme dans les conditions ordinaires, et tel est aussi le nombre des incitations nerveuses qui provoquent les secousses élémentaires qui la composent.

Si telle est l'origine du bruit musculaire, on doit pouvoir, dans les expériences de myographie, modifier à volonté la tonalité de ce bruit en augmentant le nombre des excitations qui traversent le muscle. C'est en effet ce qui arrive. M. Helmholtz a démontré qu'en augmentant progressivement le nombre des excitations électriques, le muscle qui se contracte donne à l'auscultation un son de plus en plus élevé.

Ainsi que le fait remarquer M. Marey, dans la contraction musculaire qui résulte de la fusion des secousses élémentaires, l'élasticité du muscle emmagasine une partie du mouvement qui s'engendre au moment où l'onde se produit, et contribue ainsi à son uniformité. Aussi, dans les conditions physiologiques, la contraction musculaire s'accomplit suivant un mouvement sensiblement uniforme et se traduit graphiquement par un tracé régulier et continu.

Quant à la vitesse maximum de la contraction volontaire, on peut la mesurer directement à l'aide d'un procédé très simple qui consiste à placer une feuille de papier blanc devant soi et à la frapper de coups répétés, et le plus rapidement possible, à l'aide de la pointe d'un crayon qu'on tient entre ses doigts. Chaque point marqué sur la feuille correspond à une contraction des fléchisseurs. Avec beaucoup d'habitude, et en élevant à peine la main au-dessus du papier, entre chaque choc, on peut tracer environ 10 points par seconde. Chaque contraction a donc employé 1/10e de seconde. C'est un peu plus que la durée d'une secousse musculaire simple (mesurée chez l'homme comme nous l'avons précédemment indiqué à l'aide des vibrations du diapason), et on conçoit qu'on ne puisse guère réduire la contraction musculaire à une durée moindre.

Quant à la durée possible d'une contraction musculaire soutenue, il est difficile de la fixer, même d'une manière approximative; et on conçoit qu'elle peut varier dans des limites très étendues, dans l'état physiologique et dans l'état pathologique, parce qu'elle est intimement liée et à l'état du système nerveux et aux conditions de la nutrition musculaire. L'expérience de tous les jours montre qu'il est difficile de tenir le membre supérieur horizontalement étendu dans un état de contraction musculaire active, permanente, pendant plus de 15 à 20 minutes, et il faut que les nerfs du mollet et des fesses soient puissants pour soutenir aussi longtemps le poids du corps sur la pointe du pied.

[1] Il y a longtemps déjà que M. E. Weber avait comparé les mouvements de la locomotion à des tétanos *localisés* et *ordonnés* que la volonté commande.

[2] C'est le son musculaire qu'on entend quand on introduit le bout du doigt dans le conduit auditif externe et qu'on contracte énergiquement les muscles du membre supérieur. C'est encore le son produit par les vibrations musculaires qu'on entend quand on s'est bouché les oreilles avec du papier mâché ou de la cire et qu'on contracte le muscle masséter.

La contraction dite *idio-musculaire*, qu'on désigne souvent sous le nom de *myodème* (Voy. § 222), pouvant être provoquée par *une seule* excitation mécanique (un choc par exemple), pourvu que cette excitation ait une suffisante énergie, on la regarde généralement comme une *secousse* musculaire. Comme cette contraction a une assez longue durée, on la compare à ces secousses relativement lentes qu'on observe sur les muscles dans lesquels la contractilité est sur le point de s'éteindre, ou sur les muscles fatigués par des excitations successives.

Mais il faut dire que cette contraction singulière et spéciale, caractérisée par le gonflement du muscle dans un point circonscrit, ressemble beaucoup plus à une sorte de tétanos localisé, comprenant le point touché et les points les plus voisins sur lesquels la tuméfaction se propage comme une série d'ondes dont le point de départ est au centre même du choc. Ce qui différencie surtout le myodème de la secousse simple, c'est que sa durée est relativement considérable. Quand avec un couteau à papier ou avec la tranche de la main on frappe un coup sec vers la partie moyenne du biceps du bras mis à nu, on voit un soulèvement arrondi se produire qui peut durer une demi-minute à une minute, quand le choc est énergique. Ce qui différencie encore la secousse musculaire simple du myodème, c'est que la durée de la secousse va en augmentant à mesure que le muscle se fatigue. Quand, au contraire, on cherche à reproduire plusieurs fois, au même lieu, le myodème, on constate que le phénomène diminue d'intensité et de durée à chaque excitation mécanique nouvelle. Il semble donc qu'un seul choc soit le point de départ d'une série d'excitations qui se succèdent et s'éteignent en s'irradiant à une distance plus ou moins grande du point excité, et qu'on se trouve en présence d'une sorte de contraction musculaire complète, mais localisée en un point circonscrit. Les faits signalés par MM. Bennet-Bowler et par M. Brown-Séquard (Voy. § 222), tendent également à le démontrer.

Ce qui est certain c'est que le myodème n'est pas un fait d'ordre réflexe, mais un fait d'excitabilité propre de la fibre musculaire, et qu'il peut se produire après la mort, tant que les muscles conservent leur contractilité.

§ 224 *bis*.

Les phénomènes intimes de la contraction musculaire. — La contraction musculaire observée au microscope. — Lorsqu'on excite sous le microscope, à l'aide d'un grossissement moyen, un muscle strié d'un animal de petit volume, d'un insecte par exemple, on peut apercevoir les secousses ondulatoires par-

[1] *Myodème*, de μῦς muscle, οἴδημα gonflement.

tant du point excité et d'autant plus facilement qu'elles deviennent plus lentes à mesure que les propriétés du muscle s'amoindrissent. On ne constate, il est vrai, ainsi, *de visu*, que ce que le myographe révèle d'une manière beaucoup plus complète et beaucoup plus précise. Mais le microscope permet de pénétrer plus avant, à l'aide de forts grossissements, dans le mécanisme du raccourcissement musculaire. On sait que les faisceaux striés primitifs sont composés d'éléments très fins, c'est-à-dire de fibrilles. Or, que se passe-t-il dans la *fibrille* musculaire au moment de la contraction ? tel est le problème. Beaucoup de recherches ont été faites pour le résoudre, notamment par MM. Krause, Engelmann, Ranvier, Merkel, Fredericq, etc.

Rappelons d'abord qu'une fibrille (Voy. fig. 132) est composée de disques ou bandes obscures *a* qui paraissent de nature demi-solide, et qui représentent probablement l'élément essentiel de la fibrille. Ces disques sont compris entre deux bandes claires *b* qui sont probablement un liquide dans lequel le corps obscur demi-solide est en quelque sorte suspendu. La strie noire *c* peut être considérée comme une sorte de membrane ou de plan de séparation qui partagerait le tube membraneux allongé que représente la fibrille en un certain nombre de cases superposées (cases musculaires de M. Krause) contenant chacune un disque demi-solide entre deux couches liquides.

Fig. 132.

L'étude microscopique de la contraction musculaire a été faite, à l'aide de forts grossissements, sur les muscles striés de la mouche, sur les larves du cousin, sur l'hydrophile, sur les pieds de l'araignée d'eau. Une autre méthode, très employée par les micrographes, consiste à fixer à l'aide de réactifs le phénomène fugitif de la secousse musculaire, c'est-à-dire à solidifier la fibrille musculaire au moment de la contraction et à l'étudier sous cette forme nouvelle [1].

D'après M. Krause, le phénomène du raccourcissement du muscle au moment de la contraction dépendrait de ce que le liquide contenu dans la case musculaire éprouverait un déplacement en vertu duquel il irait se loger *autour* du disque ou cylindre solide qui occupe la partie moyenne de la case; les cloisons supérieures et inférieures de la case s'appliqueraient sur les faces supérieures et inférieures du disque solide. De cette disposition nouvelle résulterait : 1° un épaississement de la fibrille (et par conséquent le gonflement général du muscle); 2° une différence dans les propriétés optiques de la fibrille, c'est-à-dire la disparition des zones claires (Voy. *b*, fig. 132), et un certain éclaircissement des zones obscures (*a*, fig. 132) désormais entourées sur leur contour d'une couche liquide, et, par conséquent, une tendance générale à l'homogénéité.

M. Engelmannn pense que pendant la contraction ce n'est pas par le *déplacement* du liquide (qui viendrait occuper la circonférence des disques ou cylindres

[1] Les muscles striés des animaux vertébrés ne laissent pas facilement pénétrer le mystère de la contraction. Il faut avoir recours à des muscles dans lesquels les éléments des fibrilles représentent des compartiments plus étendus, comme par exemple les muscles de l'aile de l'hydrophile, ou les muscles cutanés du *telephorus melanurus* (petit coléoptère très commun). M. Engelmann tue l'animal par immersion en le plongeant soit dans l'acide osmique (à 1 p. 100), soit dans l'alcool (à 5 p. 100). La solidification des éléments musculaires saisit l'animal au milieu des mouvements violents qu'il exécute en mourant, et on a ainsi un choix de fibrilles à tous les états de contraction.

demi-solides) que les propriétés optiques des fibrilles sont changées, mais parce que le liquide des zones claires *pénètre* et *gonfle* graduellement les cylindres demi-solides des zones obscures. En somme, pendant la contraction, le volume absolu de chaque compartiment ou case musculaire ne change pas, mais le compartiment diminue de hauteur et par conséquent s'élargit, et le liquide pénètre et gonfle les petits cylindres demi-solides qui représentent l'élément essentiel de la fibrille musculaire [1].

M. Merkel, se basant sur les recherches histologiques de M. Hensen (qui à l'aide de très forts grossissements a trouvé une nouvelle strie claire au milieu de la zone obscure, c'est-à-dire au milieu même de l'élément musculaire), admet que l'élément musculaire est composé de deux demi-éléments. Au moment de la contraction, et dans un premier stade, les deux demi-éléments se dissolveraient dans le liquide de la demi-case correspondante, et la fibrille musculaire paraîtrait alors homogène (stade de *dissolution* et d'*homogénéité*) ; dans un second stade la matière solide des demi-éléments se rassemblerait vers la strie de séparation des cases musculaires, et prendrait la place du liquide de la zone claire. Le liquide occuperait alors la place de chaque demi-élément, en sorte qu'il y aurait inversion des apparences optiques de la fibrille (stade *d'inversion*).

Dans ses recherches sur les muscles de l'aile de l'hydrophile, M. Ranvier reconnaît que les propriétés optiques des fibrilles musculaires se modifient pendant la contraction; que les parties fragmentées dont la fibrille se compose, se tassent, mais que le mécanisme précis de ce tassement nous échappe [2].

Ce qui est certain, c'est que la contraction ne peut s'effectuer sans échanges nutritifs corrélatifs; nous le verrons plus loin. La segmentation extrême de l'élément musculaire paraît en rapport avec ces échanges lesquels peuvent ainsi s'opérer en même temps sur tous les points à la fois de la substance contractile.

[1] M. Engelmann admet, en outre, que le *stade d'homogénéité* dont nous avons parlé peut être dépassé, quand le raccourcissement de la fibre musculaire est de 50 p. 100 de sa longueur ; et il se produirait alors ce qu'il appelle le *stade d'inversion*. Les rides du sarcolemme qui accompagnent souvent le raccourcissement considérable des faisceaux primitifs permettaient de fixer exactement le point où se produisent les inversions. Les parties *rentrantes* des rides du sarcolemme correspondent en effet aux zones claires, et les parties *saillantes* à la substance musculaire principale; or dans le stade d'inversion ce seraient bien les zones claires qui deviennent foncées. M. Engelmann désigne les zones claires sous le nom de disques *isotropes*, et les zones obscures sous le nom de disques *anisotropes*. Il admet qu'au fur et à mesure du raccourcissement de la fibre les disques isotropes et anisotropes diminuent de hauteur, les premiers plus vite que les derniers, surtout au début. Quand les premiers (isotropes) sont réduits au septième de leur hauteur primitive, les autres (anisotropes) ne sont encore réduits que de moitié. Cette différence dans la diminution relative des deux substances tiendrait à ce que la substance anisotrope se gonfle peu à peu aux dépens de l'eau de la substance isotrope.

[2] L'examen de M. Ranvier a porté aussi sur des muscles d'animaux supérieurs (sur le demi-tendineux du lapin) qu'il injectait tantôt à l'état de repos, tantôt à l'état de contraction, à l'aide de l'acide osmique. Son procédé avait quelque chose de tout à fait spécial. Le muscle qu'on injectait *à l'état de contraction* avait été préalablement placé dans des conditions telles qu'il ne pouvait pas se raccourcir, il était *tendu* et fixé (on sait en effet qu'un muscle peut se contracter alors même qu'il ne se raccourcit pas ; exemple : tension volontaire du biceps sans flexion de l'avant-bras). Le muscle qu'on injectait à l'*état de repos* était également *tendu*. Ils ne différaient donc l'un de l'autre que par la contraction. Or, au moment de la contraction, les disques ou éléments contractiles proprement dits (zones obscures) étaient diminués de hauteur ; les autres (zones claires), comme conséquence nécessaire, avaient augmenté de hauteur (tout raccourcissement étant impossible). Ces expériences tendent à démontrer que dans les phénomènes de la contraction les véritables éléments actifs sont les bandes ou zones obscures, c'est-à-dire les disques demi-solides.

§ 225.

Élasticité musculaire. — Extensibilité musculaire. — Force élastique des muscles. — Sous ces diverses expressions, il règne encore aujourd'hui, en physiologie, une confusion que nous nous efforcerons de dissiper. Tout d'abord, il convient de remarquer que l'élasticité est une propriété de l'ordre mécanique, bien différente de la contractilité qui est la propriété d'un tissu vivant. Inhérente aux tissus organiques, l'élasticité se retrouve dans tous, à des degrés très divers, et existe au maximum dans un tissu spécial, le *tissu élastique*. La plupart des substances inorganiques jouissent aussi, on le sait, de la propriété élastique. Il importe toutefois de remarquer que, si l'élasticité des substances organiques offre avec l'élasticité des substances inorganiques la plus grande ressemblance, elle en diffère néanmoins par ce caractère, à savoir que le coefficient d'élasticité [1] des substances organiques change sans cesse *et va en diminuant* avec la puissance de distension (en d'autres termes avec la charge), tandis que dans les corps inorganiques l'allongement *est proportionnel* à la force de distension, tant que la limite d'élasticité n'a pas été dépassée [2].

Un corps élastique peut se déformer sous l'influence d'une pression, on dit alors qu'il est *compressible ;* ou bien il peut se laisser distendre par une traction, on dit alors qu'il est *extensible*. Dans l'un et l'autre cas sa forme se trouve modifiée et c'est par le retour à sa forme primitive que se manifeste son pouvoir élastique.

Un corps élastique ne manifeste donc sa propriété qu'à la condition d'être dérangé de sa position d'équilibre par une force étrangère. La force avec laquelle le corps élastique tend à reprendre sa forme dépend de la grandeur de la force qui a été employée pour la lui faire perdre. S'il suffit, pour amener l'*extension* d'un corps élastique, d'un très faible effort, on pourra dire qu'il est très *extensible* (un mince ruban de caoutchouc, par exemple) ; mais on ne pourra pas dire qu'il jouit d'une grande force élastique, puisque l'énergie avec laquelle il reprendra sa forme première dépend de la force qui a été employée pour amener sa distension. On dit souvent d'une substance très facilement extensible qu'elle est très élastique ; mais cela ne veut pas dire qu'elle jouisse d'une grande *force élastique*. Au contraire, un ressort métallique à boudin qu'on ne peut étendre que très difficilement peut développer, en revenant sur lui-même, une *force élastique* considérable.

Ce ne sont donc pas les corps les plus facilement extensibles qui jouissent de la *force élastique* la plus grande. Une élasticité puissante implique une grande force déployée par le corps pour reprendre sa forme, et suppose par là même qu'une grande force a été employée pour la lui faire perdre.

En somme, l'*extensibilité* musculaire est la propriété que possède le muscle, en sa qualité de tissu élastique, de se laisser étendre ; et la *force élastique* d'un muscle exprime l'effort développé par le muscle pour reprendre sa position première, quand il a été allongé, cette force n'est en définitive que la restitution de la force qui lui a été communiquée pour l'allonger.

[1] Le coefficient d'élasticité d'un corps, c'est le *rapport* de l'allongement du corps avec la charge qui le produit.

[2] Les nombreuses expériences de M. Werthein sur le coefficient d'élasticité des substances organiques ont depuis longtemps établi ce principe.

Lorsqu'un corps élastique est soumis à une extension qui dépasse son pouvoir élastique, il devient incapable de reprendre ses dimensions, c'est-à-dire sa forme première. La *limite d'élasticité* d'un muscle, c'est par conséquent, comme pour tout corps élastique, le degré de distension que le muscle ne peut dépasser sans perdre sa forme primitive.

Ces quelques mots suffisent pour montrer que l'élasticité musculaire doit jouer dans les phénomènes du mouvement un rôle des plus importants ; mais ce rôle est d'autant plus difficile à analyser dans les muscles, que cette propriété complique tous les actes contractiles, les muscles étant tout ensemble doués d'élasticité et de contractilité.

M. Ed. Weber est le premier qui ait institué des expériences précises dans

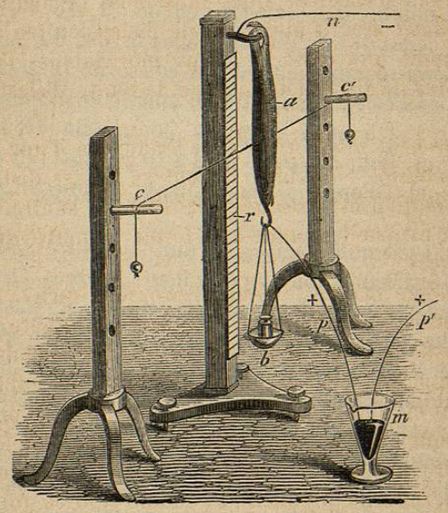

Fig. 133.

le but de mesurer l'élasticité des muscles. Ces expériences ont été faites sur un muscle dont les fibres sont sensiblement parallèles dans toute sa longueur (disposition qui n'est pas très commune dans les muscles), c'est-à-dire sur le muscle hyoglosse de la grenouille. L'appareil dont il a fait usage, représenté fig. 133, est disposé de telle sorte que l'élasticité du muscle peut être mesurée quand le muscle, chargé de poids, est à l'*état de repos*, ou quand il est à l'*état d'activité ou de contraction*.

Le muscle figuré en *a* (hyoglosse de grenouille) peut être chargé de poids variés qu'on dépose dans le plateau *b*. Le fil *cc'* qui passe au travers du muscle vers sa partie moyenne s'abaisse ou se relève suivant l'extension ou le retour élastique du muscle et permet de noter la valeur de l'extension et celle du retour élastique en rapportant les excursions du fil à l'échelle graduée *r* fixée sur la tige montante de l'appareil. Quand on veut mesurer l'élasticité du muscle pendant sa période d'activité, on excite le muscle chargé de poids, en le

faisant traverser par un courant à l'aide des fils métalliques *p*, *n*. En plongeant ou en retirant le fil *p'* du verre *m* rempli de mercure on établit ou on rompt le circuit de l'appareil excitateur qui n'est pas représenté sur la figure. M. Harless a répété ces expériences en substituant au fil qui sert à mesurer les extensions du muscle, un style fixé au bout inférieur du muscle et qui inscrit ses excursions sur un cylindre enregistreur.

La force élastique du muscle est mesurée par le poids employé, tant que le muscle allongé par la charge reprend ses dimensions premières quand on le décharge. Or l'expérience apprend que si l'on suspend à l'extrémité du muscle frais des poids successivement croissants, qu'on enlève ensuite, le muscle qui reprenait ses dimensions pour des poids faibles ne revient plus à ses dimensions premières pour des poids plus forts ; le muscle allongé conserve une partie de son élongation et ne reprend pas ses dimensions premières quand on le décharge.

Il résulte des nombreuses expériences de M. E. Weber, de celle de M. de Wittich, de celles de M. Wundt (celles-ci ont été faites sur le grand adducteur et le demi-membraneux de la cuisse de la grenouille, muscles à fibres à peu près parallèles), que quand un muscle de grenouille est chargé de poids croissant de 1 à 5 ou 6 grammes, le muscle déchargé reprend ses dimensions premières. Pour des poids de 8 à 10 grammes ils commencent à ne plus les reprendre, et l'élongation permanente augmente de valeur avec la charge.

Tout en n'oubliant pas qu'il s'agit ici de muscles de très petit volume, et que sur les animaux supérieurs, toutes ces valeurs doivent être beaucoup plus élevées, il ne résulte pas moins de ces expériences que si l'élasticité des muscles est parfaite pour les poids faibles, la limite du pouvoir élastique est assez facilement atteinte. Il est donc vraisemblable que chez l'homme vivant les limites de l'élasticité musculaire peuvent être parfois dépassées ; mais comme il s'agit d'un tissu vivant ces extensions exagérées et les modifications de tissu qui en sont la conséquence sont suivies d'une prompte réparation et par conséquent du retour à l'élasticité première. Dans l'animal vivant la plupart des muscles sont d'ailleurs, disposés de telle sorte que des extensions durables dépassant notablement la mesure de l'élasticité musculaire, ne peuvent guère avoir lieu *tant que le squelette est intact ;* aussi la plupart des résultats de cette nature sont tout à fait artificiels et n'ont que des applications assez éloignées à l'économie vivante. Ajoutons encore que les muscles, de l'animal vivant sont disposés de telle sorte autour de leurs leviers osseux qu'ils ne supportent que des extensions de courte durée et que les efforts de distension ont lieu, la plupart du temps, non dans la période de repos du muscle, mais dans sa période de contraction. Ceci nous conduit naturellement à dire quelques mots des expériences de M. E. Weber sur le pouvoir élastique des muscles pendant leur contraction (sollicitée à l'aide de l'électricité). Supposons que l'hyoglosse mis en expérience et chargé d'un poids de 2 grammes se raccourcisse (au moment où on le fait contracter) de 25 millimètres par exemple ; ce raccourcissement ne sera plus que de 18 millimètres lorsque le poids qui tend à étendre le muscle est de 10 grammes. Pour des poids plus élevés le raccourcissement actif du muscle deviendra de moins en moins marqué : pour un poids de 25 grammes il n'est plus que de 1 millimètre. Enfin quand le muscle est *surchargé* de poids considérables,

l'excitation électrique ne produit plus aucun raccourcissement et celui-ci disparaît pour toujours [1].

Il est aisé de voir que les résultats numériques de M. Ed. Weber sont la résultante de deux facteurs qui sont le pouvoir contractile et le pouvoir élastique. Or, la méthode expérimentale de M. Weber ne permet pas de déterminer la part de chacun de ces deux facteurs dans cet ensemble complexe.

Dans le principe, on a cru pouvoir tirer de ces expériences cette conclusion absolument paradoxale qu'un muscle est plus facilement extensible (et que par conséquent son pouvoir élastique décroît) pendant sa période de contraction que pendant son état de repos. Ces expériences ne prouvent rien de semblable. Ce qui est vrai, c'est que la contraction musculaire répétée détermine promptement dans le muscle un état moléculaire particulier qu'on appelle la *fatigue musculaire*, lequel entraîne rapidement à sa suite un grand affaiblissement de la force élastique. Il suffit en effet de noter l'allongement d'un muscle de grenouille pour certains poids (15 à 20 grammes par exemple), puis de le faire traverser pendant quelques instants par les courants interrompus d'une bobine d'induction pour constater que si on charge de nouveau ce muscle, son allongement pour le même poids a doublé ou triplé.

Fig. 134.

Nous retiendrons des expériences sur l'élasticité des muscles, entreprises par M. Ed. Weber pendant la période contractile, cette conclusion très intéressante qu'il y a pour un muscle donné un état particulier qu'il définit sous le nom de *puissance d'équilibre* et qu'on peut mesurer. Soit, par exemple, une fibre musculaire de longueur *ab* dans son état naturel et fixée au point *a* (*fig.* 134). On ajoute en *b* un certain poids à cette fibre; comme elle est élastique, elle s'allonge et devient *ac*. Alors on excite sa contraction par le passage d'un courant d'induction. Je suppose que sous l'influence de la force contractile la fibre reprenne sa longueur *ab*, la puissance contractile aura précisément fait équilibre au poids extenseur (la fibre est revenue à son point de départ exactement comme si on avait enlevé le poids extenseur). Le poids qu'il convient d'ajouter à un muscle pour obtenir ce résultat est la mesure de ce que M. Weber appelle la *puissance d'équilibre*. La puissance d'équilibre varie nécessairement avec les muscles mis en expérience, car la longueur de distension varie avec la masse musculaire et par chaque centimètre carré de section du muscle. Le poids qui fait équilibre à la puissance contractile est estimé par M. E. Weber à environ trente fois le poids du muscle en expérience.

De ce qu'un muscle chargé d'un faible poids se raccourcit plus quand on l'excite que le même muscle chargé de poids plus considérables, il ne faut pas en conclure que le maximum de force déployée par un muscle qui se contracte correspond au poids le plus faible. Ce maximum en effet dépend aussi de la grandeur de l'allongement amené dans le muscle par le poids tenseur, et il est mesuré par le rapport qui existe entre ces deux quantités. Ainsi, par exemple, dans l'expérience dont nous avons emprunté les résultats à M. Ed. Weber, un muscle (hyoglosse de grenouille) chargé de 2 grammes et ayant la longueur de $33^{mm},8$ s'est raccourci de $25^{mm},8$ au moment de la contraction. Le même

[1] Ces chiffres sont empruntés à l'une des expériences de M. E. Weber.