

sions normales. Si alors on l'arrosait de nouveau avec de l'eau, il se resserrait encore. L'expérience pouvait être ainsi répétée plusieurs fois de suite. Quant aux veines, elles ne changeaient pas de calibre. Les observations de Schwann ont été répétées si souvent, qu'il ne reste pas le moindre doute à l'égard du fait. J'en ai moi-même constaté l'exactitude. Comme les grosses artères conviennent moins bien que les autres pour ces sortes d'expériences, il importe de mesurer le diamètre du vaisseau sur lequel on opère. Dans l'expérience de Schwann il avait 0,0724 ligne de diamètre. Les artères d'un dixième de ligne de diamètre possèdent donc ce degré extraordinaire de contractilité lente sous l'influence du froid. Schwann l'a observée aussi, mais à un faible degré, sur celles d'un calibre un peu plus fort. Avec un fort grossissement on découvre encore des fibres transversales très-déliées sur les plus petites artères du mésentère de la Grenouille, même sur les vaisseaux capillaires, ce qui établit que ces vaisseaux ont réellement des parois. Comme les fibres dont il s'agit ont la même disposition que les fibres transversales de toutes les artères, on est dans le doute de savoir si ce sont elles qui produisent la contraction des artérioles sous l'action de l'eau froide, si le tissu élastique des artères possède, outre l'élasticité dont une longue immersion dans l'eau ne parvient pas à le dépouiller, une tonicité particulière dont il ne jouit que pendant la vie, et qui se dissipe à la mort, ou si la contraction insensible des artérioles frappées par le froid dépend d'éléments encore inconnus qui entrent dans leur composition. Il me répugne d'attribuer cette tonicité à la tunique celluleuse, parce que les veines n'en offrent aucune trace. Du reste, elle diffère de la contractilité musculaire en ce que, non seulement elle ne détermine jamais de contractions subites, mais encore n'est point mise sensiblement en jeu par l'électricité, et se manifeste surtout par l'influence du froid, comme la contraction du tissu contractile susceptible de se résoudre en colle.

IV. Tissu musculaire.

A. Propriétés chimiques des muscles.

Sous le point de vue chimique, les muscles appartiennent à la classe des substances animales qui ne fournissent point de colle par l'ébullition, abstraction faite toutefois de celle à laquelle peut donner naissance le tissu cellulaire interposé entre les faisceaux fibreux, et dont la dissolution acétique est précipitée par le cyanure rouge de fer et de potassium. C'est la manière de se comporter de tous les corps albumineux, comme le blanc d'œuf, la matière caséuse, la fibrine, le tissu fibreux des corps caverneux du Cheval, et le tissu fibrineux des muscles. A ces caractères on les distingue sans peine de ceux dont il a été question dans l'article précédent. Mais il est difficile et souvent même impossible de reconnaître, d'après les réactions chimiques, si un corps albumineux est de la substance musculaire, de l'albumine proprement dite, etc. A la vérité, l'albumine liquide est caractérisée par sa solubilité dans l'eau froide et chaude, par sa coagulabilité sous l'influence d'une chaleur de 70 à 75 degrés C., de l'alcool, des acides minéraux, des sels métalliques, la fibrine liquide par la coagulation spontanée qu'elle éprouve hors du corps vivant, et la matière caséuse liquide par sa solubilité, même à la chaleur de l'ébullition; mais l'albumine coagulée et la fibrine coagulée du sang et des muscles ne diffèrent l'une de l'autre, sous le point de vue chimique, qu'en ce que la seconde décompose l'eau oxygénée, ce qui n'arrive point à la première. La chimie ne nous offre d'ailleurs aucun moyen de distinguer la fibrine du sang et celle des muscles contractiles.

Le seul moyen que nous ayons pour distinguer les uns des autres les tissus fibreux de nature albumineuse, consiste à observer les propriétés dont ils jouissent pendant la vie.

Ainsi, par exemple, le tissu fibreux des corps caverneux du pénis du Cheval diffère des muscles, parce qu'il n'a pas, comme ceux-ci, l'aptitude à se contracter sous l'empire des stimulans. Si toutes les fibres musculaires étaient moniliformes ou variqueuses, s'il n'y en avait pas de parfaitement cylindriques, la distinction serait facile à établir au microscope, tandis que cette circonstance la rend absolument impossible.

Mais la contractilité elle-même ne suffit pas toujours pour distinguer des fibres musculaires, puisqu'elle s'observe dans le tissu contractile susceptible de se résoudre en colle et dans le tissu artériel. Il y a donc nécessité de faire concourir ensemble ce caractère et les réactions chimiques.

La couleur rouge des muscles a été attribuée à la matière colorante du sang; en effet, elle s'avive à l'air, comme celle de cette dernière. Cependant Schwann a vu les muscles de la Carpe, qui sont naturellement pâles, rougir fortement après quelque temps de macération à froid pendant l'hiver, ce qui ne permet pas de faire dériver la couleur rouge d'une substance identique avec la matière colorante du sang.

B. *Structure des muscles.*

Les élémens des muscles sont des fibres, ou moniliformes, ou cylindriques, non rameuses, parallèles les unes aux autres, et réunies en faisceaux, d'après Krause, par un liquide visqueux et transparent. Les faisceaux primitifs comprennent cinq à huit cents fibres; Krause leur assigne un diamètre de $\frac{1}{32}$ à $\frac{1}{260}$ de ligne. Suivant Schwann, ils ont 0,0210 à 0,0250 ligne anglaise, au pharynx de l'homme. Ces faisceaux sont enveloppés et unis ensemble par des gaines de tissu cellulaire. Par leur réunion, ils en forment de secondaires, etc. Il est rare qu'on les trouve déjà compris dans des gaines fibreuses solides; c'est cependant ce qui arrive dans la Lamproie. Non seulement les muscles latéraux de cet animal sont

divisés en segmens, comme chez les Poissons en général, par un très-grand nombre de ligamens intermusculaires obliques, mais encore on observe entre ces segmens de petites cloisons très-solides, et serrées les unes contre les autres, dans l'intervalle desquelles se trouvent placés les faisceaux aplatis de la chair musculaire, qui est très-molle.

Les opinions des physiologistes sont partagées en ce qui concerne la forme des fibres élémentaires. Les uns, comme Schultze, les croient simples et homogènes. D'autres, comme Bauer, Home, Milne-Edwards, Prevost et Dumas, Krause, les supposent composées des globules. Il y en a aussi qui les disent noueuses. Quelques contradictoires que soient la première et la troisième opinion, elles n'en sont pas moins exactes toutes deux, suivant les muscles qu'on examine, puisque ces organes se rapportent effectivement à deux formes principales.

1. *Muscles à fibres primitives variqueuses et à faisceaux primitifs marqués de stries transversales.*

Ces muscles sont ceux dont on s'est le plus occupé. Ils comprennent tous ceux qui obéissent à la volonté, à l'exception de la vessie, et parmi ceux sur lesquels la volonté n'exerce pas d'empire, le cœur. Cependant tous les muscles rouges ne se rangent point ici: car, par exemple, la chair musculaire rouge du gésier des Oiseaux appartient à la seconde classe, ainsi que la couche musculaire du canal intestinal tout entier. Les muscles de cette première classe ne sont pas non plus rouges dans tous les cas. En général, ceux des Poissons ont une teinte pâle; il n'y a que ceux de l'opercule qui soient quelquefois rouges, comme aussi, chez les Carpes, une couche mince située au dessous de la ligne latérale. D'ailleurs, les muscles rouges et les muscles des Poissons ne diffèrent en rien les uns des autres par leur texture intime:

ils se comportent exactement de la même manière au microscope, et font partie de la première classe.

Tous les muscles de cette classe se distinguent par des mouvemens qui non seulement ont plus d'énergie, mais encore sont plus rapides, et succèdent instantanément à l'irritation. Les faisceaux primitifs offrent toujours, au microscope, des fibres transversales, serrées les unes contre les autres, parallèles, presque toujours droites et rarement un peu courbées. Les stries sont beaucoup plus difficiles à apercevoir au cœur; cependant elles y existent aussi, suivant la juste remarque de Wagner. Il est rare que les faisceaux primitifs soient onduleux au bord.

Les fibres primitives de ces muscles présentent des renflemens réguliers, d'une teinte un peu plus foncée que celle des étranglemens qui les séparent. Cependant on ne peut pas dire qu'elles consistent en une simple agrégation de globules sans substance intermédiaire, et l'hypothèse qui les représente comme formées par les noyaux des globules du sang est insoutenable, puisque, d'après les observations de Wagner et les miennes, elles diffèrent de ces noyaux par le volume, chez un grand nombre d'animaux. Prevost et Dumas évaluent leur diamètre à $1/8100 = 0,00012$ pouce; je l'ai trouvé de $1/500$ à $1/800$ ligne chez la Grenouille, et de $0,00012$ pouce chez le Perroquet. Suivant Wagner, elles ont une largeur à peu près la même, c'est-à-dire de $1/800$ à $1/2000$ ligne, chez tous les animaux vertébrés et Insectes, chez l'Écrevisse et dans le cœur du Limaçon des vignes. Krause les a trouvées de $1/800$ à $1/1060$ ligne. Les globules du sang du Lapin sont cinq à six fois plus gros que les fibres primitives des muscles de cet animal.

Schwann, qui s'est occupé pendant un hiver entier de recherches anatomiques sur les muscles, m'en a communiqué les résultats, pour les consigner ici. La largeur des faisceaux de premier ordre est de $0,0216$ à $0,0250$ ligne an-

glaise. Pour isoler les fibres primitives, il faut faire macérer les muscles, pendant huit jours à trois semaines, dans de l'eau dont la température ne dépasse point huit degrés Réaumur. A une chaleur plus élevée, tout se transforme en une bouillie dans laquelle on ne reconnaît plus rien. Mais, même à celle d'un à huit degrés, les muscles de tous les animaux ne se comportent pas de la même manière. Tantôt les stries transversales disparaissent avant que les fibres primitives s'isolent: tantôt un muscle se divise dans le sens de sa longueur plutôt que de se séparer en fibres primitives, quoique les rides transversales demeurent perceptibles. Les muscles du Lapin sont ceux qui conviennent le mieux. Les fibres primitives sont des filamens moniliformes. En examinant ces filamens au microscope, on y aperçoit des points obscurs, larges de $0,0006$ à $0,0008$ ligne anglaise, placés régulièrement à la suite les uns des autres, et unis ensemble par des portions de couleur claire et un peu plus minces. La distance entre ces points n'est pas la même partout. On peut la mesurer avec beaucoup de précision, en prenant la longueur d'un lambeau qui contient un certain nombre de points. Ainsi, cinq points pris ensemble au pharynx de l'homme, avaient une étendue de $0,0060$ ligne, ce qui, par conséquent, donne $0,0012$ ligne pour chacun d'eux, avec la petite portion claire qui lui appartient. De cette quantité, il en revient à peu près $0,0008$ à la portion claire, et $0,0004$ à l'obscur. Les observations suivantes démontrent que les stries transversales des faisceaux musculaires proviennent de l'application les uns contre les autres des points obscurs des fibres primitives. 1° Leur distance s'accorde parfaitement avec celle de ces points. Schwann a trouvé, chez le Lapin, que cinq stries transversales d'un faisceau musculaire embrassaient une étendue de $0,0045$: or, celle de cinq points obscurs, mesurés sur une fibre primitive provenant du même faisceau, était de $0,0046$. 2° Il arrive quelquefois qu'à l'extrémité d'un faisceau musculaire

qu'on a fait macérer, les fibres primitives se séparent dans le sens de leur largeur, sans se détacher les unes des autres dans celui de la longueur : on aperçoit alors, sur ces portions étalées, des stries transversales, qui sont aussi distantes que celles du reste du faisceau, mais qui sont formées par des points obscurs faciles à distinguer les uns des autres et dépourvus de toute cohérence ensemble. 3° Enfin, on remarque parfois aussi une séparation des fibres primitives dans le sens de la longueur : alors le muscle semble, au premier aspect, non pas strié en travers, mais ponctué ; toutefois, en y regardant de plus près, et suivant les points obscurs dans la direction des fibres, on s'aperçoit qu'ils se suivent d'une manière régulière ; mais la série est irrégulièrement interrompue dans le sens de la largeur. Ainsi, comme les stries transversales des muscles sont produites par les points obscurs des fibres primitives, il suffit de mesurer la distance de ces stries pour connaître celle des points. Dans un faisceau musculaire de premier ordre, les stries transversales sont toujours parallèles, et par conséquent aussi les points obscurs des fibres primitives se trouvent placés à des distances égales. Au contraire, les stries transversales de deux faisceaux du premier ordre placés l'un à côté de l'autre peuvent être rapprochées dans l'un et éloignées dans l'autre. Cette disposition n'est nulle part plus frappante qu'au pharynx de l'homme. La distance de cinq stries était de 0,0065 à 0,0068 sur un point, et de 0,0053 à 0,0056 sur un autre : sur un troisième, les stries étaient encore plus rapprochées, de manière qu'on ne pouvait plus les compter. Dans un autre cadavre, Schwann a trouvé, au pharynx, la distance de cinq stries = 0,0034 dans un faisceau, et = 0,0080 dans un autre faisceau situé tout à côté. Chez le Lapin, la distance ordinaire, dans les muscles soumis à la volonté, est de 0,0043 à 0,0046.

La répartition des fibres musculaires dont les faisceaux ont des stries transversales, est très-déterminée chez l'homme, et nulle part il n'y a de transitions. On les trouve dans tous

les muscles dépendans du système cérébro-spinal ; parmi les muscles non soumis à la volonté, il n'y a que le cœur qui en présente, encore les stries transversales y sont-elles très-peu prononcées. On ne voit pas de ces fibres au canal intestinal, non plus qu'à la matrice et à la vessie urinaire. Les muscles du pharynx appartiennent à la première classe. Leurs faisceaux ont des stries transversales bien distinctes, et leurs fibres primitives présentent des varicosités. Au contraire, les fibres musculaires de l'œsophage sont dépourvues de renflement variqueux et de stries transversales. La limite est nettement tranchée ; mais elle ne se trouve pas, comme on pourrait le croire, au commencement de l'œsophage ; Schwann a reconnu qu'elle correspond à l'extrémité du premier quart. La partie supérieure du canal est encore pourvue d'une couche de fibres musculaires de la première classe, avec des stries transversales et des varicosités parfaitement apparentes. Ces fibres doivent être considérées comme la continuation de celles du pharynx, qui ont la même structure. Sur la face postérieure de l'œsophage, elles forment des faisceaux grêles, qui descendent d'un côté et remontent en arcade de l'autre côté. De même, au rectum, le système de la première classe et celui de la seconde sont séparés l'un de l'autre par une limite nette, au sphincter de l'anus. La partie membraneuse de l'urètre est revêtue de faisceaux musculaires rougeâtres et délicats, qui, d'après mes remarques, présentent des stries transversales, et appartiennent à la première classe, tandis que les fibres musculaires pâles de la vessie et de son col n'offrent aucune trace de ces stries.

Un des organes contractiles les plus remarquables, dans tout le règne animal, est l'organe palatin des Carpes et autres Cyprins, qui cependant n'est point général dans la famille des Cyprinoïdes, car je ne l'ai pas trouvé chez le *Cyprinus Aspius*. La portion contractile de cet organe est celle qui en garnit la surface : au dessous, il y a du tissu cellulaire.

L'organe reçoit un grand nombre de filets qui lui sont fournis par des branches de la paire vague. E.-H. Weber a découvert son mode spécial de contraction. Lorsqu'on pose le doigt dessus, on sent se développer à l'endroit même une élévation conique, qui persiste au-delà d'une minute. Si on le frotte en long avec un corps pointu, c'est une crête qui se produit. Si l'on fait décrire des lignes parallèles à ce corps pointu, des élévations parallèles se dessinent. Appuie-t-on largement le doigt, l'élévation qui se manifeste est large aussi. En distendant l'organe, j'ai fait naître une élévation et une convulsion dans le sens de la distension. L'acide nitrique, l'acide sulfurique et l'alcool ne m'ont donné aucun résultat; mais l'acide sulfurique a produit de l'effet dans les expériences de Weber. La décharge d'une pile de quarante paires de plaques a occasionné les plus fortes convulsions de l'organe, toujours suivant la direction du courant. Cet organe contractile appartient aussi à la première classe d'organes musculaires. Lorsqu'on l'examine à la surface, on n'y aperçoit ni fibres ni faisceaux; mais si on enlève la membrane muqueuse buccale, et qu'on arrache l'organe, on voit qu'il se déchire avec plus de facilité en certains sens qu'en d'autres, et l'on découvre des faisceaux charnus rouges entrelacés, où le microscope fait apercevoir des stries transversales et des fibres primitives variqueuses. Les faisceaux ont tous la même épaisseur à peu près que les faisceaux primitifs des muscles de l'homme. La plupart d'entre eux marchent d'avant en arrière; mais ils sont coupés en divers sens par des faisceaux obliques. Entre les faisceaux, on trouve un très-grand nombre de gouttes d'huile. Cette disposition anatomique explique parfaitement le mode spécial d'action de l'organe.

Les fibres musculaires variqueuses à stries transversales des faisceaux primitifs ne sont pas bornées aux seuls animaux vertébrés. Il s'en trouve, par exemple chez les Insectes, dans tous les muscles soumis à la volonté. Chaque faisceau primitif

a une gaine très-mince, qu'on parvient souvent à distinguer sous la forme d'un bord transparent.

R. Wagner a recherché les faisceaux musculaires striés chez un grand nombre d'animaux des classes inférieures. Il en a trouvé chez les Insectes, les Crustacés, les Cirripèdes et les Arachnides.

2. *Muscles à fibres primitives non variqueuses et à faisceaux primitifs dépourvus de stries transversales.*

Ces fibres musculaires se rencontrent dans tout le canal intestinal des animaux supérieurs, depuis l'œsophage proprement dit jusqu'à l'anus. Cette particularité est d'autant plus frappante, que les muscles volontaires du pharynx appartiennent à la première classe. D'après les observations de Schwann, la largeur des fibres primitives était de 0,0007, 0,0011, 0,0013 ligne anglaise, dans le gros intestin de l'homme. R. Wagner n'a point trouvé de stries transversales aux faisceaux du gésier des Oiseaux, quoique cette chair musculaire soit rouge. Il n'y en a pas non plus aux fibres de la matrice humaine, de la matrice remplie du produit de la gestation chez la Lapine, ni de la vessie urinaire. Schwann n'a pu isoler aucune fibre de l'iris de l'homme ni du Lapin; cependant cette membrane lui a montré, comme aussi à Lauth (1), une structure manifestement fibreuse; les fibres étaient concentriques au voisinage du rebord pupillaire, et rayonnantes à la périphérie. Les fibres circulaires de l'iris du Bœuf se composent, d'après Lauth, de fibres musculaires primitives réunies en faisceaux entrelacés les uns avec les autres. Lauth n'a distingué que des fibres longitudinales, et il n'en a point aperçu de transversales. Schwann est parvenu à isoler les fibres de l'iris du Cochon, sans recourir à la macération, en les écartant les unes des autres; elles sont très-

(1) *L'Institut*, n° 57, 70, 73.

fines, larges de 0,0002 à 0,0003 ligne anglaise, parfaitement cylindriques, et non moniliformes. Parmi les animaux sans vertèbres, tous les Mollusques que R. Wagner a examinés (Céphalopodes, Gastéropodes, Acéphales, Ascidies) et les Echinodermes, lui ont offert des fibres sans stries transversales.

C. *Propriétés vitales des muscles.*

Les propriétés vitales qu'on découvre dans les muscles, sont, indépendamment de celles qui appartiennent à toutes les parties animales, la sensibilité et la contractilité. La première n'appartient pas aux muscles eux-mêmes, mais seulement aux fibres nerveuses sensitives qui s'y répandent; la seconde est l'énergie essentielle du muscle, celle qu'il manifeste après tout mode quelconque d'irritation, tandis que d'autres organes, lorsqu'ils viennent à recevoir la même irritation, déploient d'autres énergies, par exemple, des sensations, des sécrétions, etc.

La sensibilité des muscles pour les impressions du dehors est assez faible, comme on le voit, quand ils viennent à être atteints de plaies faites par des instrumens piquans ou tranchans. Une épingle qui a traversé la peau peut être enfoncée profondément dans un muscle sans causer de douleur; le cœur lui-même, mis à découvert, ne témoigne qu'un faible degré de sensibilité. Cependant les muscles ont un sentiment très-délicat pour leurs états, ou plutôt leurs nerfs conduisent parfaitement les états dans lesquels ils sont mis par la contraction; car, par-là, non seulement nous sentons la fatigue et le spasme de nos muscles, mais encore la contraction de ces organes, dans nos mouvemens tactiles, nous procure un sentiment très-net de la disposition des corps dans l'espace, dont nous calculons et comparons aussi la pesanteur et la résistance d'après la force de la contraction que nous sommes obligés d'exécuter. Le sentiment des muscles ne saurait dépendre

des mêmes fibres nerveuses que celles qui déterminent leur mouvement. Lorsque l'on coupe les racines postérieures des nerfs d'une des pattes postérieures d'une Grenouille, sans toucher aux antérieures, l'animal perd toute sensibilité, non seulement à la peau, mais encore dans les muscles de la patte, tandis qu'il conserve intégralement le pouvoir de faire exécuter des mouvemens volontaires à ces muscles. On peut lui enlever des portions entières de la patte, sans que cette lésion le sollicite à se mouvoir. Si l'on coupe à une Grenouille les racines postérieures du côté droit, et les antérieures du côté gauche, la jambe droite perd le sentiment et conserve le mouvement, tandis que la gauche conserve le sentiment et perd le mouvement: l'animal ressent dans la patte gauche des douleurs qui le déterminent à sauter, ce qu'il ne peut faire qu'avec la patte droite et en traînant l'autre.

Les muscles se meuvent dès qu'eux-mêmes ou leurs nerfs moteurs viennent à être irrités d'une manière quelconque. Tous les irritans produisent le même effet, qu'ils soient mécaniques ou chimiques, froid, chaleur ou électricité. Mais tous aussi déterminent les muscles à se mouvoir lorsqu'ils agissent sur leurs nerfs. Les acides donnent plus facilement lieu à ce résultat quand on les met en contact avec le muscle, que quand on les fait agir sur les nerfs: cependant on l'observe même assez souvent dans ce dernier cas, comme l'ont éprouvé Bischoff et Windischmann. La propriété qu'ont les muscles de se contracter sous l'influence de tous les irritans a été étudiée d'une manière spéciale par Haller, qui lui a imposé le nom d'irritabilité, par opposition à l'excitabilité spécifique des nerfs, à laquelle on donne celui de sensibilité. Toutefois, tant d'hypothèses et d'erreurs se sont rattachées au mot irritabilité, pris en ce sens, qu'il vaut mieux le laisser figurer dans l'histoire de la médecine que dans la physiologie elle-même.

La contractilité que les muscles déploient, quand eux ou