L'augmentation de densité de l'air produit des effets inverses. Tous ceux qui se sont soumis à l'influence de l'air comprimé ont été frappés par le sentiment particulier de bien-être qu'on éprouve. Les membres semblent *légers*, et les mouvements, plus faciles, paraissent exiger moins de force. Dans ces conditions, non seulement la pression atmosphérique tient les surfaces articulaires appliquées les unes contre les autres, comme la pression atmosphérique normale ; mais, en outre, les membres et le corps lui-même, plongés dans un milieu dont la densité est augmentée, et perdant en poids le poids du volume d'air qu'ils déplacent[1], sont relativement plus légers. Les organes que les puissances musculaires ont à mouvoir étant plus légers, offrent une résistance moindre aux déplacements et exigent une énergie moins grande des puissances contractiles.

Cette influence de la pression se fait sentir, même pour de faibles oscillations de la colonne barométrique. Dans les abaissements du baromètre, les muscles ayant à mouvoir des organes plus pesants, on dit alors que le temps est *lourd*, quoique en réalité la pression exercée sur la surface du corps par la colonne atmosphérique soit moindre. De même, lorsque le baromètre monte, les mouvements s'exécutent avec une plus grande facilité[2].

§ 235.

Du rôle des tissus élastiques. — Parmi les organes passifs de la locomotion, les tissus élastiques annexés au squelette jouent un rôle des plus importants. Pour peu qu'on examine de profil un homme dans la station verticale, il est évident que le poids des organes placés dans la poitrine et dans l'abdomen l'emporte sur celui des organes placés derrière la colonne vertébrale. D'un côté, en effet, sont tous les viscères, de l'autre seulement quelques couches musculaires. Le corps des vertèbres représentant la colonne de sustentation, on peut remarquer, en outre, que le poids des viscères agit (pour entraîner le rachis en avant ou pour le fléchir) sur un bras de levier plus considérable que les masses musculaires placées dans les gouttières vertébrales. Celles-ci devraient donc se contracter avec énergie pour lutter contre la *pesanteur*, qui tend sans cesse à entraîner le corps en avant. Les *ligaments jaunes* (ligaments essentiellement élastiques), qui unissent entre elles, en arrière, les lames des vertèbres, concourent donc puissamment au maintien de la station verticale.

La contraction musculaire, quelque intense qu'on la suppose, est une force essentiellement intermittente. Tout muscle ne se contracte qu'à la condition de se relâcher. Une action musculaire énergique ne dure pas quelques minutes d'une manière permanente, sans amener bientôt un épuisement et une impuissance absolus. Une force *intermittente*, comme l'est la contraction musculaire, ne peut pas faire équilibre à une force *constante*, comme l'est la pesanteur ; mais un ressort élastique (ligaments jaunes) remplit parfaitement cet office, tout en permettant les mouvements les plus variés.

Dans les quadrupèdes, qui n'ont pas, comme l'homme, à lutter contre la pesanteur dans la station bipède, le tissu élastique est concentré à la région cervicale de la colonne vertébrale, sous la forme d'un ligament puissant (ligament

[1] Tout corps plongé dans un liquide ou dans un gaz perd en poids le poids du volume du liquide ou du gaz qu'il déplace (principe d'Archimède).

[2] Voyez, pour plus de détails, page 467 et suivantes (Ire PARTIE).

cervical), proportionné au poids de la tête qu'il soutient. Le cheval qui tient la tête haute et presque dans la verticale (et non suivant la ligne horizontale, comme le bœuf, le chien et la plupart des autres quadrupèdes), a, indépendamment du ligament cervical postérieur, une série de ligaments jaunes à la colonne cervicale. Les rongeurs, qui affectent une certaine position assise, et qui rongent penchés en avant, ont des ligaments jaunes à la région lombaire. Les oiseaux, qui ont une partie du corps horizontale et l'autre verticale, ont des ligaments jaunes à cette dernière partie ; témoin les échassiers, qui ont une série de ligaments jaunes à la région cervicale.

Le tissu élastique n'est pas seulement annexé aux portions osseuses du squelette, on le trouve aussi dans d'autres parties, où il joue également le rôle de ressort. C'est ainsi que dans les artères, il transforme une impulsion intermittente en un mouvement continu (Voy. § 94).

ARTICLE II

ORGANES ACTIFS DE LA LOCOMOTION

§ 236.

Des muscles envisagés comme puissance active des mouvements. — Les muscles représentent la force motrice qui, dans la machine humaine, met en mouvement les leviers osseux. Les muscles agissent, pour produire le mouvement, de manières très diverses. Les fibres qui composent le muscle constituent une multitude de forces partielles, dont le point d'application correspond à l'insertion du tendon qui les termine. Les tendons présentent, en général, un volume beaucoup moins considérable que le muscle lui-même. Tantôt ce tendon est placé dans l'épaisseur de la masse charnue, et reçoit successivement, sur les divers points de sa surface, l'implantation des fibres qui composent le muscle ; tantôt le tendon représente une sorte de cône membraneux, qui s'étend sur le corps charnu du muscle, et reçoit l'implantation des fibres sur les divers points de sa surface intérieure. Ces deux dispositions sont généralement inverses aux deux extrémités d'un même muscle. Il en résulte que la longueur des diverses fibres qui entrent dans la composition d'un muscle est la même, puisque d'un côté les fibres charnues superficielles vont *plus loin*, tandis que du côté opposé, elles s'insèrent *plus tôt* sur le tendon. L'égalité de longueur entre les diverses fibres qui entrent dans la constitution d'un muscle montre que la valeur du raccourcissement est sensiblement la même pour chacune d'elles. Cette disposition, toutefois, n'est rigoureusement vraie que pour les muscles dont les fibres charnues ont une direction sensiblement parallèle à celle du tendon, c'est-à-dire parallèle à la direction de la résultante.

Quand on examine de près la disposition intérieure des faisceaux musculaires dont l'ensemble constitue le corps charnu des muscles, on constate que la direction de ces faisceaux est rarement la même que celle du tendon qui résume leur action et sur lequel ils s'insèrent. L'obliquité très variable suivant laquelle les fibres charnues se fixent soit sur les tendons, soit sur les plans fibreux et aponévrotiques qui traversent le muscle dans sa profondeur, ou qui s'étalent à sa surface, réduit singulièrement la longueur réelle des éléments musculaires

qui semblent au premier abord mesurer le corps charnu dans toute sa longueur. Ainsi par exemple, les muscles du mollet de la grenouille (les gastrocnémiens) dont la composition semble au premier abord des plus simples, présentent, quand on examine le groupement intérieur des éléments charnus, la disposition suivante (Voy. *fig.* 148).

Le degré d'obliquité des faisceaux de fibres musculaires qui entrent dans la composition d'un même muscle, n'étant pas le même, il s'ensuit que le degré de contraction de chacun de ces faisceaux n'a pas la même valeur et qu'il peut varier dans les mouvements divers qu'un même muscle peut faire épouver aux leviers osseux sur lesquels il se fixe, suivant qu'il agit avec un groupe de muscles ou avec un autre.

L'insertion des fibres charnues sur les leviers osseux, par l'intermédiaire des tendons, est, au point de vue mécanique, un artifice très ingénieux, en vertu

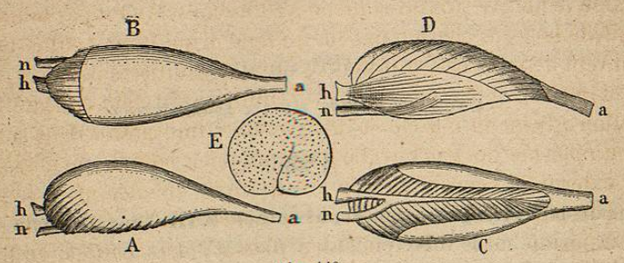

Fig. 148.

Le gastrocnémien de la grenouille (direction des fibres musculaires d'après du Bois-Reymond).

A, muscle vu par le dehors. — B, muscle vu en arrière. — C, muscle vu en avant. — D, muscle vu suivant une section longitudinale. — E, muscle vu suivant une section perpendiculaire à sa longueur.

h, n, les deux tendons supérieurs (*h* le principal, *n* l'accessoire) traversent longitudinalement le muscle vers le centre formant une lame qui le sépare en deux parties. — *a*, le tendon d'Achille forme comme une sorte de gaine ou d'aponévrose enveloppante. — Les fibres musculaires, assez courtes, s'étendent obliquement entre ces divers plans fibreux.

duquel un grand nombre de forces se trouvent fixées sur un seul point ou sur des surfaces relativement très peu étendues. De cette manière, les diverses forces qui agissent sur les leviers osseux peuvent être concentrées presque entièrement autour des articulations, sans pourtant en augmenter sensiblement le volume. Le groupement des insertions tendineuses autour des articulations, c'est-à-dire aux extrémités mêmes des leviers qu'elles doivent mouvoir, est une des conditions principales du mouvement. Les muscles, avec des insertions rapprochées du centre des mouvements, et pour une diminution peu considérable de leur longueur, peuvent, en effet, déterminer, en se contractant, des mouvements *prompts* et *étendus*.

Les tendons, qui reçoivent l'effort définitif des fibres musculaires, ont une force de résistance considérable et sont à peu près inextensibles.

Les fibres charnues s'insèrent quelquefois aux os par des plans fibreux ou aponévroses d'insertion, qui ne sont, à proprement parler, que des tendons membraneux. Les muscles, terminés par des aponévroses d'insertion, entrent ordinairement dans la constitution des parois mobiles des cavités du tronc (abdomen, par exemple), et ont parfois, à tous les moments de la contraction, leurs insertions attachées à des points fixes; dans ce cas particulier, ils ne font éprouver aux parties où on les rencontre que des mouvements analogues aux

mouvements du diaphragme. Ils agissent principalement en effaçant leur convexité et en se rapprochant de la forme plane.

D'autres aponévroses ne font pas partie intégrante des muscles, et jouent cependant, au moment de la contraction musculaire, un rôle des plus importants. Telles sont les aponévroses d'enveloppe des membres et les aponévroses *engaînantes* qui, fixées aux os, forment des *loges* aux muscles dont l'action est associée. Ces gaînes aponévrotiques servent de coulisses de glissement au corps du muscle lui-même, quand il se contracte, et *maintiennent la direction de la force* pendant la contraction, direction que le mouvement du levier qui est mû tend à faire varier. Les coulisses de glissement des tendons remplissent le même office, et, comme toute la force du muscle est concentrée sur la corde tendineuse qui le termine, ces coulisses offrent généralement une résistance considérable (ligaments annulaires du carpe, du tarse, etc.).

La direction définitive suivant laquelle agit un muscle n'est pas toujours celle suivant laquelle le corps charnu agit sur le tendon qui lui fait suite. Ce tendon se dévie souvent de sa direction primitive sur des gouttières osseuses, dans lesquelles il est maintenu par des ligaments, qui transforment ces gouttières en canal. L'action *efficace* du muscle se trouve alors transportée dans la direction de la portion réfléchie du tendon. Le long péronier latéral, qui glisse derrière la malléole externe et s'engage dans la gouttière du cuboïde, pour se porter au bord interne du pied, offre un exemple de ce genre. Le changement de direction est ici très frappant, mais il se rencôntre dans d'autres parties, en beaucoup de points à l'état rudimentaire; ou bien il se manifeste à certains *moments* du mouvement.

§ 237.

De l'intensité d'action des muscles. — La détermination de la force avec laquelle les muscles se contractent n'est pas rigoureusement du ressort de la mécanique; elle ne peut être appréciée que d'une manière approximative, attendu qu'elle dépend de conditions multiples qui ne se prêtent pas toutes au calcul. La force déployée dépend, en effet, et du mode et de la grandeur de l'excitant, et aussi de l'état du système nerveux, lequel conduit au muscle l'incitation motrice. Elle dépend encore du mode d'insertion des fibres charnues sur les tendons; et, comme, en réalité, il est à peu près impossible de fixer rigoureusement la direction des fibres, et, par conséquent, la part de chacune d'elles, il en résulte encore que l'analyse mécanique de la puissance comparée des muscles est un problème très compliqué.

En admettant que chaque faisceau primitif des muscles est doué de la même puissance chez un même individu, pourrait-on évaluer approximativement la force comparative des muscles, en établissant un rapport entre le nombre de leurs faisceaux primitifs? A supposer que ce dénombrement fût possible, cela ne suffirait pas encore. Nous avons dit précédemment que les fibres musculaires peuvent perdre jusqu'à la moitié de leur longueur, au moment de leur raccourcissement maximum. Mais il n'en résulte pas que toute fibre musculaire qui se contracte au sein d'un muscle se raccourcisse de la même quantité. Il faudrait pour cela que les fibres d'un même muscle eussent toutes la même longueur, ce qui, nous venons de le dire (§ 236), ne se réalise probablement jamais d'une manière absolue.

Quelles que soient les difficultés qui entourent la solution rigoureuse de pareils problèmes, on peut dire que le nombre des fibres d'un muscle et la *valeur* du raccourcissement au moment de la contraction représentent les seuls éléments qui nous permettent de déterminer d'une manière comparative la force dont ils sont doués, ou, en d'autres termes, la *quantité de mouvements* qu'ils peuvent imprimer aux leviers sur lesquels ils s'insèrent. Or, la quantité du raccourcissement étant proportionnelle à la longueur (Voy. § 221), il s'ensuit qu'on peut substituer le facteur *longueur* du muscle au facteur *raccourcissement*. De même, le diamètre, ou mieux la *section* d'un muscle, croissant avec le nombre de ses fibres, la section comparée des muscles exprime le rapport proportionnel du nombre de leurs fibres. Il résulte de là que la *section* des muscles, multipliée par leur *longueur*, peut conduire au même résultat. Mais la section d'un muscle multipliée par sa longueur donne le volume du muscle. Le volume comparé des muscles ou leur *poids*, puisqu'ils sont composés d'une même substance, donnent ainsi sur leur force comparée des notions assez précises. On peut donc dire d'une manière générale, que la force d'un muscle est d'autant plus grande que le poids de ce muscle, dégagé autant que possible de tout ce qui n'est pas la fibre charnue, est plus considérable.

Nous ne parlons ici que de la force *comparée* des muscles. Quant à l'appréciation rigoureuse de la force *absolue* de la fibre musculaire, elle est entourée de difficultés à peu près insurmontables. Indépendamment des inconnues signalées plus haut, il faut ajouter que sur l'animal vivant, dont toutes les parties sont en place, un muscle qui se contracte pour surmonter une résistance quelconque et pour mouvoir les leviers sur lesquels il se fixe, doit vaincre en même temps la tonicité musculaire de tous les éléments charnus qui lui sont plus ou moins directement opposés, résistance additionnelle difficile à préciser. De plus, dans les divers mouvements du corps, ou dans les efforts appliqués au déplacement ou au soulèvement des poids, les muscles agissent suivant des insertions plus ou moins défavorables sur les leviers osseux, et une assez grande partie de la force déployée se trouve ainsi consommée (Voy. § 238). Il est certain, toutefois, que la force déployée par la contraction musculaire est une force énergique. Dans les efforts violents, la contraction musculaire est assez puissante pour déterminer la rupture des tendons [1]. La contraction musculaire peut même amener la rupture des os, témoin la rupture transversale de la rotule, qui arrive par la seule action musculaire, lorsque le corps, fortement penché en arrière, est brusquement ramené dans la verticale par la contraction du muscle droit antérieur de la cuisse. Ces effets donnent de la puissance maximum des muscles une idée plus saisissante que n'en peuvent fournir les notions tirées de la grandeur des résistances que l'homme peut vaincre.

L'évaluation absolue de la puissance musculaire (ramenée à une unité commune, à celle, par exemple, d'un cylindre de 1 centimètre carré de section) n'est guère possible qu'avec des muscles ou des fragments de muscles *séparés* de l'animal vivant, et placés dans des conditions convenables. Mais il ne faut pas oublier que, dans les expériences de ce genre, le muscle est sollicité à se contracter sous l'influence de l'irritation mécanique ou électrique, tandis qu'il

[1] Il faut, pour rompre le tendon d'Achille de l'homme, suspendre à son extrémité un poids de 500 à 800 kilogrammes.

est bien certain que l'excitant naturel (système nerveux) agit avec plus d'énergie sur le muscle de l'animal vivant soumis à l'irrigation sanguine. Ce qui ne permet pas non plus d'appliquer absolument à l'animal vivant les résultats obtenus de cette manière, c'est que, le raccourcissement *maximum* d'un muscle *isolé* est, la plupart du temps, plus considérable que lorsque le muscle est en place. Les muscles, dans leur situation normale, ne diminuent guère au maximum que de la moitié de leur longueur totale (§ 221). Ils n'obéissent jamais à toute leur rétractilité, même lorsque les mouvements d'extension ou de flexion sont portés au maximum, l'étendue du mouvement étant limitée, soit par la configuration des surfaces articulaires, soit par la rencontre des parties.

§ 238.

Ce qu'on appelle le déchet musculaire. — Travail utile des muscles. — Lorqu'un muscle ou un groupe de muscles associés se contractent pour mettre en mouvement les leviers sur lesquels ils s'insèrent, jamais le *résultat produit* n'est égal à la *force dépensée* par le muscle ou par les muscles en action. La différence qui existe entre le résultat produit et la force réelle dépensée par le muscle, cette différence existe dans toute machine, quelle qu'elle soit. Elle est due aux pertes déterminées par les *résistances passives*. Dans toute machine en mouvement, les résistances que doit surmonter la force motrice sont de deux espèces : les unes sont les résistances *utiles*, celles que la machine a pour objet de vaincre ; les autres sont les résistances passives. Jamais une machine n'utilise intégralement toute la force motrice ; en d'autres termes, jamais une machine ne rend, sous forme de travail utile, tout le travail moteur initial. Plus la quantité de travail utile, comparée à une quantité donnée de la force motrice initiale, est grande, plus la machine est parfaite. Il en est absolument de même dans les phénomènes de l'action musculaire : le résultat produit n'est jamais égal à la force déployée par le muscle. La perte due aux *résistances passives* de la machine humaine est généralement désignée, par les physiologistes, sous le nom de *déchet musculaire*.

Le déchet musculaire, ou, ce qui est la même chose, les *résistances passives*, qui absorbent une partie de la puissance développée par les muscles, sont de diverses sortes. La plus générale, celle qui s'étend à tout le système, consiste dans les frottements des surfaces articulaires et dans ceux des tendons sur les coulisses de glissement. Ces frottements sont, d'ailleurs, comme dans nos machines, atténués autant que possible par l'humeur synoviale, qui lubrifie les surfaces au contact.

Une autre cause de déchet musculaire, très répandue aussi dans le système musculaire, c'est l'insertion plus ou moins oblique des fibres musculaires sur leur tendon commun. Il n'y a dans l'économie qu'un très petit nombre de muscles à fibres parallèles aux tendons, et parmi les muscles qui se rapprochent le plus de cette disposition, tels que le biceps brachial, le demi-tendineux, etc., il n'y a même rigoureusement que les fibres qui occupent le centre du muscle qui soient parallèles au tendon. Dans un grand nombre de muscles, l'insertion oblique des fibres sur le tendon est très prononcée, et c'est alors et surtout que cette résistance passive acquiert toute son énergie. On conçoit, en effet, que dans cette disposition, une certaine partie de la force se trouve anéantie

par l'effort en sens contraire des fibres opposées. En somme on peut dire que la résultante n'est jamais égale à la totalité des composantes.

Une autre perte de travail est due au mode d'insertion des muscles sur les leviers qu'ils doivent mouvoir. Cette insertion est généralement désavantageuse. La force, en effet, est appliquée, dans la plupart des points, presque parallèlement aux leviers; aussi, lorsque le muscle se contracte, une grande partie de la force tend à appuyer le levier directement contre son point d'appui dans l'articulation. Il est vrai que les renflements que présentent les extrémités des os, et aussi la présence, sur la continuité des os, d'éminences plus ou moins saillantes, atténuent une partie de ces résistances; mais elles n'en sont pas moins assez considérables. Les résistances dont nous parlons ne sont pas les mêmes à tous les moments du mouvement. Ainsi, par exemple, dans la flexion de l'avant-bras sur le bras, la direction de la force (biceps), par rapport au levier en mouvement (avant-bras), change à chaque moment et se rapproche de plus en plus de l'angle droit. La perte de travail due au mode d'insertion des tendons sur les os diminue donc à mesure que le mouvement de flexion se prononce, et, vers la fin du mouvement, il y a une plus grande quantité de travail moteur d'utilisée [1]. Nous pourrions multiplier presque à l'infini les exemples de ce genre.

Les diverses pièces solides (os) autour desquelles sont groupées les puissances actives (muscles) ne sont point inflexibles et inextensibles dans le sens rigoureux du mot, d'où il résulte encore une certaine dérivation de force. Il est vrai que, dans les faibles charges qu'ils supportent ordinairement, cette perte peut être négligée.

Dans les divers mouvements de la machine humaine, il y a donc une certaine quantité de force consommée, et la contraction musculaire, lorsqu'elle entre en jeu, n'est pas seulement proportionnée au *travail utile*, elle a pour mesure le *travail résistant*, expression par laquelle on désigne, en mécanique, la somme de toutes les résistances. C'est pour cette raison que les diverses expériences faites sur la puissance de contraction des muscles *isolés* (Voy. § 237) ne sont pas absolument applicables à l'animal vivant; elles constituent seulement l'un des éléments du problème et non tout le problème. La valeur des résistances passives est d'ailleurs très difficile à apprécier. Elle l'est dans les machines, et, à plus forte raison, dans l'organisme animal, où les forces composantes (fibres musculaires) se trouvent associées dans des directions presque infinies.

Il peut paraître singulier que dans la machine animale la force ne soit pas ménagée, et qu'une assez grande partie soit dépensée en pure perte. Mais tout étonnement cesse si on réfléchit qu'il y a dans le mouvement quelque chose de plus important que la force elle-même; ce quelque chose, c'est le *mode* du mouvement, sa *vitesse*, qualité subordonnée, ainsi que nous allons le voir au genre des leviers osseux et, par conséquent, à l'agencement des segments dont se composent les membres. La force n'avait pas besoin d'être ménagée, car elle gît dans le volume des muscles (§ 237), et, grâce à la situation des muscles par rapport aux leviers, ce volume peut augmenter sans nuire à l'accomplissement du mouvement.

[1] Remarquons, d'ailleurs, qu'en même temps aussi la contraction musculaire approche de ses limites et diminue, par conséquent, d'énergie.

§ 239.

Force mécanique de l'homme. — La force de l'homme peut être employée de bien des manières. L'homme peut, sans se déplacer, pousser ou tirer avec les mains en des sens divers : lorsqu'il agit dans le sens horizontal ou dans le sens vertical, il peut y joindre une partie du poids de son propre corps; l'homme peut également pousser ou tirer, en marchant ou en courant; il peut encore agir seulement par son poids, par exemple, lorsqu'il fait mouvoir les roues à chevilles des carrières.

La grandeur de la force que peut déployer l'homme varie beaucoup, suivant la manière dont elle est appliquée. Le travail de l'homme, ainsi d'ailleurs que la contraction musculaire, est nécessairement intermittent, et il ne peut travailler qu'à la condition de se reposer. Dans le cas contraire, il s'épuise promptement, et le travail ultérieur en souffre d'autant. Lorsque l'homme travaille d'une manière continue, il ne doit exercer à chaque instant qu'une portion de la force maximum dont il est capable. L'expérience a appris que le maximum de travail que peut fournir l'homme consiste dans l'élévation successive de son corps sur les échelons d'une roue à chevilles. La quantité de travail ainsi produite est équivalente à son propre poids multiplié par la hauteur totale à laquelle son corps aurait été élevé suivant la verticale, pendant tout le cours de la journée. On calcule qu'en agissant ainsi, un homme peut, en huit heures de travail effectif, produire dans la journée un travail équivalent à 260,000 kilogrammètres [1]. Lorsque la force de l'homme est appliquée de toute autre manière, lorsque, par exemple, il met en mouvement des manivelles diverses à l'aide de ses bras, il est rare que la quantité de travail produite dans le même temps s'élève au-dessus de 175,000 à 200,000 kilogrammètres.

L'homme n'applique pas toujours ses forces à un travail soutenu; il a besoin quelquefois de développer pour un instant une grande quantité de force. Il peut supporter sur ses épaules des charges considérables, mais à la condition que l'effort ne sera que d'une courte durée. L'homme produit généralement la force maximum dont il est capable lorsqu'il soulève de terre un poids placé entre les jambes, ou bien, ce qui est la même chose, lorsqu'il exerce de bas en haut une traction sur un appareil dynamométrique fixé au sol. On estime qu'un homme adulte bien constitué fait alors un effort équivalent au soulèvement d'un poids de 150 ou 200 kilogrammes. La femme a généralement une puissance moindre.

§ 240.

De l'effort. — Dans le dernier exemple que nous venons de choisir, comme toutes les fois que la contraction musculaire doit surmonter une résistance

[1] Le kilogrammètre, ou *unité dynamique*, est le travail correspondant à l'élévation d'un poids pesant 1 kilogramme à 1 mètre de hauteur.

E. Weber admettait que la force absolue des muscles était, *en moyenne*, de 1 kilogrammètre par chaque centimètre carré de section musculaire. Des recherches plus récentes de MM. Knorz, Henke, Heaton et Koster, on doit conclure que cette évaluation est trop basse. Ces expériences, qui ont porté sur les muscles fléchisseurs de l'avant-bras et sur les muscles postérieurs de la jambe, tendent à montrer que la force absolue des muscles est au moins de 4 kilogrammètres par chaque centimètre carré de section. Au reste, il ne faut pas oublier que cette force est très variable et dépend en grande partie de l'état du système nerveux.