

leurs nerfs sont irrités, se manifeste encore quelque temps après la mort. Elle persiste d'autant plus dans les parties musculaires, que la structure de l'animal est moins complexe. A mesure que l'organisation se complique, les parties deviennent plus dépendantes les unes des autres, et nécessairement la durée des phénomènes vitaux diminue suivant la même proportion dans les parties, après la mort du tout. Parmi les animaux vertébrés, ceux à sang blanc se distinguent de ceux à sang rouge à cet égard. Le cœur conserve son irritabilité pendant plusieurs heures chez les Poissons et les Reptiles; celle des autres muscles persiste de même chez les Grenouilles, surtout quand la saison est froide, et les muscles d'une Tortue décapitée n'ont point encore perdu toute la leur au bout d'une semaine. Chez les animaux supérieurs, l'irritabilité des muscles ne se maintient, en général, qu'une heure ou deux; cependant il y a certains cas où elle n'est point encore éteinte au bout de plusieurs heures, par exemple dans le muscle cutané du Hérisson. Nysten (1), dans ses expériences sur les cadavres d'hommes qui jouissaient d'une pleine santé avant de subir la décapitation, a trouvé que les muscles perdaient leur aptitude à se contracter selon l'ordre suivant. Le ventricule aortique du cœur devenait le premier irritable; le canal intestinal, au bout de quarante-cinq à cinquante-cinq minutes, la vessie après le même laps de temps environ, le ventricule droit au bout d'une heure, l'œsophage d'une heure et demie, l'iris de deux heures moins un quart, les muscles de la vie animale plus tard encore, puis les oreillettes du cœur, et en dernier lieu celle du côté droit, qui se montre encore sensible au galvanisme au bout de seize heures et demie. Chez les Oiseaux, la contractilité des muscles s'éteint plus rapidement que chez les Mammifères; elle n'y dure que depuis trente à quarante minutes jusqu'à une heure.

(1) *Recherches de physiol. et de chim. patholog.*, Paris, 1811, p. 321.

Chez les Grenouilles, elle persiste, après la mort, plusieurs heures dans le cœur, dix-sept à dix-huit heures dans les muscles de la vie animale: quatorze à vingt heures après la mort, on en remarque encore des traces dans les oreillettes et les veines caves. En général, elle persiste plus long-temps chez les jeunes animaux. Nysten a vu, chez des Chats nouveau-nés, les muscles se contracter encore au bout de trois heures quarante-cinq minutes, lorsqu'on les irritait, et l'action des irritans déterminer le même phénomène dans l'oreillette droite après six heures et demie. On peut conclure, en général, de ces observations, que plus la respiration exerce d'influence chez un animal, plus le besoin de respirer est impérieux pour lui, moins aussi l'irritabilité persiste dans ses muscles après la mort.

Certaines substances diminuent l'irritabilité des muscles par l'action qu'elles exercent sur eux. Les muscles des animaux qui ont péri dans le gaz acide carbonique, le gaz hydrogène, le gaz oxide de carbone, la vapeur du soufre, ne se contractent que peu ou point sous l'influence des irritans; ceux des animaux qui sont morts dans l'air atmosphérique et dans le gaz oxygène demeurent plus long-temps contractiles (1). L'eau pure diminue notablement l'irritabilité des muscles, lorsqu'elle demeure long-temps en contact avec eux. Cette observation, faite d'abord par Nasse, a été constatée tout récemment par Stannius. Les cuisses de Grenouille préparées, qu'on a laissées séjourner pendant quelque temps dans l'eau, ne conviennent point pour faire des expériences délicates sur l'irritabilité des nerfs et des muscles (2). Les substances narcotiques, appliquées seulement sur les muscles, abolissent leur irritabilité; si on les met en rapport avec les nerfs des muscles, elles les

(1) NYSTEN, *loc. cit.*, p. 328. — TIEDEMANN, *Traité de physiologie de l'homme*, trad. par A.-J.-L. Jourdan, Paris, 1831, t. II, p. 597.

(2) HECKER'S *Annalen*, 1832, décembre.

rendent inaptes à provoquer la contraction musculaire à partir du point de leur application, tandis que le nerf conserve son pouvoir dans toute l'étendue comprise entre le point narcotisé et le muscle. Lorsque les narcotiques tuent en s'introduisant dans le torrent de la circulation, ils ne diminuent pas autant l'irritabilité que le fait leur application locale sous forme concentrée. Après avoir fait périr des Grenouilles en les narcotisant, on peut encore, pendant des heures entières, déterminer leurs muscles à se contracter en irritant ces organes eux-mêmes ou les nerfs qui s'y rendent. Les substances qui exercent une action chimique décomposante, comme les alcalis caustiques, les acides concentrés, le chlore, etc., frappent l'irritabilité musculaire de mort instantanée dans le point qu'elles touchent. On ne connaît pas de substances qui exaltent cette propriété des muscles. A la vérité, le chlore et les carbonates alcalins dont on imbibait les nerfs ont, dans les expériences de Humboldt, rendu les préparations plus aptes à ressentir l'irritation électrique; mais Pfaff a fait voir que le résultat dépendait de l'action galvanique dans la chaîne fermée, et non d'une exaltation réelle de l'irritabilité animale.

La contractilité des muscles est soumise aux lois générales de l'irritabilité animale. Quand ces organes sont rarement mis en jeu par des stimulans internes, leur force diminue; mais aussi, à chaque effort qu'ils font, l'aptitude à la répéter diminue momentanément, et la fatigue a lieu. Excitation et repos sont donc également nécessaires à la conservation et à l'accroissement de la force musculaire. L'excitation paraît déterminer la nature à détourner de préférence vers les muscles les changemens matériels indispensables pour la nutrition et la formation de leur tissu. La lassitude à la suite de chaque effort n'est pas moins nécessaire, parce que l'action et l'irritation des muscles entraînent des changemens matériels de leur tissu. On peut encore observer jusqu'à un certain point ces faits dans les muscles d'une Grenouille mise à

mort. L'application modérée et périodique de l'électricité fortifie les contractions de ses muscles, lorsqu'elles étaient d'abord faibles; mais elle les épuise aussi avec rapidité quand on la répète trop souvent; et si des excitations réitérées amènent la diminution des contractions, le repos rétablit souvent jusqu'à un certain degré l'aptitude à en opérer de nouvelles.

La contraction des muscles, pendant laquelle ils sont plus fermes et plus durs, est seule leur état actif; lorsqu'ils se trouvent allongés, ils sont dans l'état de relâchement. Rien ne justifie l'hypothèse d'une expansion active de ces organes. Oesterreicher l'a très-bien réfutée par une expérience palpable. Il a remarqué, en effet, que le cœur d'une Grenouille, détaché du corps, et sur lequel on place un petit poids, le soulève quand il se contracte, et le laisse retomber lorsqu'il se distend. Au reste, il ne faut pas se figurer que les muscles vivans soient jamais dans un état complet de relâchement. Constamment, même durant le repos, ils sont sous l'influence du principe des nerfs; c'est ce que prouvent clairement la rétraction des deux bouts d'un muscle coupé en travers, le tremblement de celui dont on a mis la surface à découvert, et la déformation du visage et de la langue dans l'hémiplégie.

Si l'on observe un muscle au moment où il se contracte, on reconnaît qu'il gagne en volume ce qu'il perd en longueur, et souvent on aperçoit, dans ses faisceaux, un mouvement ondulatoire ayant la rapidité de l'éclair. Comme les muscles deviennent plus fermes en se contractant, on serait tenté de croire qu'ils acquièrent alors plus de densité, et que par conséquent ils doivent diminuer de volume, quoique leur accroissement de solidité puisse aussi dépendre de la force avec laquelle certaines de leurs molécules s'attirent réciproquement. Laissant de côté les observations incomplètes des anciens, de Glisson, de Swammerdam⁽¹⁾, je ne parlerai ici que des recher-

(1) Voyez HALLER, *Elem.*, lib. XI, p. 2, § 22. — *Bulletin de l'Acad. royale de médecine*, Paris, 1840, t. IV, p. 545.

ches qui ont été faites à ce sujet par les modernes. On introduit les parties contractiles dans un tube effilé à la lampe et plein d'eau, où l'on observe la hauteur au moment de la contraction provoquée par le galvanisme. Barzellotti, Mayo, Prevost et Dumas, qui ont opéré sur des masses de chair, n'ont remarqué aucun changement de niveau; mais Gruithuisen et Erman en ont observé un, très-faible à la vérité. Erman introduisit dans un vase de verre la moitié inférieure d'une Anguille, débarrassée des entrailles, et portant deux fils métalliques, l'un dans la moelle épinière, l'autre dans la chair; il disposa ces deux fils de manière qu'on pût les mettre en rapport avec les pôles d'une pile galvanique. Alors il versa de l'eau dans le vase, en ayant soin qu'un étroit tube de verre, par lequel l'appareil se terminait à sa partie supérieure, fût rempli de liquide. En fermant la chaîne, les muscles se contractèrent, et constamment l'eau monta de quatre à cinq lignes dans le petit tube; elle redescendait lorsqu'on ouvrait la chaîne. La condensation de la masse musculaire est donc si peu considérable qu'on ne peut nullement compter sur elle pour expliquer le phénomène de la contraction. Peut-être aussi ne dépendait-elle, dans l'expérience d'Erman, que de la compression des petits vaisseaux des muscles qui, ayant été coupés en travers, se trouvaient par-là remplis d'air; du moins s'explique-t-elle parfaitement par cette circonstance. Si l'on répétait l'expérience, il faudrait avoir soin de préparer le tronçon d'Anguille sous l'eau, et de l'introduire dans le tube sans le mettre en contact avec l'air atmosphérique.

Les causes qui opèrent le raccourcissement des muscles pendant leur contraction, peuvent être de trois sortes.

1° La flexion en zigzag des faisceaux musculaires. Un phénomène qu'on peut voir à l'œil nu, sur des muscles qui se contractent, et qu'on observe beaucoup mieux avec le secours d'une loupe, c'est que les faisceaux des fibres muscu-

laires exécutent des flexions en zigzag. Prevost et Dumas (1) l'ont étudié. Ils considèrent les fibres musculaires comme composées d'un certain nombre de petites lignes droites, qui sont susceptibles de s'incliner les unes vers les autres. La longueur de ces lignes était de dix à douze millimètres dans les muscles de la cuisse d'une Grenouille: la distance des extrémités des lignes rapprochées par la flexion anguleuse s'élevait à seize ou dix-sept millimètres; seize de ces lignes formaient ensemble cent soixante-et-douze millimètres et demi, ce qui exprime la longueur de cette partie musculaire dans l'état de repos. La distance des angles, dans l'état d'irritation des lignes, était de cent trente millimètres. Donc le raccourcissement était de 0,23 sur une fibre musculaire. Prevost et Dumas ont mesuré aussi le raccourcissement du même muscle en totalité dans la contraction: il s'élevait à 0,27. Comme ces mesures s'accordent assez bien ensemble, ils conclurent de là que le raccourcissement des muscles par l'effet de leur contraction dépend réellement de ces angles, qui forment des portions de dix à douze millimètres des fibres musculaires. Plusieurs motifs rendent cependant très-probable que la flexion anguleuse des fibres musculaires, observée par Prevost et Dumas, et si facile à voir sans le secours de verres grossissants, n'est pas la seule ni peut-être même la cause la plus essentielle de leur raccourcissement.

2° Lauth a fait quelques observations importantes sur ce sujet (2). En exposant sous le microscope un muscle encore irritable à l'action d'une pile galvanique, il s'aperçut que la contraction avait lieu de deux manières. La plus forte consistait en une production de flexions en zigzag dans la fibre secondaire entière; mais quand l'action galvanique était plus faible, il remarquait un raccourcissement de toute cette fibre

(1) *Journal de physiol.*, par Magendie, t. III, p. 344.

(2) *L'Institut*, nos 57, 70, 73.

secondaire, sans flexion en zigzag. Dans ce cas, la surface de la fibre secondaire (ou du faisceau), au lieu d'être lisse, présente sur tout son pourtour des rides transversales, qu'on observe aussi dans les fibres ployées en zigzag, et qui sont tout-à-fait indépendantes de cette dernière flexion. Il est donc évident, dit Lauth, que ce raccourcissement moindre doit être attribué à la contraction des fibres primitives, laquelle, suivant lui, tient au rapprochement des globules qui les constituent. En examinant les faisceaux musculaires primitifs des Insectes, j'ai observé des espèces de lignes transversales, qu'il faut bien distinguer de celles qui sont serrées les unes contre les autres. Celles dont je parle se voient surtout chez les Insectes qui ont séjourné dans l'alcool; cependant on les rencontre assez fréquemment aussi, du moins sur quelques points, chez les sujets frais. Elles sont beaucoup plus distantes les unes des autres que les lignes transversales primitives; mais leur distance est régulière, et le faisceau, après avoir été plongé dans l'alcool, semble souvent être comme articulé d'une manière régulière; il arrive assez fréquemment aussi qu'après l'immersion dans l'esprit de vin, les faisceaux primitifs se rompent à l'endroit des lignes transversales. La distance des lignes secondaires est un peu moindre que la moitié de la largeur des faisceaux primitifs des Insectes. Cinq grandes lignes transversales avaient ensemble une étendue de 0,010; de sorte que la distance entre deux était de 0,002 ligne anglaise. La plupart des lignes transversales secondaires étaient droites; quelquefois cependant elles étaient un peu obliques ou arquées; mais toujours elles marchaient parallèlement les unes aux autres dans de grandes étendues des faisceaux. En examinant les faisceaux primitifs des muscles qui ont été conservés dans l'alcool, on voit distinctement qu'ils sont comme étranglés à l'endroit des lignes transversales, et renflés entre elles; le resserrement et le renflement paraissent obscurs ou clairs suivant le mode d'éclairage. Quelquefois l'étrangle-

ment est clair et le ventre obscur; parfois aussi l'inverse a lieu, par l'effet d'un léger changement de la distance. La portion claire de la ligne transversale de l'étranglement s'élevait à 0,007 ligne anglaise, et la portion obscure du ventre à 0,0013. Ces étranglemens ne proviennent point d'un simple froncement de la gaine des faisceaux primitifs; car on distingue aisément celle-ci au bord, sous l'apparence d'une bordure claire, qui n'est pas la seule chose qu'offrent les étranglemens; il arrive souvent qu'on reconnaît très-nettement que la substance musculaire du faisceau, composé de fibres primitives à rides transversales primitives, est tout aussi étranglée que la gaine. Or comme les fibres musculaires des Insectes ressemblent à celles des animaux supérieurs par la forme de leurs fibres et les lignes transversales primitives, l'apparition des lignes transversales secondaires sur les premières est une circonstance importante pour l'explication de la contraction des muscles; et comme les fibres transversales secondaires manquent sur certains points, tandis qu'elles existent sur d'autres, il devient par-là plus vraisemblable encore qu'elles sont une expression de la contraction des faisceaux primitifs. Ce mode de contraction différencierait de la contraction en zigzag des gros faisceaux, en ce que le petit faisceau ne décrit pas de flexions alternatives, et que les fibres primitives s'écartent les unes des autres entre deux lignes transversales secondaires, ce qui produit l'élargissement de la partie ventrue. Naturellement un faisceau de fibres peut se raccourcir de deux manières; ou par des flexions alternatives du faisceau entier, les fibres demeurant parallèles, ce qui a lieu dans le raccourcissement visible des gros faisceaux; ou par l'écartement des fibres du faisceau entre des portions transversales aliquotes de ce dernier. Ce dernier mode de contraction coïncide très-probablement avec le premier dans les muscles des Insectes, et peut-être aussi dans ceux des animaux supérieurs.

3° Il est possible que les fibres musculaires de la seconde classe, celles qui appartiennent à la partie organique du corps, se contractent de la première et de la seconde manière à la fois. Toutefois un troisième mode de contraction encore est possible dans les fibres musculaires du système animal, celles qui présentent des renflemens variqueux; ce mode aurait lieu par le rapprochement des renflemens des fibres primitives et le raccourcissement des portions rétrécies qui les séparent. On ne peut alléguer aucun fait ni pour ni contre sa réalité. Comme les varicosités manquent dans la seconde classe entière des muscles, toute théorie de la contraction musculaire qui reposerait uniquement sur elles serait vicieuse. Cependant le rapprochement des globules peut très-bien coïncider, dans les muscles de la vie animale, avec les autres modes de contraction qui s'observent dans les faisceaux secondaires et primitifs, et quelques circonstances spéciales rendent même probable qu'il y a lieu réellement. En effet, les varicosités ne sont pas plus nécessaires pour la contraction par renflement de parties aliquotes des petits faisceaux que pour la contraction en zigzag des faisceaux, puisqu'il s'en trouve une série tout entière sur chaque flexion. D'ailleurs, comme l'ont appris les recherches de Schwann, les varicosités des fibres et les lignes transversales primitives des plus petits faisceaux du système animal ne sont pas toujours également distantes les unes des autres sur des faisceaux placés côte à côte. Il n'y a pas moyen de pousser plus loin cette hypothèse; mais si les varicosités se rapprochaient réellement, on pourrait concevoir la chose de deux manières, soit par une attraction mutuelle exercée par les globules, en supposant ces derniers pleins, soit, en les supposant creux, par leur accroissement de volume, ou l'accumulation d'un fluide, qui alors abandonnerait les portions des fibres primitives placées entre elles. Il serait inutile et même dangereux de s'apesantir davantage là-dessus, puisqu'il faudrait s'éloigner

de la base des faits. L'état d'imperfection de nos instrumens ne nous permet pas de savoir si des parties aussi délicates que les fibres primitives des muscles sont creuses ou pleines, et il faut laisser à l'histoire des hypothèses physiologiques le soin de reproduire les opinions hardies des anciens à cet égard.

D. *Roideur cadavérique.*

On appelle ainsi la rigidité des membres, produite par les muscles, qui survient après la mort et cesse au bout d'un certain laps de temps. Suivant Sommer (1), cette roideur commence ordinairement au cou et à la mâchoire inférieure, d'où elle gagne les extrémités supérieures, de haut en bas, puis les membres pelviens. Il est rare qu'elle débute par ces derniers, ou qu'elle envahisse les quatre membres à la fois. Sur deux cents cas, Sommer n'en a rencontré qu'un seul où elle ne commençât pas au cou. Elle rend les muscles, tant fléchisseurs qu'extenseurs, plus fermes et plus denses. Sommer assure qu'elle s'accompagne d'un léger mouvement. Il combat l'assertion de Nysten, que les membres qui la subissent conservent toujours la position qu'ils avaient auparavant. Loin de là, il a remarqué que, même dans le cas où la bouche était ouverte au moment de la mort, la mâchoire inférieure se rapprochait fortement de la supérieure à l'invasion de la roideur cadavérique. Il a observé aussi qu'une flexion plus considérable s'opère aux extrémités, que, par exemple, le pouce s'applique contre la paume de la main, ou que même l'avant-bras se fléchit un peu. Si l'on emploie la force pour vaincre la roideur déjà entièrement développée dans une partie, elle n'y reparait plus; mais, si l'on agit ainsi

(1) *Diss. de signis mortem hominis absolutam indicantibus*, Copenhague, 1833, in-8. — Comp. GUENTZ, *Der Leichnam des Menschen*, Leipzig, 1827. — NICOLAI, dans RUST, *Magazin*, 34, 2. — BURDACH, *Traité de physiologie*, trad. par A.-J.-L. Jourdan, Paris, 1839, t. V, p. 430.