de tirer de ces expériences des résultats précis, le phénomène du poids qui *monte* et qui *descend* détermine dans le muscle qui le *soulève* et qui le *soutient à la descente*, des actions complexes dont il est impossible de tenir compte avec les animaux, et qu'il n'est possible d'apprécier que sur l'homme.

On peut, ainsi que l'ont fait MM. Becquerel et Breschet dans leurs expériences, introduire des aiguilles thermo-électriques dans les muscles de l'homme ; mais, si ce genre d'expérience peut être tenté par hasard[1], il n'est réellement pas pratique quand il s'agit de répéter les expériences un grand nombre de fois. Cette introduction, assez difficile par elle-même, peut n'être pas sans danger, et nous ne pouvions évidemment pas l'essayer avec nos hameçons thermo-électriques, qui ne sauraient être retirés des tissus sans de profondes dilacérations.

Dès lors, nous nous sommes demandé si la température des muscles ne pouvait être appréciée que dans leur épaisseur ; s'il n'était pas possible de la constater à leur surface, ou même au travers de la peau, surtout quand celle-ci est fine et peu ou point doublée de graisse. Or, en appliquant sur la peau, à la surface du biceps brachial, au niveau de sa région moyenne, un thermomètre dont le réservoir était engagé sous les vêtements, et maintenu par une bande épaisse de laine enroulée autour du bras, nous avons constaté que ce thermomètre peut accuser, au bout de quelques minutes, des élévations de température de 1 et même de 2 degrés centigrades, lorsqu'on contracte énergiquement ce muscle ; nous nous sommes dès lors trouvé en possession d'une méthode qui nous a permis de faire un grand nombre d'expériences dans les conditions les plus variées.

On comprendra aisément l'avantage qu'il y a à expérimenter sur l'homme. Dans les expériences sur les animaux, en effet, la contraction, *suscitée* dans les muscles par l'application d'un excitant, peut à tout instant être troublée ou compliquée par des contractions *volontaires*, sur lesquelles nous n'avons pas de prise. En outre, dans les expériences sur les animaux l'excitant de la contraction musculaire est nécessairement le courant d'une pile ou celui d'une bobine d'induction ; dans les expériences sur l'homme, au contraire, le principe d'activité, c'est la volonté elle-même, c'est-à-dire l'excitant par excellence de la contraction, et en même temps le plus délicat. Chez l'homme, l'*intensité* de l'action musculaire peut être directement et rigoureusement mesurée par la quantité connue des résistances, c'est-à-dire par des poids ; de plus, elle peut être *graduée*, *accélérée*, *retardée*, etc.

Les thermomètres dont nous nous sommes servi dans nos recherches ont été construits de telle sorte que l'échelle de leurs excursions est comprise entre + 31° et + 37° centigrades. Chaque degré présente 50 divisions. La contraction musculaire étant capable, suivant son énergie et sa durée, d'élever la température du muscle (prise à la surface de la peau) de 60, de 80, ou même de 100 divisions de nos thermomètres, l'étendue de ces excursions fournit un champ suffisamment vaste à nos expériences de comparaison.

Les expériences que nous avons entreprises se composent toutes de deux parties constituant les deux termes de comparaison entre l'état statique et l'é-

[1] M. Becquerel a répété trois fois cette expérience, en introduisant son aiguille à soudure médiane dans le muscle biceps brachial. M. Becquerel fils et M. Burguières, ancien médecin sanitaire en Égypte, se sont prêtés à l'expérience.

tat dynamique de la contraction musculaire. Notre méthode consiste à tenir en équilibre, dans une expérience, et dans l'autre à mouvoir, avec des vitesses variées, et suivant des procédés particuliers, des poids égaux, à l'aide de l'avant-bras fléchi sur le bras, en tenant compte du temps écoulé à l'aide d'un chronomètre sonore. Pour que ces expériences réussissent, il est un certain nombre de conditions dont la *rigoureuse* observation est *indispensable*. Les températures devant être prises à la surface du bras, celui-ci sera entouré d'une bande de laine épaisse, toujours la même, recouvrant le membre et le thermomètre d'une dizaine de tours superposés. La pièce dans laquelle on opère doit être bien close et d'une température sensiblement constante, d'au moins 20° à 25°. Les chaleurs de l'été conviennent seules à ce genre d'expériences. Dans ces conditions les pertes de chaleur sont assez réduites (surtout dans des expériences de courte durée) pour que les différences puissent être constatées.

Ces expériences exigent beaucoup de patience. Il faut souvent, quand le thermomètre est en place et l'avant-bras posé sur son appui, attendre deux heures sur le siège d'expérience avant que l'équilibre de température se soit établi[1].

Mais si la *préparation* de l'expérience est très longue, l'expérience elle-même est très courte : elle ne dure guère que cinq minutes. Toutefois, aussitôt l'épreuve terminée le bras doit être replacé au repos. La chaleur produite au sein du muscle n'arrive pas d'emblée aux téguments, et le point maximum de température n'est généralement atteint qu'au bout de dix minutes. La notation thermométrique ne doit naturellement être prise que quand l'ascension mercurielle est terminée. En somme, la durée totale d'une expérience est donc d'environ un quart d'heure.

On peut agir suivant deux modes très différents, que nous allons exposer successivement.

Premier mode d'expérience. — S'agit-il d'une expérience *dynamique*? L'équilibre de température étant obtenu dans le bras entouré de sa bande et pourvu de son thermomètre, l'expérimentateur se place sur la chaise d'expérience, saisit avec sa main droite la manette D, et avec sa main gauche la manette G, ainsi que le représente la figure 99. La température de départ étant notée et le métronome mis en marche, un aide enlève la cale *d* qui supporte le poids P ; cette cale est d'une hauteur telle, qu'au moment où la main saisit la manette D, l'index V de cette manette correspond au point *i* de la règle graduée. Alors l'expérimentateur soulève le poids P en lui faisant parcourir une

[1] Le thermomètre monte tout d'abord et il atteint, il est vrai, son point maximum au bout de 8 ou 10 minutes. Mais ce n'est pas là la température moyenne réelle du bras. A cette montée de la colonne thermométrique succède une descente très lente et qui dure longtemps. Ce n'est que quand cette descente a cessé qu'on est en possession de la véritable température du bras. Cette marche du thermomètre s'explique aisément. Le bras, en vertu des mouvements qu'il a exécutés avant l'expérience (mouvements souvent accompagnés d'efforts), a été porté à une température qui n'est pas celle qu'il aurait eue s'il était resté longtemps au repos. Il faut par conséquent le replacer tout d'abord dans ces conditions. Ce qui convient le mieux, c'est de ne procéder à ce genre de recherches que le matin, au lever, alors que le bras n'a pas encore travaillé. On a, ainsi, l'avantage d'avoir des points de départ d'expériences sensiblement les mêmes, les seules qu'on puisse utiliser pour dresser des séries comparables. C'est ainsi que nous avons procédé durant les deux étés très chauds de 1858 et de 1859.

Au reste, et c'est une observation que nous avons souvent faite : quand le degré de *température réelle* est obtenu, il est, tant que le bras reste au repos sur un appui, d'une fixité surprenante. Il nous est arrivé de rester sur le siège d'expérience pendant deux heures (occupé à lire), sans que la température variât de 1/50e de degré en plus ou en moins.

excursion de 16 centimètres, mesurée sur la règle graduée (que l'expérimentateur ne perd pas des yeux), entre les points *i* et *s*. Aussitôt que l'index est arrivé en *s*, la main gauche, qui était restée inactive, *soutient* alors le poids à la descente, de manière que le bras droit s'abaisse *à vide*, tout en conservant sa position. Quand l'index de la manette D est revenu au point *i*, le bras droit redevient actif, et soulève de nouveau le poids P de *i* en *s*, et ainsi de suite,

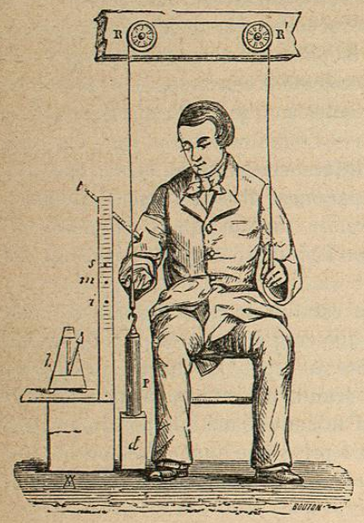

Fig. 99.

R, R, poulies.
t, thermomètre engagé jusque sur la peau, au travers des vêtements. Le bras est en outre recouvert d'une bande épaisse de laine.
P, poids.
d, cale.
smi, échelle graduée à laquelle sont rapportés les mouvements du bras. Le point *m* correspond à la flexion à angle droit de l'avant-bras sur le bras.
h, métronome, ou chronomètre sonore.

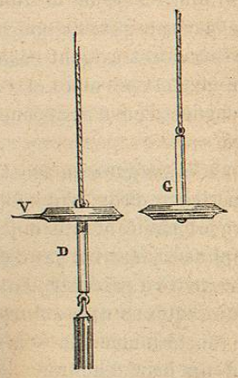

Fig. 100.

Cette figure représente les manettes en partie cachées par les mains de l'expérimentateur dans la figure 99.
G, manette du côté gauche.
D, manette du côté droit.
V, index à l'aide duquel l'expérimentateur gradue le mouvement du bras.

pendant un intervalle de temps de cinq minutes. L'expérimentateur compte avec le plus grand soin le nombre des mouvements de montée et de descente du poids, et il leur donne une constante régularité en les harmonisant, à l'aide de l'oreille, avec les battements du métronome[1]; puis l'expérimentateur se replace dans le repos, et il attend que l'excursion thermométrique soit achevée.

Pendant un intervalle de temps de cinq minutes, la main droite a donc soulevé un poids d'une certaine hauteur, puis elle l'a abandonné (tandis que la main gauche le soutenait à la descente), puis elle l'a repris, à la partie inférieure de sa course, pour le remonter encore, et ainsi de suite, c'est-à-dire, en d'autres termes, que la puissance musculaire du bras droit a été employée à

[1] Ces mouvements peuvent être exécutés, soit rapidement, soit lentement. On peut, par exemple, les faire coïncider avec la seconde; on peut, si l'on veut, et en réglant autrement le métronome, exécuter un mouvement de montée qui dure deux secondes, et un de descente qui dure le même temps, etc. Mais il importe, quel que soit le mode d'expérience auquel on s'arrête, que les temps d'*activité* et d'*inactivité* soient égaux entre eux, afin que les expériences soient comparables entre elles.

monter un certain nombre de fois le même poids, sans avoir à le soutenir à la descente, et avec des intervalles réguliers et égaux d'activité et d'inaction.

Dans l'expérience *statique* correspondante (qui, pour être comparable, doit être intermittente aussi), le poids est maintenu en équilibre par la contraction musculaire dans la position correspondante au point moyen *m* (Voy. fig. 99) et avec des intervalles égaux et réguliers d'inaction, mesurés par le chronomètre, le tout pendant une durée de cinq minutes.

Le procédé d'expérience que nous venons d'esquisser brièvement consiste donc, en définitive, à déterminer dans les muscles de la région antérieure du bras une contraction de commune mesure, pendant le même temps, *avec* ou *sans* travail mécanique extérieur.

Ces expériences établissent nettement ce fait : lorsque la contraction musculaire exécute un travail mécanique, il se produit dans le muscle une quantité de chaleur plus faible que lorsqu'une contraction de *même mesure* n'est point accompagnée d'effets mécaniques extérieurs.

Second mode d'expérience. — On peut se servir d'un poids *libre* soutenu dans la main à l'aide d'une manette (Voy. fig. 101).

L'expérience d'*équilibre* consiste à maintenir en équilibre, non plus d'une manière intermittente, mais d'*une manière continue* et pendant un certain laps de temps (cinq minutes), un certain poids. L'expérience *dynamique* de comparaison consiste à exécuter avec l'avant-bras, chargé du même poids, et pendant le même temps, un mouvement de *va-et-vient*. Dans ce mouvement de va-et-vient, la main n'abandonne le poids à aucun moment de l'expérience; elle ne descend pas à vide, comme dans le mode expérimental précédent, mais elle *soulève* ce poids à la montée et elle le *soutient* à la descente.

Lorsque l'expérimentateur veut procéder à l'expérience d'équilibre, il se place sur la chaise d'expérience, en tenant compte des précautions indiquées; il engage sa main sous la manette, tandis qu'un aide enlève la cale *d* (Voy. fig. 101); puis il soutient le poids P pendant cinq minutes consécutives, comptées par le métronome.

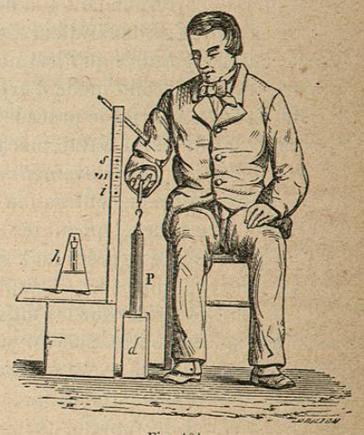

Fig. 101.

L'expérimentateur, les yeux fixés sur la règle divisée, maintient l'index de la manette au niveau du point *m*, de manière que la flexion à angle droit de l'avant-bras sur le bras reste la même pendant toute la durée de l'expérience. Au bout de cinq minutes, l'aide replace la cale *d*, et l'expérimentateur passe sur le fauteuil de repos, pour attendre l'excursion finale du thermomètre d'expérience.

Pour procéder à l'expérience dynamique de comparaison, l'expérimentateur, après avoir pris place sur la chaise d'expérience et fait enlever la cale *d*, imprime à la main chargée du même poids, pendant cinq minutes consécutives, une suite de mouvements d'élévation de *i* en *s*, et de mouvements de

descente de *s* en *i*, c'est-à-dire une succession de mouvements de bas en haut et de haut en bas.

Ce qui ressort des expériences, pratiquées suivant ce second mode, c'est que la chaleur développée dans les muscles et perçue par le thermomètre d'épreuve a été *la même*, soit que le bras *restât en équilibre* de contraction, soit qu'il fût *animé de mouvements*.

Dans le mode d'expériences mis ici en usage, il s'est donc produit dans les muscles des quantités égales de chaleur. Au premier abord, les résultats de cette seconde série d'expériences paraissent en contradiction avec ceux de la première série ; mais, pour peu qu'on y réfléchisse un instant, il est facile de se convaincre qu'ils en sont au contraire la confirmation la plus décisive, et qu'ils constituent, par une autre voie, une démonstration non moins claire du principe précédemment établi; c'est ce qu'il nous sera aisé de faire comprendre en peu de mots.

Si, d'un côté, la montée du poids, pendant deux minutes et demie, a tendu à diminuer la température musculaire dans la proportion du travail mécanique produit ; d'un autre côté, la descente du même poids (descente qui n'est pas libre, soutenue qu'elle est par le muscle contracté) détermine dans les muscles un effet *précisément opposé*, qui tend à augmenter la température musculaire suivant une proportion équivalente à la *destruction* d'une quantité égale de travail mécanique. D'un côté, il y a tendance à la diminution de la température, de l'autre il y a tendance à son élévation ; ces deux effets, mesurés par le même poids, se compensent ; on doit avoir, et on a en effet, dans l'expérience de mouvement ainsi conduite, une température égale à celle de l'expérience d'équilibre. On peut exprimer plus brièvement ce qui se passe ici, en disant que, pendant la moitié de la durée de l'expérience qui correspond à l'élévation du poids, le travail mécanique extérieur est *positif*, et que pendant l'autre moitié (correspondant à la descente du poids) le travail mécanique extérieur est *négatif*. Ces deux valeurs, étant égales, se détruisent et le travail utile est égal à 0, c'est-à-dire qu'il est nul.

En résumé, ce second mode d'expériences prouve que le mouvement de va-et-vient exécuté suivant le procédé indiqué, produit successivement un travail mécanique positif et un travail mécanique négatif qui s'annulent; de telle sorte que la contraction de mouvement équivaut ici à la contraction d'équilibre, et que ces deux modes de contraction (étant d'ailleurs d'égale mesure, puisque le poids est le même) développent des quantités égales de chaleur.

Des expériences qui précèdent et d'autres encore, dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer ici, il résulte qu'en se plaçant dans de bonnes conditions, on peut constater sur les muscles de l'homme que la quantité de chaleur développée par la contraction est plus grande quand le muscle exerce une contraction statique, c'est-à-dire non accompagnée de travail mécanique, que lorsque cette contraction produit un travail mécanique *utile*. La quantité de chaleur qui disparaît du muscle, quand il produit un travail mécanique extérieur, correspond à l'effet mécanique produit.

La contraction musculaire ne doit donc pas être envisagée (au point de vue de la production de chaleur) comme on l'avait fait jusque-là en physiologie. Il n'y a que cette partie de l'action musculaire non utilisée sous forme de travail mécanique extérieur qui apparaisse sous forme de chaleur : en d'autres

termes, *la chaleur musculaire n'est que complémentaire du travail mécanique utile produit par la contraction*.

Les effets de la contraction musculaire, c'est-à-dire et la chaleur musculaire et le travail mécanique extérieur, sont, *ensemble*, les expressions des métamorphoses chimiques dont le muscle est le théâtre.

Le rapport entre le mouvement et la chaleur dans l'économie animale peut donc être formulé ainsi :

Quand l'animal est au *repos*, les actions chimiques qui s'accomplissent en lui ont pour *équivalent* la quantité de chaleur que l'animal produit incessamment pour compenser la perte de chaleur due au rayonnement, au contact de l'air et à l'évaporation. Quand l'animal est en *mouvement*, une portion des actions chimiques qui s'accomplissent dans les muscles a pour *équivalent* le travail effectué par ce mouvement ; le reste seul apparaît sous forme de chaleur. Par conséquent, à *une même somme d'action chimique produite dans l'intérieur des muscles*, répond un dégagement de chaleur moindre dans l'état de mouvement que dans l'état de repos.

Ces faits doivent désormais tenir une grande place dans les divers calculs relatifs à la production de la chaleur animale. Le dosage exact des produits définitifs de la nutrition, c'est-à-dire des produits exhalés (acide carbonique, vapeur d'eau) et sécrétés (urée, acide urique, principes biliaires des excréments, sécrétions cutanées), ne saurait suffire, tout en tenant compte des chiffres de combustion du carbone et de l'hydrogène, et même en supposant connues les quantités de chaleur développées dans la formation des autres produits, ne saurait suffire, dis-je, pour établir sur des bases positives le calcul relatif aux quantités de chaleur produites en un temps donné ; le travail moléculaire d'oxydation dont les muscles sont le siège pouvant se traduire par des quantités de chaleur variables *suivant le jeu* de l'appareil musculaire.

Tous ceux auxquels l'étude des sciences physiques est familière comprendront, sans qu'il soit besoin d'insister, l'importance des faits sur lesquels nous avons appelé l'attention : il s'agit en effet de la transformation et de la corrélation des forces, l'une des plus grandes questions de la science moderne, et ces faits rattachent l'animal par un nouvel anneau à l'ensemble de l'univers.

Qu'il nous soit permis de rappeler ici les deux dernières conclusions de notre travail : « Il serait intéressant, disions-nous, de rechercher, non dans un groupe de muscles isolés, mais dans l'ensemble général du corps, si les divers modes de progression (marche sur un plan *horizontal*, marche *en montée*, marche en *descente*) qui doivent exercer sur la température de l'appareil musculaire pris dans son entier, et par conséquent sur la température du corps, une influence nécessairement différente, si, dis-je, cette influence pourrait être appréciée. — Le frisson de la fièvre, qui n'est qu'une succession de contractions musculaires s'exécutant simultanément dans des muscles antagonistes, et qui embrasse quelquefois le système musculaire tout entier, constitue une des formes les plus curieuses de ce que nous désignons sous le nom de *contraction musculaire statique*. On constate déjà pendant le frisson, et surtout après, une élévation de température qui peut être portée très haut, à 3, à 4 et même à 5 degrés au-dessus de la température moyenne. Le tremblement que détermine le froid est un phénomène du même genre ; c'est un procédé, en quelque sorte instinctif,

en vertu duquel l'économie cherche à résister à l'abaissement de la température par la contraction statique des muscles, etc. »

Depuis cette époque, la plupart de ces corollaires ont reçu la sanction expérimentale.

Parmi les résultats qui y répondent de la manière la plus directe, nous signalerons d'abord les travaux de M. Hirn [1].

M. Hirn renferme un homme dans une chambre close, c'est-à-dire dans une espèce de calorimètre, dans lequel il séjourne pendant un certain temps à l'état de repos absolu. On mesure à la fois la chaleur qu'il dégage et l'acide carbonique qu'il exhale pendant ce temps.

Dans un second temps de l'expérience, cet homme exécute un travail utile qui consiste à élever le poids de son corps sur la circonférence d'une roue mobile, convenablement équilibrée ; produisant ainsi un travail qu'il est aisé de calculer. Cette épreuve dure le même temps que la précédente. On mesure également et la chaleur dégagée et l'acide carbonique exhalé.

Or en comparant dans ces deux séries d'expériences le rapport de la chaleur dégagée et de l'acide carbonique exhalé, M. Hirn a constaté que le rapport de la première quantité à la seconde a été moindre dans l'expérience accompagnée de travail extérieur que dans l'état de repos. Ce qui revient à dire qu'une quantité égale d'action chimique dégage moins de chaleur quand le sujet effectue un travail que lorsqu'il demeure immobile.

Les conditions dans lesquelles s'est placé M. Hirn sont, il est vrai, très complexes, et pour ne rappeler que l'une des difficultés du problème, il est évident que la quantité d'acide carbonique exhalé ne saurait être considérée comme la mesure *complète* du travail chimique effectué ; mais il n'en est pas moins remarquable qu'en tenant compte de ce seul élément (le plus important par la quantité), M. Hirn a pu constater la disparition d'une certaine quantité de chaleur correspondante au travail mécanique extérieur [2].

Depuis la publication de nos recherches des faits du même ordre et qui se rattachent à la même cause ont été signalés. M. Lecoq (1862) a noté que les sphynx que nous voyons le soir, dans la belle saison, se maintenir immobiles au-dessus des fleurs dont ils pompent le suc, à l'aide d'un mouvement extrêmement

[1] Depuis longtemps déjà (à la suite de MM. J. R. Mayer (d'Heilbronn), Helmholtz, Joule, Séguin, Regnauld, Grove, de Quintus Icilius, etc.), M. Hirn était entré dans cette voie, mais tout d'abord en physicien et non en physiologiste. Ses premières recherches de thermo-dynamique remontent à 1846 (Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar).

Beaucoup plus tard, il a résumé tous ses travaux dans un ouvrage de premier ordre : *La thermo-dynamique* (Paris, 1868).

Quant aux résultats de ses expériences sur l'homme ils sont consignés dans l'*Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur* communiquée à l'Académie des sciences dans sa séance du 7 juillet 1862 ; et ils ont été vulgarisés dans deux conférences *sur la théorie mécanique de la chaleur*, par un jeune physicien français mort au moment où il montait au premier rang, M. Verdet.

Nos recherches ont été faites dans le cours des étés de 1858 et de 1859, communiqués en notre nom par M. Becquerel père, à l'Académie des sciences, le 5 mars 1850, publiés *en résumé* dans les Comptes rendus de cette séance, et *in extenso* dans les Archives de médecine (janvier, février et mars 1861).

[2] Dans nos machines à vapeur les plus perfectionnées, la quantité de chaleur transformée en travail *utile* ne s'élève guère au-dessus du *sixième* de la chaleur produite par le combustible. D'après les calculs de M. Hirn (calculs approximatifs), la chaleur transformée en travail utile dans la machine animale pourrait s'élever au *tiers* de la chaleur produite par les métamorphoses de la nutrition.

rapide des ailes, acquièrent en ce moment une température générale très supérieure à leur température de repos. M. Lecoq a vu la chaleur du corps de ces insectes s'élever jusqu'à 40°. La contraction musculaire exagérée et rapide des sphynx ressemble à une sorte de contraction tétanique ; elle appartient évidemment à cet ordre de contractions que nous avons désigné sous le nom de *contraction musculaire statique*. L'animal en effet est *immobile ;* toute la force dépensée par le système musculaire est employée à maintenir le corps *en équilibre*, et à lutter contre la pesanteur qui tend à l'entraîner par en bas. Le corps tout entier de l'animal agit pour se soutenir lui-même, par les contractions des muscles, de la même manière que le bras qui, dans nos expériences, soutient un poids *en équilibre*.

M. Wunderlich a observé, en 1861, que peu avant la mort par le *tétanos*, la température du corps s'était élevée chez un malade à 42°,4, et chez un autre à 45°,3. M. Leyden (en 1863) a vu pareillement que la température va s'élevant sans cesse pendant les contractions du tétanos. Dans un cas elle était, 20 minutes avant la mort, de 43°,9 sous l'aisselle, et de 44°,4 dans le rectum. Dans un autre cas elle était de 42°,8 immédiatement avant la mort ; elle continua à s'élever (c'est-à-dire *à se répandre des muscles dans les autres parties*) après la mort. En effet, sept minutes après la mort elle était montée à 44°,2 ; onze minutes après, elle était de 44°,5 ; enfin elle était de 44°,6 au bout de quinze minutes. Elle resta quelques instants stationnaire à ce point maximum, puis elle disparut peu à peu suivant les lois du refroidissement. La même année (1863) M. Ferber a publié un cas analogue. Depuis lors il n'y a guère d'année où des faits du même genre ne soient signalés.

Les contractions du tétanos, j'ai à peine besoin de le faire remarquer, sont des contractions énergiques, *sans travail utile*, l'action des muscles antagonistes se détruisant réciproquement. Les contractions tétaniques offrent un des exemples les plus saillants de ce que nous avons désigné sous le nom de *contraction musculaire statique* [1].

La question de savoir aux dépens de quels tissus de l'économie s'accomplissent les oxydations génératrices de mouvement a été diversement interprétée. D'après M. Frankland ce serait principalement aux dépens des matières grasses et des matières amylacées de l'alimentation que se produiraient les oxydations et par conséquent les combustions qui engendrent le mouvement musculaire. Le sang dirigerait vers le muscle, à la fois, la matière combustible (sucre et graisse) et à la fois l'élément comburant (l'oxygène) ; les deux substances agiraient l'une sur l'autre dans les vaisseaux du muscle quand celui-ci passe du repos à l'activité, c'est-à-dire quand le nerf moteur commande l'oxydation dans le sang du muscle [2].

[1] Dans ces dernières années quelques recherches ont été faites par les voyageurs dans leurs ascensions sur les montagnes (le mont Blanc et le mont Rose en particulier), pour savoir s'il serait possible de mettre en relief des différences dans la température du corps pendant la *montée* et pendant la *descente*. MM. Marcet et Lortet, Albutt, Forel, Calberla, ont publié des relations accompagnées de tableaux, qui prouvent combien le problème est difficile à aborder par cette voie. Il s'agit en effet, de constater, dans l'ensemble du corps, des différences de température qui ne portent que sur des fractions de degrés ou qui peuvent à peine dépasser un degré, dans un milieu dont la température comporte des variations considérables et subites, et cela dans des *conditions de vitesse* de montée et de descente, dont il n'a pas été tenu compte, conditions qui dominent tout le problème. Aussi est-il permis de dire que la question expérimentale, envisagée à ce point de vue, reste entière.

[2] Il est impossible de ne pas faire remarquer que le muscle dit *à l'état de repos* n'est pas à