

Des tissus contractiles et de la contractilité : thèse soutenue à la Faculté de médecine / par le docteur Fano.

Contributors

Fano, Salvador, 1824-1895.
Royal College of Surgeons of England

Publication/Creation

Paris : Impr. de L. Martinet, 1853.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/xbpys8t3>

Provider

Royal College of Surgeons

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>

8

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

Thèse de CONCOURS POUR L'AGRÉGATION
(SECTION D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE).

DES
TISSUS CONTRACTILES
ET DE LA CONTRACTILITÉ.

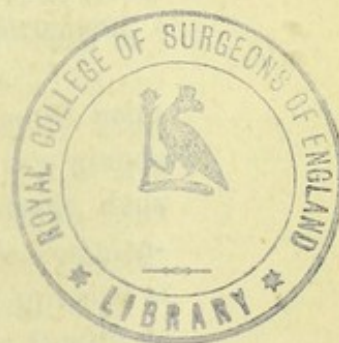
THÈSE *de Concours*

SOUTENUE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE.

PAR

Le Docteur FANO, *(Dr)*

Prosecteur de la Faculté de médecine de Paris,
Lauréat de l'École pratique (premier prix, 1846), ex-interne et Lauréat
des hôpitaux, Membre de la Société anatomique.



PARIS,
IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
RUE MIGNON, 2.
1853.

CONCOURS POUR L'AGGREGATION

(SECTION D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE)

Juges du Concours.

	MM. BÉRARD	}	professeurs.
	BOUCHARDAT		
	DENONVILLIERS		
	GAVARRET		
	MALGAIGNE		
	WURTZ		
	MOQUIN-TANDON		
Suppléants {	REQUIN		
	BÉCLARD	}	agregés.
	FAVRE		
Suppléant	DUMÉRIL fils		
	AMETTE		secrétaire.

Candidats.

Anatomie et physiologie.

MM. DUPRÉ
FANO
SEGOND
VERNEUIL.

Chimie.

MM. FIGUIER
LECONTE
ORFILA.

PARIS.

IMPRIMERIE DE A. MARTINET

RUE MEDICINE 2

1853

DES

TISSUS CONTRACTILES

ET DE LA CONTRACTILITÉ.

On appelle *tissus contractiles* les tissus vivants susceptibles de se raccourcir et de s'allonger sous l'influence d'un stimulus dont la nature varie. La *contractilité* est la propriété en vertu de laquelle ces phénomènes peuvent se produire.

La contractilité a été désignée par Haller sous le nom d'*irritabilité*. « J'appelle partie irritable du corps humain, dit-il, celle qui devient plus courte, quand quelque corps étranger la touche un peu fortement. » (*Mém. sur les part. irrit. et sens.*)

Bichat envisage la contractilité sous un autre point de vue, ou plutôt, il donne à ce mot une très grande extension. Il distingue, dans tout organe vivant, deux sortes de propriétés. Les unes tiennent à la vie, commencent et finissent avec elle, en forment le principe et l'essence ; ce sont, la faculté de *sentir* et la faculté de se *contracter* spontanément. Les autres dépendent de

l'organisation, de la texture des parties; ce sont l'extensibilité et la faculté de *se resserrer* lorsque l'extension cesse. Il y a deux espèces de contractilité (*animale* et *organique*), suivant qu'on les examine dans l'une ou l'autre des deux grandes divisions de la vie, admises par l'auteur des *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*.

La *contractilité animale* est essentiellement soumise à l'influence de la volonté; elle a son principe dans le cerveau, reçoit de lui les irritations qui la mettent en jeu, cesse lorsque les organes ne communiquent plus avec le cerveau par les nerfs, et elle a exclusivement son siège dans les muscles volontaires.

La *contractilité organique*, indépendante d'un centre commun, trouve son principe dans l'organe même qui se meut, elle est en dehors de la volonté.

Pour Bichat, les deux espèces de contractilité sont liées aux deux espèces de sensibilité qu'il admet; chaque contractilité est mise en jeu par la sensibilité correspondante. Mais l'enchaînement est différent: la sensibilité animale peut s'exercer sans être nécessairement suivie de la contractilité animale; la sensibilité organique donne lieu inévitablement à la mise en jeu de la contractilité organique. Au moyen de cette analyse, Bichat croit isoler deux phénomènes qui ont été compris sous le nom d'*irritabilité*, la sensation excitée sur l'organe par le contact d'un corps et la contraction de l'organe réagissant sur ce corps.

La doctrine de Bichat ne s'arrête pas à cette distinction de la contractilité en animale et en organique. Il subdivise cette dernière en *contractilité organique sen-*

sible, celle qui se manifeste d'une manière apparente ; et en *contractilité insensible*, celle qui ne peut être reconnue par l'inspection directe. Quand on demande à Bichat ce qu'il entend par une contractilité qu'on ne peut voir, il répond que c'est en vertu de cette espèce de contractilité que les conduits excréteurs réagissent sur leurs fluides respectifs, les organes sécrétoires sur le sang qui y aborde, les parties où s'opère la nutrition sur leurs sucs nourriciers ; en un mot, il crée une propriété dont l'existence ne repose sur aucune donnée certaine.

Bichat admet encore une autre espèce de contractilité, c'est la *contractilité de tissu*, qui est indépendante de la vie et qui résulte de la cessation de l'*extensibilité de tissu*, autre propriété qui consiste dans la faculté de s'allonger, de se distendre au delà de l'état ordinaire par une impulsion étrangère.

Pour faire comprendre le caractère propre à chaque espèce de contractilité, Bichat prend pour exemple un des muscles volontaires et trouve réunies, dans cet organe, les diverses espèces de contractilité qu'il a admises. Lorsque le muscle se contracte sous l'influence de la volonté, c'est par le fait de la *contractilité animale* ; lorsque c'est par suite de l'excitation d'un agent chimique ou physique appliqué sur lui, c'est en vertu de la *contractilité organique sensible* ; lorsque c'est par l'abord des fluides qui en pénètrent toutes les parties pour y porter la matière de la nutrition, c'est en raison de la *contractilité organique insensible*. Vient-on enfin à déterminer la rétraction des bouts divisés d'un muscle par la section transversale de son corps, c'est la *contrac-*

tilité de tissu ou par défaut d'extension qui est mise en jeu.

Que la contractilité dite *animale* présente quelques différences avec la contractilité dite *organique*, au point de vue de quelques uns de ses rapports avec le système nerveux, cela est incontestable; mais y a-t-il une différence assez grande dans les phénomènes de cette contractilité pour en faire, avec Bichat, une espèce différente? Assurément non. Le même muscle, qui se contracte sous l'influence de la volonté, se contracte également par l'excitation d'un agent physique ou chimique.

Ce que Bichat appelle phénomènes de la contractilité organique insensible est ce que nous appelons aujourd'hui phénomènes nutritifs. Moins hardis que Bichat, nous avouons que nous ne connaissons pas le mécanisme de ces fonctions, au lieu de créer une propriété spéciale.

Quant à la *contractilité de tissu* ou par défaut d'extension, on admet, pour les muscles, une autre propriété qui a pris sa place dans la physiologie sous le nom de *tonicité*. Dans d'autres organes de l'économie, auxquels Bichat attribue la contractilité de tissu, on reconnaît l'existence d'un tissu élastique qui rend compte des prétendus phénomènes de contractilité.

La contractilité peut, en effet, être confondue, après un examen superficiel, avec une autre propriété qui appartient aussi bien aux corps vivants qu'aux corps privés de vie : l'élasticité. Cette dernière est aussi caractérisée par un allongement et un raccourcissement alternatifs du tissu qui en est le siège; mais elle diffère de la contrac-

tilité non seulement en ce qu'elle persiste longtemps après la mort et tant que les tissus eux-mêmes n'ont pas subi d'altération, mais encore parce qu'elle ne se réveille pas sous l'influence d'un stimulant.

Pour arriver à reconnaître quels sont, dans les animaux et notamment chez l'homme, les tissus qui ont la contractilité en partage, il faut les soumettre à l'action de stimulants variés, et rechercher si alors ils se raccourcissent et s'allongent. Or, l'observation démontre que, sous cette influence, divers tissus s'allongent et se raccourcissent, en effet, de la manière la plus manifeste; tandis que, pour quelques autres, ces phénomènes demeurent encore problématiques. En conséquence, nous diviserons ces tissus en deux groupes : dans le premier, figureront ceux dont la contractilité est aujourd'hui reconnue par tous les physiologistes; dans le second, ceux dont la contractilité est douteuse.

TISSU MUSCULAIRE.

Le tissu musculaire se distingue des autres tissus de l'économie animale par un aspect, une composition chimique et une texture qui lui sont propres.

Ce n'est pas tant la *contractilité* dont il jouit qui pourrait servir à le caractériser, que les conditions spéciales présidant à la manifestation de cette propriété, conditions que nous ferons connaître plus tard. La contractilité n'est pas exclusive à la fibre musculaire ; une certaine variété de tissu cellulaire se contracte aussi sous l'influence d'excitants déterminés, et des expériences récentes tendent à établir, sous ce rapport, une conformité de propriétés entre l'un et l'autre tissu.

Au point de vue chimique, il est généralement reconnu que les muscles ne donnent pas de colle (*gélatine*) comme le tissu cellulaire contractile, lorsqu'on les soumet à l'ébullition dans l'eau ; que leur solution dans l'acide acétique est précipitée par le cyanure ferricopotassique, ce qui n'a pas lieu pour le tissu cellulaire contractile.

Quant aux caractères physiques, s'il est facile, tout d'abord, d'établir une distinction entre les autres tissus de l'économie et le tissu musculaire pris dans certains points, la différence est moins nette lorsqu'il s'agit du même tissu dans certains organes de la vie intérieure.

Mais il reste un dernier moyen propre à reconnaître le tissu musculaire partout où l'on en soupçonne la présence ; c'est l'investigation microscopique.

Le tissu musculaire, réduit aux derniers éléments, offre des caractères propres, qui varient eux-mêmes suivant qu'on examine les muscles dans les organes extérieurs ou intérieurs. Dans les premiers, les éléments propres au muscle sont coupés, de distance en distance et dans le sens transversal, par des stries ; dans les seconds, les faisceaux n'offrent aucune apparence de ces stries transverses. On peut donc distinguer deux espèces de faisceaux musculaires : les *striés* et les *non striés*.

§ I. *Tissu musculaire à faisceaux primitifs pourvus de stries transversales.*

On rencontre cette variété du tissu musculaire dans tous les muscles qui partent du squelette, dans les muscles de l'œil, de l'oreille interne, de l'os hyoïde, de la langue, du voile du palais et du larynx, dans les constricteurs du pharynx, le peaucier chez l'homme, les sphincters externes et les muscles du périnée. A l'œsophage, ces mêmes faisceaux couvrent, suivant Schwann et Skey, le premier tiers de ce conduit jusqu'au point où il entre dans la poitrine. Ficinus et Valentin admettent, au contraire, que ces fibres s'étendent dans l'œsophage jusqu'au niveau du cardia. La partie inférieure du rectum est pourvue de faisceaux musculaires striés ; le cœur est composé en totalité de ces sortes de fibres, excepté au niveau des valvules sigmoïdes de l'aorte et de l'artère pulmonaire où M. Monneret a reconnu la présence de fibres analogues à celles qu'on observe dans les muscles intérieurs. Les faisceaux primitifs striés se

rencontrent encore, d'après Treviranus et Valentin, dans les gros troncs veineux qui aboutissent au cœur, dans les cœurs lymphatiques des reptiles.

Les faisceaux primitifs striés ont été étudiés par un grand nombre d'auteurs. Presque tous ceux qui se sont occupés de cette question ont aperçu les lignes transversales qui existent à leur surface, mais tous n'y ont pas attaché la même interprétation. Il en est de même pour la structure des fibres élémentaires dont chaque faisceau est composé. Pour faire ressortir la divergence d'opinions qui a régné sur ce point de la science, il nous suffira d'en présenter une analyse succincte.

La découverte des stries transversales des muscles paraît devoir être rapportée à Malpighi. D'après le témoignage de Muys, c'est Hook qui a aperçu le premier les fibres musculaires les plus petites, qu'il a crues constituées par des globules.

Leeuwenhoek admet que les muscles sont composés de fibres (*fila*, *fibræ*, *striæ carnosæ*), sur lesquelles on voit des étranglements circulaires. Pour cet observateur, la largeur d'une de ces fibres est le quart d'un cheveu de la tête, ou le neuvième d'un cheveu de la barbe; chacune des fibres résulte d'une à deux centaines de fibres élémentaires (*filamenta seu fila parva*).

De Heyde considère les muscles comme formés de faisceaux qu'il appelle *fibræ*, de l'épaisseur d'un cheveu, et qui contiennent treize fibres (*fibrillæ*). Il voit quelquefois ces dernières composées de petits *sachets*.

Muys admet, dans les muscles, des *fibrillæ* contenant dix-huit *fila*; elles sont quatre fois plus petites qu'un

globule du sang, et dix-huit fois moindres qu'un cheveu.

Prochaska désigne les fibres les plus petites des muscles sous le nom de *fila*. Ces fibres sont parallèles les unes aux autres, et continues depuis le commencement du muscle jusqu'à son insertion. Prochaska a vu des stries transversales luisantes, lorsque le muscle n'avait encore subi aucune macération; il attribuait ces stries aux impressions faites par les vaisseaux, nerfs, etc., à la surface des muscles.

Fontana a saisi avec une grande sagacité quelques-unes des particularités qui se rapportent à la structure des muscles. Il a pu arriver à résoudre ces organes en fils très fins, indivisibles, qu'il a appelés *fils charnus primitifs*. La réunion d'un grand nombre de ces fils, quelques centaines environ, forme un *faisceau charnu primitif*. L'assemblage d'un plus ou moins grand nombre de faisceaux constitue le muscle. Fontana a très bien figuré les stries transversales qu'il décrit sous le nom de *taches blanches*, en les considérant comme dues à ce qu'il appelle les petits signes ou *diaphragmes*.

Quant à Mascagni, il crut que les muscles, comme tous les autres tissus de l'économie, étaient composés de vaisseaux absorbants.

Les fibres élémentaires, pour Bauer et Home, sont formées de globules ayant la grandeur des *noyaux* des globules du sang, c'est-à-dire ayant les deux tiers du diamètre de ces mêmes globules. Les globules des fibres élémentaires forment une série non interrompue, et

sont séparés les uns des autres par une masse intermédiaire d'une consistance muqueuse.

L'opinion de M. Milne Edwards sur les fibres musculaires se rapproche de la précédente. Prévost et Dumas, qui ne s'en sont guère éloignés, paraissent attribuer les lignes transversales des faisceaux musculaires à la gaine membraneuse dont ceux-ci sont revêtus. Plus tard, Prévost, en étudiant les muscles de la grenouille, a reconnu qu'ils sont composés de fibres entourées d'anneaux. Lorsque la fibre se fend longitudinalement, on aperçoit, à travers la fente, des fibrilles longitudinales. Prévost croit aussi avoir observé des filets nerveux qui se jettent dans les anneaux disposés autour des fibres.

Dutrochet admet dans le muscle des fibrilles transparentes disposées longitudinalement, et, entre ces fibrilles, des globules.

Pour Raspail, la substance musculaire se compose d'un faisceau de cylindres agglutinés les uns aux autres et disposés en spirales très lâches autour de l'axe idéal du faisceau. Chaque cylindre est formé d'une substance dans laquelle on aperçoit des globules isolés. Les lignes horizontales des faisceaux striés ne sont que le relief d'une spire enroulée autour des faisceaux des fibres primitives et appliquée contre la membrane des faisceaux, comme un élastique de bretelles.

Les fibres musculaires sont considérées par Strauss-Dürkheim comme étant très distinctement articulées : les articles seraient formés de petites plaques superposées.

Suivant Turpin, il existe, dans la fibre musculaire de

la grenouille, deux éléments : des filaments parallèles très ténus, irrégulièrement noduleux, qui simulent un écheveau de fil ; un tube ou boyau membraneux, très mince, transparent, plissé en travers. Il compare ces plis à ceux qui existent à la surface de la peau des sangsues contractées. Les plis transversaux du boyau ou de la gaine disparaissent par le séjour dans l'eau ; les filaments se dissolvent en granules.

Krause appelle les derniers éléments du muscle *fibrillæ musculares*, et les regarde comme formés d'une série de globules très serrés, unis par un liquide visqueux. C'est en se réunissant au nombre de plusieurs centaines que ces *fibrillæ musculares* donnent naissance aux fibres musculaires proprement dites. Les stries transversales qui existent à la surface des fibres sont des plis de l'enveloppe.

Les stries transversales des faisceaux primitifs sont regardées par R. Wagner comme des rides superficielles et non comme des cloisons. Cet observateur a trouvé des faisceaux primitifs d'un diamètre différent chez les divers animaux, tandis que les fibres primitives de ces faisceaux lui ont toujours présenté un diamètre uniforme.

Skey considère le faisceau primitif comme un tube autour duquel les fibres longitudinales sont disposées en faisceaux de huit à dix filaments : les fibres longitudinales sont maintenues par des filaments annulaires.

Pour M. Mandl, il y a deux grandes classes de muscles : la première est celle des muscles *striés* qui se trouvent continuellement en rapport avec les fluides alcalins de l'organisme ; la seconde est celle des muscles

lisses qui sont en contact avec les liquides acides du corps.

Les muscles à stries transversales sont formés de parties cylindriques traversées par des lignes noires séparées elles-mêmes les unes des autres par des lignes blanches. La largeur de ces dernières est deux fois plus grande que celle des premières. Par la compression, on voit apparaître, le long du cylindre, des lignes noires *parallèles*. La compression fait disparaître les lignes *transversales*, mais les lignes noires parallèles subsistent; ces dernières sont les bords des fibres très minces contenues dans le cylindre, c'est-à-dire les fibres élémentaires du faisceau primitif. En soumettant les muscles à l'action continue des acides, les stries transversales disparaissent également; il en est de même par leur séjour dans l'alcool, les alcalis, etc.

L'examen des diverses parties d'un muscle permet de reconnaître que le faisceau est muni en partie de stries transversales, qu'il en est en partie dépourvu. A côté des fibres élémentaires qui occupent cette dernière portion du faisceau, existe un filament très long, différemment plié et entortillé. C'est ce filament que M. Mandl considère comme étant tordu en spirale autour du faisceau élémentaire. Dans le point où les bords du filament se touchent, apparaissent les lignes noires; les intervalles entre ces dernières ou les lignes blanches sont le filament même. Ce filament est de nature cellulaire; cette opinion est fondée sur ce que la largeur des lignes blanches est la même que celle des filaments du tissu cellulaire que l'on trouve à côté du faisceau du muscle; sur ce que la dessiccation qui

fait entièrement disparaître les fibres élémentaires du tissu cellulaire, efface les stries transversales des faisceaux musculaires ; sur ce qu'enfin les réactifs chimiques produisent le même effet.

Bowman résume ainsi les résultats de ses recherches sur la structure des muscles :

Les faisceaux primitifs des muscles volontaires consistent en masses polygonales allongées, composées de particules primitives ou éléments charnus arrangés et unis ensemble bout à bout et côte à côte, de manière à constituer, dans ces directions respectives, des *fibrilles* et des *disques* qui peuvent, dans certains cas, être détachés chacun séparément, et qui existent toujours ensemble dans l'organe qui n'a pas été mutilé. Les stries longitudinales noires sont des ombres entre les fibrilles ; les stries transversales noires sont des ombres entre les disques.

Chaque faisceau primitif est revêtu par une membrane très délicate, transparente et probablement élastique. Bowman désigne cette gaine sous le nom de *sarcolemmes*. La gaine est adhérente à la surface du faisceau et l'isole des parties environnantes.

Tout faisceau primitif contient, dans ses particules primitives et entre elles, nombre de corpuscules qui sont analogues aux noyaux des cellules originelles de développement ; pendant le développement le nombre des corpuscules augmente.

J. Müller reconnaît, dans les fibres primitives des muscles à faisceaux striés, des renflements réguliers qui leur donnent l'apparence de chapelets ; ces renflements sont séparés par des étranglements très étroits. Müller rejette formellement l'opinion qui considère ce

fibres comme étant formées par les noyaux des globules du sang.

D'après Schwann, les fibres primitives sont des filaments moniliformes. Ces filaments présentent des points obscurs placés à la suite les uns des autres, et unis ensemble par des portions de couleur claire et un peu plus minces. Les stries transversales des faisceaux musculaires résultent de l'application des points obscurs des fibres primitives les uns contre les autres.

Après avoir discuté avec grand soin les diverses apparences offertes par les muscles striés, Henle adopte l'opinion suivante : « Ce qui semble le plus vraisemblable, dit-il, c'est que les fibres primitives, quoique formées peut-être aussi de fibres longitudinales dans l'intérieur, sont cependant entourées extérieurement de larges rubans annulaires ou en spirale, dont la disposition est telle qu'en général les tours du ruban se touchent exactement et ne laissent aucun intervalle entre eux. » Toutefois, cette manière d'envisager les choses est peut-être une illusion d'optique, et il n'est pas éloigné d'admettre que les fibres primitives sont seulement frisées à un point extrême dans ces faisceaux.

M. Lebert désigne sous le nom de *cylindres primitifs* toute portion de tissu musculaire nettement délimitée dans toute sa circonférence, et qui, au microscope, se traduit par deux contours longitudinaux plus nettement tranchés que les fibres longitudinales de l'intérieur. Il a vu souvent ces cylindres primitifs groupés au nombre de quatre ou de cinq en un cylindre secondaire muni lui-même de plis transversaux communs, surajoutés aux plis transversaux propres à chaque cylindre intérieur.

Le même auteur attribue à chaque cylindre primitif

une surface rarement lisse, mais ordinairement munie de stries transversales et de plus un contenu.

Les stries transversales sont des plis arrondis qui entourent le cylindre sans communiquer les uns avec les autres, comme les tours d'une spirale. Ces plis ne traversent pas le cylindre dans toute l'épaisseur, et conséquemment ne le transforment pas en une pile de disques.

Quant au contenu du cylindre lui-même, il est formé de fibres primitives, d'une substance intermédiaire unissante et de granules moléculaires fibrillaires et interfibrillaires.

Les fibres primitives sont très fines, lisses ou alternativement opaques et transparentes. Les granules, qui contiennent ces fibres, présentent encore quelquefois de la transparence dans leur centre à un fort grossissement.

Après avoir exposé les diverses opinions relatives à la structure des faisceaux primitifs des muscles striés, nous croyons devoir faire une description générale de ces parties, en insistant sur quelques points restés en litige.

Et d'abord, il importe de bien s'entendre sur la véritable acception de ces mots *faisceau primitif*. On comprend sous cette dénomination les derniers filaments en lesquels se divisent les muscles, soit par la coction dans l'eau, soit par la macération. Les faisceaux primitifs sont donc des éléments anatomiques et microscopiques parfaitement définis. On appelle *faisceaux secondaires*, des fibres musculaires composées d'un certain nombre de faisceaux primitifs. Les faisceaux

secondaires se réunissent à leur tour pour former des faisceaux tertiaires, etc.

La *longueur* des faisceaux primitifs est celle du muscle lui-même. Kölliker affirme n'en avoir jamais vu s'arrêter dans l'épaisseur d'un muscle.

Dans les petits muscles de la grenouille, en particulier, on peut suivre manifestement les fibres musculaires depuis l'origine jusqu'à la terminaison du muscle.

Le *diamètre* des faisceaux primitifs varie beaucoup non seulement dans les différentes classes d'animaux, mais encore dans les divers muscles du même animal, et souvent dans les différents points d'un même muscle.

Bowman a donné une table des mesures des faisceaux primitifs des muscles de l'homme, de ceux des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des poissons, etc. Il est facile de reconnaître, d'après ce tableau, que le diamètre moyen d'un faisceau primitif, chez la femme, est moindre de plus d'un quart que chez l'homme; la moyenne des deux l'emporte sur le diamètre moyen des mêmes parties chez les autres mammifères.

Dans les poissons, les faisceaux primitifs ont un diamètre quatre fois plus considérable que dans les oiseaux qui offrent les plus petits faisceaux primitifs.

Chez l'homme et les principaux mammifères, la *largeur* des faisceaux primitifs varie entre 0,005 et 0,006 de ligne. Il y en a qui présentent 0,176 de ligne, anglaise, et d'autres qui n'ont que 0,002 de ligne de diamètre.

La *forme* des faisceaux primitifs est polygonale ou cylindrique pour les plus petits; elle est plate dans les

plus gros. Cette dernière disposition n'est jamais aussi prononcée que dans les muscles lisses.

Le faisceau primitif est entouré d'une *gaine amorphe*, faiblement granulée, sur laquelle l'acide acétique n'a aucune action. A la surface des faisceaux primitifs se voient des noyaux; ils sont larges, ovales ou étirés en stries plus ou moins longues, étroites, pointues aux extrémités, et courbées en demi-cercle ou flexueuses. Leur direction est parallèle à l'axe longitudinal du faisceau, parfois elle est oblique ou transverse. Henle admet que ces noyaux appartiennent à la gaine du faisceau primitif. Cette opinion nous semble en harmonie avec ce fait que l'on n'aperçoit rien de semblable aux noyaux dans la profondeur du faisceau.

M. le professeur Denonvilliers envisage la gaine ou la membrane d'enveloppe des faisceaux primitifs comme représentant les premiers rudiments du tissu cellulaire unissant des muscles; au point de vue histologique, cet anatomiste la considère comme un cystoblastème avec commencement de formation de fibres ou seulement de cellules. Il trouve une confirmation de cette idée dans un fait que les recherches de Bowman ont mis en saillie, à savoir la continuité de la fibre tendineuse, qui n'est qu'une variété de tissu cellulaire, avec la gaine des faisceaux primitifs.

Les faisceaux charnus primitifs restent-ils *indépendants* les uns des autres dans toute leur longueur, ou bien s'anastomosent-ils entre eux? Cette question a été reprise, dans ces derniers temps, par Kölliker. Ce micrographe a trouvé des faisceaux primitifs anastomosés dans le cœur de la grenouille. Leydig et Hessling ont

fait des observations semblables chez les invertébrés. Frey et Leuckart sont arrivés au même résultat. Enfin les recherches les plus récentes de Kölliker et de Corti ont révélé des anastomoses de faisceaux primitifs dans le cœur de presque tous les vertébrés (chez l'homme, le chien, le lapin, le veau, le chat, la grenouille, etc.). On n'a rien trouvé de semblable dans le larynx, l'œsophage, le pharynx et la langue du lapin.

Kölliker n'a jamais pu observer d'anastomoses du même genre dans les muscles du tronc et des extrémités. Il en a aperçu, au contraire, dans les muscles de la queue du têtard de grenouille.

Les faisceaux musculaires, dont nous venons d'esquisser quelques uns des principaux caractères, présentent constamment des *stries*, espèces de lignes qui coupent chaque faisceau en deux sens, *transversalement* et *longitudinalement*. Henle admet que la striation des faisceaux offre plusieurs variétés : ainsi, tantôt les faisceaux sont séparés par des traits simples et droits, parallèles et dirigés en long, ces traits indiquent les limites des fibres primitives des muscles de la vie animale ; tantôt la striation longitudinale prédomine encore, mais les stries, au lieu d'être de simples lignes, sont composées de petits points obscurs, disposés en séries, et serrés les uns contre les autres. Que ces points augmentent de largeur, et la striation transversale sera prédominante. Ailleurs, on trouve un arrangement de points tel qu'on peut suivre à volonté ou la direction longitudinale ou la direction transversale.

Quoi qu'il en soit de ces variétés que présente la striation, il n'en reste pas moins démontré que les faisceaux

des muscles striés présentent deux ordres de lignes, les unes longitudinales, les autres transversales.

Les stries longitudinales indiquent les points de séparation des fibres primitives du faisceau. Le faisceau est donc un assemblage de fibres, (fila, fibrillæ musculares, fils charnus primitifs) qui ont environ $0^{\text{mm}},001$ à $0^{\text{mm}},0015$ de diamètre.

En recherchant la structure de ce dernier élément des muscles, on trouve de grandes divergences d'opinions :

Nous avons vu De Heyde, Bauer et Home, Milne Edwards, Prevost et Dumas, Raspail, Schwann, Müller, etc., admettre, avec des nuances plus ou moins prononcées, que les fibres sont variqueuses. Pour Krause, les fibres primitives sont composées chacune d'une série de globules sphériques, serrés les uns contre les autres, d'un diamètre de $0,0006$ à $0,0009$ de ligne; ces globules sont unis ensemble par un liquide clair et visqueux. Plus tard, Krause revenant sur cette opinion, admet que les fibres primitives sont droites et lisses, et que l'apparence noueuse est due à un commencement de putréfaction.

Lauth et Jordan se sont prononcés pour la nature globuleuse des fibres primitives. Il en est de même de Schwann, de Bruns et de Mayer. Lebert admet que les fibres primitives sont composées de granules.

Valentin et Treviranus considèrent les fibres primitives comme rectilignes et homogènes; telle est aussi l'opinion de Ficinus.

Will et Günther soutiennent que l'aspect moniliforme des fibres primitives n'est qu'une apparence

tenant à ce que les fibres extraites de la gaine du faisceau présentent des ondulations très fines qui, au microscope, donnent lieu à une illusion d'optique et font croire à l'existence alternative de renflements et de dépressions.

La fibre musculaire, dit M. J. Béclard, est, comme la fibre cellulaire, une fibre hyaline, pleine, sans structure et *rectiligne*.

En présence d'une telle divergence d'opinions sur un point si délicat d'anatomie de texture, il nous semble rationnel de suspendre tout jugement définitif, jusqu'à ce que de nouvelles recherches aient fourni la solution du problème.

De grandes difficultés se présentent aussi relativement à l'interprétation à donner des stries transversales. Schwann, Gerber, Valentin, les attribuent aux varicosités des fibres primitives rangées les unes à côté des autres. Wagner, Treviranus, Berres, Prévost, Turpin, Lebert les font dépendre de la gaine qui enveloppe le faisceau primitif. Pour démontrer que les stries transversales ne sont pas simplement le résultat de la juxta-position des points opaques des fibres longitudinales, on peut, suivant le conseil de Lebert, traiter les faisceaux primitifs des muscles des insectes par un mélange d'une solution faible de potasse et de chlorure de sodium. On parvient ainsi à dissoudre séparément les stries transversales de la surface, tandis que l'intérieur des faisceaux ne subit aucune altération. Raspail et Mandl croient qu'elles sont dues à une sorte de fibre enroulée en forme de spire autour du faisceau. Bowman qui admet, ainsi que nous l'avons

vu, que le muscle se compose de particules primitives représentant des *filaments*, quand on considère leurs unions longitudinales, et des *disques* lorsqu'on a égard à leurs unions latérales, Bowman considère les stries transversales comme des ombres entre les disques. D'autres micrographes rapportent les stries aux ondulations très fines des fibres primitives, ondulations qu'ils regardent comme des traces de la contraction musculaire. On explique l'apparence de stries par ce fait que la partie saillante de l'ondulation n'étant pas située sur le même plan d'observation que la partie rentrante, la première paraît claire au microscope, et la seconde foncée. Dans cette hypothèse, il reste une difficulté à résoudre : on peut, en effet, se demander comment des inflexions, appartenant à un si grand nombre d'éléments divers, apparaissent, à travers la gaine qui les contient, suivant des lignes horizontales symétriques. Puisque, dans un faisceau primitif, toutes les fibres sont accolées les unes aux autres, il est donc possible d'admettre que les ondulations, qui ne sont que les vestiges persistants de la contraction musculaire, sont disposées au même niveau sur toutes les fibres d'un même faisceau primitif (J. Béclard). Il y a des faits qui semblent donner gain de cause à cette manière d'envisager les stries transversales des muscles. S'il est vrai que ces stries sont produites par les inflexions des fibres primitives, dues aux contractions de ces dernières pendant la vie, il est rationnel d'admettre que les stries doivent disparaître dans les muscles paralysés depuis longtemps, comme elles doivent s'effacer chez les individus épuisés par des affections chroniques et chez lesquels

le système musculaire est resté dans l'inactivité pendant longtemps : or l'examen de la fibre musculaire qui se trouve dans ces conditions a réalisé ces prévisions.

Il nous reste encore à soulever une dernière question relativement aux faisceaux primitifs des muscles striés. Existe-t-il, au centre même de ces faisceaux, ainsi que l'ont prétendu Jacquemin, Skey, Valentin, un espace creux ou une sorte de canal rempli d'une substance gélatiniforme ? Henle n'a pu constater l'existence de ce canal central que chez l'embryon, dans des faisceaux musculaires qui n'étaient pas encore parvenus à maturité. Lebert avoue qu'il n'a pas encore d'idée arrêtée sur le canal central du cylindre musculaire que l'on observe chez quelques animaux inférieurs.

§ II. *Tissu musculaire à faisceaux primitifs dépourvus de stries transversales.*

Cette seconde variété de tissu musculaire se rencontre spécialement dans les organes de la vie végétative. Toutefois, des recherches récentes de Kölliker tendent à établir qu'elle se retrouve dans quelques organes de la vie de relation.

Comme pour la première variété de tissu musculaire, il existe quelque divergence d'opinions entre les micrographes.

Henle, qui prend pour type de sa description le tissu de la tunique musculieuse de l'estomac, de l'intestin ou d'un conduit excréteur, considère ce tissu

comme formé de *petites plaques* analogues à celles de la tunique à fibres annulaires des artères et de la tunique à fibres longitudinales des veines. Ces plaques offrent des aspects variables : tantôt sur le milieu de l'une d'elles se trouve une tache grenue, jaunâtre, plus ou moins longue, terminée en pointe aux deux bouts ; d'autres fois, au lieu d'une tache, c'est un trait obscur, long et étroit ; ailleurs c'est une série interrompue de petits points ; quelquefois la plaque ne présente qu'un aspect uniforme dans toute son étendue, et à la place de cette tache, de ce trait, de ces points, etc., on trouve un renflement, trace d'un ancien noyau. On peut appeler ces plaques des *fibres granulées* ; on les trouve constamment mélangées d'autres fibres, qui sont considérées comme des *fibres de noyau*, et qui diffèrent des premières par leur insolubilité dans l'acide acétique. La largeur des fibres granulées est, d'après Henle, de 0,0024 à 0,0036 de ligne. Ces mesures diffèrent de celles de Schwann, qui assigne aux fibres primitives du gros intestin de l'homme une largeur de 0,0007 à 0,00013 de ligne. Elles se rapprochent davantage de celles de Valentin et de Krause.

Henle admet encore que l'on trouve des fragments de fibres larges, très plates et roides. Ces fibres sont parallèles, réunies en plus ou moins grand nombre en faisceaux ; elles communiquent rarement ensemble par des anastomoses obliques.

Le caractère fondamental de la fibre musculaire que nous examinons est l'absence de striation transversale. Au contraire la striation longitudinale existe : si elle est souvent difficile à distinguer, cela tient à ce que

les fibres primitives sont très délicates et intimement accolées les unes aux autres. Ces fibres primitives concourent par leur réunion tout comme dans les muscles striés, à former des faisceaux primitifs. Il est généralement admis que ces faisceaux sont aplatis, ce qui motiverait la dénomination de fibres plates donnée aux fibres musculaires de la vie organique.

Dans un travail intéressant, publié il y a déjà quelques années, Kölliker a émis, sur la structure des fibres lisses, des idées qui s'éloignent de celles qui sont généralement acceptées. Suivant cet anatomiste, les éléments des muscles lisses ne seraient pas formés, comme on l'a cru, de longues bandes d'une largeur égale dans toute leur étendue, et remplis de noyaux; mais de faisceaux étroits, isolés et qui contiennent un seul noyau.

Ces *fibrilles musculieuses ou contractiles*, comme les appelle Kölliker, se présentent sous trois formes qui ne diffèrent pas sensiblement les unes des autres : tantôt ce sont des lames courtes, arrondies, fusiformes ou rectangulaires, semblables à des lamelles épithéliales; tantôt ce sont des lames fusiformes, irrégulièrement rectangulaires, en cône, présentant des inflexions; ou bien, enfin, ce sont des lames en fuseau, mais étroites, pyramidales, à forme ondulée, et effilées à leur extrémité.

Ces muscles lisses ne se rencontrent pas seulement dans les organes où l'on reconnaît généralement la présence de fibres musculaires lisses, c'est-à-dire dans le canal intestinal, depuis la moitié inférieure de l'œsophage jusqu'à l'anus; dans les conduits excréteurs dont l'orifice communique avec le canal alimentaire, dans la

vessie, les uretères, etc. D'après Kölliker, les muscles lisses se trouvent encore dans la peau, où ils occupent la couche supérieure du chorion et le follicule du poil. On les rencontre dans la tunique dartoïque, ainsi que Todd, Valentin et Bowmann l'ont avancé; dans les parties subjacentes aux téguments du pénis et du périnée.

Dans l'organe de la vision, les muscles lisses entrent dans la structure des tuniques vasculaires de l'œil; dans l'iris ils forment des faisceaux propres à dilater et à resserrer la pupille.

Dans l'organe de l'audition, Todd, Bowman, Valentin et Kölliker en ont trouvé à la conque du pavillon de l'oreille.

Il résulte des observations de Middeldorp, de Brücke, de Kölliker et de Remak, que la muqueuse gastro-intestinale, pourvue comme on le sait de glandes nombreuses, a pour base une couche musculaire organique constituée par ces fibres lisses.

Parmi les glandes, il en est un certain nombre qui ne renferment aucun élément de muscles lisses, comme les glandes de l'estomac qui sécrètent le suc gastrique, les glandes de Meibomius, les glandes solitaires de la bouche et du pharynx, etc. Par contre, on trouve cet élément musculaire dans les glandes axillaires, dans les glandes cérumineuses de l'oreille et surtout dans la glande mammaire.

Dans les poumons, les bronches offrent des muscles lisses; Kölliker n'ose en affirmer l'existence dans les cellules bronchiques.

Meyer a décrit, dans l'appareil hépatique, des muscles

lisses, et ceux-ci se verraient principalement, au dire de Kölliker, dans les conduits hépatiques hors du foie, tandis que les divisions de ces mêmes conduits dans l'intérieur de l'organe en seraient dépourvues. Dans le pancréas, il n'y en a pas de traces. Il en est de même pour l'appareil lacrymal du veau et pour celui de l'homme, pour le canal de Sténon, le canal de Warthon, les conduits de Rivinus et de Bartholin.

Les reins n'offrent pas de muscles lisses; le testicule n'en présente que dans ses conduits efférents. Mais le canal déférent en renferme une grande quantité.

Dans le canal de l'urètre les muscles lisses se rencontrent au niveau de la prostate; dans la portion membraneuse, ils existent également, mais sur la paroi opposée à celle qu'ils occupent dans la portion prostatique. Dans la partie spongieuse de l'urètre, ces fibres se retrouvent encore, mais leur développement est moins marqué.

Dans les organes génitaux de la femme, on observe des muscles lisses dans l'utérus, les ligaments larges, les trompes de Fallope; le clitoris, les petites et les grandes lèvres en contiennent également.

Dans la rate, Kölliker a rencontré des muscles lisses chez le porc, le chien, l'âne, le cheval, etc. Dans les grosses trabécules, on trouve des fibres dont les unes sont roides, pâles, plates, d'une largeur de 4 à 6 millièmes de ligne et d'une longueur de 2 à 3 centièmes; les autres sont plus cylindriques, plus sombres, onduleuses et fusiformes. Chez le cochon, le chien, le chat, l'âne, ces fibres se trouvent dans la membrane externe et dans les trabécules; chez le mouton, le lapin, etc.,

elles n'existent que dans les trabécules; la rate de l'homme semble en être dépourvue.

Dans les artères, les faisceaux de muscles lisses se trouvent placés entre la tunique interne et la tunique externe, conséquemment dans la tunique moyenne. Il en est de même pour les veines; la tunique moyenne de ces vaisseaux en renferme un certain nombre. Enfin dans les parois des vaisseaux lymphatiques, Kölliker a signalé leur existence.

Ainsi, les fibres musculaires non striées se rencontrent dans la tunique musculuse de l'intestin, dans la vessie, dans l'utérus, dans la trachée-artère, les bronches, les canaux excréteurs des glandes, et dans les organes de la vie de relation où nous les avons indiquées d'après Kölliker. Nous devons mentionner un fait qui est dû aux recherches de Lauth, c'est que les parois de l'utérus offrent, pendant la grossesse, des fibres à stries transversales.

A l'endroit où les deux ordres de fibres, fibres striées et fibres lisses, arrivent au contact, dans les organes où elles se trouvent simultanément, Ficin et Valentin admettent une sorte d'engrènement des fibres qui se rencontreraient en se recevant mutuellement dans leur écartement, comme le font les doigts des deux mains croisées. Bowmann croit qu'elles se continuent sans interruption, qu'en conséquence on peut suivre la transformation des fibres musculaires striées en fibres musculaires lisses.

Le tissu musculaire contient, indépendamment d'une certaine quantité de *tissu cellulaire*, des vaisseaux sanguins de deux ordres, des *artères* et des *veines*. La

disposition de ces éléments présente quelques différences dans les muscles extérieurs et dans les muscles intérieurs.

Dans les premiers, les *artères* sont volumineuses et multiples. On peut dire d'une manière générale que le calibre et le nombre de ces vaisseaux sont proportionnés à l'étendue et à la longueur des muscles. Cette multiplicité des branches vasculaires destinées à un même organe assure l'intégrité de la circulation dans ses diverses parties, quand la compression interrompt momentanément le cours du sang dans l'une d'elles. Les troncs artériels parvenus à la surface du muscle se divisent en branches, rameaux, ramuscules, etc. Les rameaux se logent entre les faisceaux secondaires et ils s'envoient des branches transversales. Il en résulte que les faisceaux sont entourés d'un réseau à mailles larges et très allongées. La même disposition existe pour les fibres musculaires qui, elles aussi, sont entourées de mailles allongées. Partout le tissu musculaire se trouve donc en rapport avec des vaisseaux capillaires sanguins. Ajoutons que Lebert n'a jamais vu entrer de vaisseaux capillaires dans l'intérieur des faisceaux primitifs, chez les animaux supérieurs.

Lorsque les dernières ramifications vasculaires arrivent au niveau du tendon, elles décrivent des arcades et aucune d'elles ne s'introduit dans l'intérieur de ce dernier. Ce fait a été signalé par Doellinger. Il y a néanmoins, comme M. le professeur Denonvilliers l'a fait remarquer, une communauté de circulation entre les vaisseaux du muscle et les vaisseaux qui occupent la surface du tendon.

Dans les muscles intérieurs, les artères sont nombreuses. Il ne faudrait pourtant pas évaluer cette richesse vasculaire d'après la quantité de vaisseaux artériels qu'on voit se porter à un des organes de la vie nutritive. Nul doute que les branches vasculaires qui vont à une anse d'intestin, par exemple, ne soient proportionnellement plus nombreuses ou d'un calibre supérieur aux branches vasculaires qui vont dans les muscles des membres. Mais ces artères ne sont pas seulement destinées à la tunique musculuse de l'intestin ; elles abandonnent assurément un grand nombre de ramifications dans son épaisseur ; beaucoup d'autres ne font que la traverser pour aller se répandre dans la muqueuse dont les fonctions réclament l'abord d'une grande quantité de sang artériel. Ce serait donc émettre une proposition très contestable que de dire, avec quelques anatomistes, que les muscles intérieurs sont plus riches en vaisseaux artériels que les muscles extérieurs. Quant aux rameaux qui s'arrêtent dans les fibres musculaires, ils forment par leurs anastomoses des mailles polygonales.

Les *veines* qui émergent du tissu musculaire sont proportionnellement plus nombreuses que les artères, dans les muscles extérieurs. De grandes contestations se sont élevées relativement à la question de savoir si elles sont ou non pourvues de valvules, et, dans ce dernier cas, si le nombre des valvules est plus ou moins considérable que dans d'autres veines. Pour ce qui est de la présence de valvules dans les veines musculaires, le fait ne paraît nullement douteux. Quant à leur nombre, Haller

et Blandin après lui, ont avancé qu'elles sont plus nombreuses dans les veines des muscles que dans les veines sous-cutanées. Bichat a émis une opinion diamétralement opposée en se fondant sur ses expériences qui lui ont permis d'injecter ces veines du tronc vers les branches. M. le professeur Denonvilliers a concilié la divergence d'opinions qui existe entre ces anatomistes, en montrant que les valvules des veines musculaires sont moins développées que celles des veines superficielles; que ces replis n'oblitérant qu'en partie la lumière du vaisseau, permettent à une injection poussée par un tronc veineux de s'étendre aux branches. Il reste acquis à la science, que les valvules des veines musculaires sont nombreuses, mais que ces valvules sont moins saillantes dans l'intérieur du vaisseau que les valvules des veines sous-cutanées.

Dans les muscles intérieurs, les veines sont moins nombreuses que dans les muscles extérieurs. Il résulte des recherches de M. le professeur Denonvilliers, recherches faites sur une anse intestinale injectée et desséchée, que les veines forment dans la tunique musculieuse un réseau à mailles polygonales, analogue au réseau artériel. La même disposition se rencontre dans les veinules du cœur et dans celles de l'œsophage. MM. les professeurs Cruveilhier et Denonvilliers admettent qu'il n'existe pas de valvules dans les veines des muscles intérieurs.

Les *vaisseaux lymphatiques* des muscles ont été étudiés avec une grande habileté par M. Sappey. Déjà Olaüs Rudbeck, Nuck, Mascagni, Bartholin, Fohmann, etc., en avaient fait le sujet de leurs travaux. Les

recherches de M. Sappey sont relatives aux lymphatiques du diaphragme, à ceux des muscles viscéraux et à ceux des muscles extérieurs.

Une discussion s'est engagée relativement aux premiers : les uns ont prétendu que les lymphatiques naissent de la plèvre, les autres du diaphragme lui-même. M. Sappey a appuyé cette dernière opinion par les raisons suivantes : 1° les lymphatiques sont grêles sur le centre phrénique, bien que la plèvre offre dans ce point la même épaisseur qu'au niveau des fibres musculaires ; 2° ils augmentent de volume au niveau du point où commencent les fibres musculaires ; 3° au voisinage de la glande sus-diaphragmatique à laquelle ils se rendent, on peut enlever la plèvre dans une certaine étendue sans ouvrir la cavité des lymphatiques ; 4° on n'injecte les lymphatiques du diaphragme qu'en piquant la plèvre dans les points où elle adhère intimement au muscle.

Relativement aux lymphatiques des muscles viscéraux, M. Sappey les fait naître, dans l'épaisseur même du tissu musculaire, par des radicules qui forment des réseaux à la surface convexe de ces muscles. Contrairement à l'opinion généralement admise, il ne considère pas ces lymphatiques comme tirant leur origine du feuillet viscéral de la séreuse qui enveloppe les organes de la vie intérieure. Un fait qui est de nature à corroborer l'opinion de M. Sappey, c'est que dans les muscles viscéraux qui ne sont pas entourés d'une membrane séreuse, tels que ceux du pharynx, du larynx, etc., les lymphatiques prennent également naissance dans l'épaisseur des muscles eux-mêmes.

Les muscles extérieurs sont aussi pourvus de vaisseaux lymphatiques ; M. Sappey a injecté ceux qui naissent de la face profonde du grand pectoral, des muscles intercostaux, etc.

Le tissu musculaire est pourvu d'un grand nombre de *nerfs*. Ceux qui vont aux muscles extérieurs proviennent du système cérébro-spinal et du grand sympathique. Ce serait commettre une grossière erreur que de croire que les muscles ne reçoivent que des filets nerveux purement moteurs. Chaque muscle est au contraire pourvu de trois ordres de filets nerveux : les uns émanant des faisceaux antéro-latéraux de la moelle épinière ou de leurs prolongements à travers l'encéphale, conduisent aux muscles l'excitation qui met en jeu leur contractilité ; les autres prenant naissance dans les faisceaux postérieurs de la moelle ou leurs prolongements donnent aux muscles des filets nerveux sensitifs. Sans aucun doute, ce dernier ordre de rameaux nerveux n'est pas répandu en aussi grande abondance dans les muscles que dans d'autres tissus de l'économie, mais l'existence en est incontestable. Le tissu musculaire reçoit encore d'autres filets nerveux qui émanent spécialement de la chaîne des ganglions et qui se différencient par leur structure des deux ordres précédents ; leur ténuité, leur apparence grisâtre, leur rôle, leur ont fait imposer le nom de *nerfs gris ou organiques*. Ils semblent, en effet, destinés à présider aux phénomènes de nutrition dont le tissu musculaire est le siège. Dans la plupart des muscles extérieurs, ces trois ordres de filets sont confondus dans une enveloppe commune ; mais, dans

d'autres points, à la face par exemple, il est facile de reconnaître l'indépendance des deux premiers. L'exemple le plus frappant d'une pareille disposition nous est offert par le muscle buccinateur qui reçoit des filets moteurs du nerf facial et des filets sensitifs de la branche ganglionnaire du trijumeau. C'est faute d'avoir reconnu cette importante disposition que des physiologistes ont commis tant de méprises sur le rôle dévolu à certains nerfs. Quant aux fibres nerveuses grises ou organiques, si on ne les voit pas se porter séparément dans les muscles extérieurs, on ne peut en méconnaître la présence dans les cordons nerveux qui y aboutissent, puisque, d'une part, toutes les racines postérieures des nerfs sensitifs et les nerfs encéphaliques sensitifs présentent des ganglions sur leur trajet, et que, de l'autre, le microscope a permis d'en constater directement l'existence. On a pu s'en convaincre sur le nerf trijumeau des grands animaux, par exemple, du bœuf et du cheval ; le même fait a été reconnu dans les nerfs sacrés. Cela résulte de nombreuses observations faites par Retzius, J. Müller et Remak.

Les muscles intérieurs sont également pourvus de nerfs qui proviennent du système cérébro-spinal et du grand sympathique. Dans un certain nombre d'organes de la vie intérieure, le cœur, l'estomac, l'intestin par exemple, les filets nerveux accompagnent les artères qui pénètrent dans le tissu musculaire et leur sont intimement accolés. Cette disposition, révélée par un examen superficiel, avait porté quelques anatomistes à croire que les nerfs de ces viscères sont destinés aux artères qui les nourrissent et nullement au tissu mus-

culaire lui-même. Cette opinion a fourni matière à de grands débats, en ce qui touche les nerfs du cœur en particulier : tandis que Sæmmerring, Behrends soutenaient que le cœur n'a point de nerfs, et que tous ceux qui aboutissent à l'organe se perdent dans les parois des tuniques artérielles, des dissections remarquables, faites par Scarpa et reprises dans ces dernières années par M. le professeur Denonvilliers, ont mis hors de doute ce fait que le tissu musculaire du cœur reçoit lui-même des filets nerveux.

Remak a signalé, dans quelques uns des muscles intérieurs, notamment dans la substance du cœur de l'homme et des mammifères, dans les parois des bronches et du larynx, dans les parois de l'estomac, de la vessie et de l'utérus, de nombreux ganglions microscopiques situés sur le trajet des filets nerveux qui plongent dans ces organes.

Il nous reste maintenant à rechercher quel est le *mode de terminaison des nerfs* dans les muscles.

Ce sujet, déjà étudié antérieurement par Prévost et Dumas, Wagner, Treviranus, Valentin, Schwann, E. Burdach, Gerber, etc., a été repris tout récemment par Wagner, Müller et Bruecke, Lebert, Robin, etc.

Ce qui peut expliquer la différence dans les résultats obtenus par divers observateurs sur ce point d'anatomie microscopique, c'est la variété dans les procédés d'analyse. Ainsi, Valentin examine, sous le compresseur et sans dissection préalable, le muscle droit de l'œil chez l'homme et chez de petits mammifères; Emmert a re-

cours à l'inspection de muscles desséchés dont il enlève des tranches superficielles; Burdach conseille de faire macérer dans le vinaigre le muscle qu'on veut étudier.

Prévost et Dumasont les premiers qui aient démontré que les nerfs des muscles n'ont point, à proprement parler, de terminaison périphérique, et que leur partie centrifuge rejoint sans délimitation leur partie centripète. Tantôt deux troncs nerveux parallèles aux fibres du muscle marchent à quelque distance l'un de l'autre, et s'envoient mutuellement des filets qu'on voit passer au travers de l'espace musculaire qui les sépare, en le coupant à angle droit; tantôt le tronc nerveux est déjà lui-même perpendiculaire aux fibres du muscle, et les filets qu'il fournit s'épanouissent en conservant cette direction, parcourent l'organe et reviennent sur eux-mêmes en forme d'anse. Constamment on voit les dernières ramifications nerveuses se diriger perpendiculairement aux fibres du muscle et retourner dans le tronc qui les a fournis, ou bien s'anastomoser avec un tronc voisin.

D'après E. Burdach, le tronc nerveux, après avoir parcouru d'abord un trajet parallèle aux faisceaux musculaires, commence à se diviser en branches qui se subdivisent elles-mêmes en rameaux et ramuscles terminés par des fibres primitives. Les rameaux et ramuscles s'incurvent, se croisent fréquemment, puis, en se rapprochant de plus en plus de l'extrémité du muscle, forment par des adjonctions et des disjonctions multipliées un lacis à l'aide duquel s'effectue un échange diversifié des fibres primitives entre les rameaux de la même branche ou de différentes branches, ou même de diffé-

rents troncs nerveux. De ce lacis sortent des ramuscles qui, réduits à un mince faisceau de fibres primitives ou même à une seule, s'infléchissent en un arc dont la convexité regarde l'extrémité terminale du muscle, et la concavité le tronc du nerf; ce sont les *anses terminales*. Puis les fibres élémentaires se réunissent de nouveau entre elles, rentrent dans le plexus, et, par lui, retournent à leur tronc primitif. A l'aide du plexus terminal, dit Burdach, le nerf s'étend sur tout le muscle, de sorte qu'il touche et peut animer chaque fibre musculaire.

D'après les travaux précédents, on voit que les nerfs n'ont pas, à proprement parler, de terminaison dans les muscles, puisque chaque fibre nerveuse venant du tronc nerveux retourne à celui-ci.

Cette opinion a été ébranlée par de nouvelles recherches. Déjà Treviranus et Schwann avaient cru voir des fibres nerveuses se terminer subitement dans les muscles. D'après Wagner, les fibres nerveuses se termineraient dans les muscles comme dans l'appareil électrique des torpilles et dans celui qui a été découvert par M. Ch. Robin dans la raie; c'est-à-dire, que les fibres nerveuses primitives se diviseraient en un nombre plus ou moins considérable de fibrilles très ténues, allant se perdre dans les fibres musculaires par des extrémités effilées. D'un autre côté, J. Müller et Bruecke ont constaté, sur les muscles oculaires du brochet, une division des tubes nerveux primitifs, et considèrent la division périphérique des tubes comme un trait caractéristique des muscles. Remak a avancé un fait analogue.

Ces observations ne sont pas restées sans contrôle; MM. Lebert et Robin les ont répétées un grand nombre

de fois. Loin de reconnaître la disposition des nerfs musculaires signalée par Wagner, ces deux micrographes ont retrouvé constamment la terminaison en anse signalée par Prévost et Dumas et E. Burdach. Ne serait-il donc pas possible d'admettre, avec Emmert, que ces fibres que l'on a cru se terminer subitement sont des fibres qui se glissent entre deux faisceaux musculaires, pour pénétrer plus profondément, que leur véritable mode de terminaison, échappe ainsi à l'œil de l'observateur?

TISSU CELLULAIRE CONTRACTILE.

Le tissu cellulaire contractile ressemble en tous points, par ses caractères, au tissu cellulaire proprement dit : une description commune convient à l'un et à l'autre.

Lorsqu'on porte sous le microscope une lamelle fort mince de tissu cellulaire, telle que des fragments de tissu cellulaire sous-arachnoïdien, qui offre les conditions les plus favorables à l'observation, on constate que ce tissu est formé de filaments ou cylindres très grêles placés les uns à côté des autres. Nous appellerons ces derniers éléments, en lesquels le tissu cellulaire se réduit, des *fibrilles*. Elles sont longues et très déliées, molles, hyalines, à contours lisses et clairs; rectilignes quand on les comprime, ondulées régulièrement lorsqu'elles ne sont soumises à aucune compression. Elles ont une couleur blanche, elles sont très solides et peuvent supporter une pression considérable sans se rompre ou se déchirer. Elles ont un diamètre de 0,0003 à 0,0008 de ligne d'après Henle; de 0,0007 de ligne anglaise d'après Jor-

dan ; de 0,0008 d'après Treviranus ; de 0,0003 d'après Eulenberg. Leurs dimensions semblent ne pas être uniformes dans les divers organes.

Les fibrilles du tissu cellulaire se réunissent ensemble pour former des *faisceaux primitifs* dont le diamètre est de 0,003 à 0,006 de ligne. Une substance ferme, mais amorphe, semble réunir ensemble les divers faisceaux primitifs. Ces derniers donnent lieu à la formation de faisceaux secondaires en s'appliquant parallèlement les uns aux autres ou en se croisant suivant des directions variées.

Les faisceaux primitifs de tissu cellulaire ne subissent aucun changement par l'action de l'eau froide. Les fibrilles qui les constituent ne se dissolvent pas dans l'acide acétique ; mais, sous l'influence de cet agent, elles deviennent transparentes, gélatiniformes et cassantes. Pendant l'action de l'acide acétique, on remarque encore un autre phénomène sur lequel Henle a appelé l'attention, c'est la production de stries transversales peu marquées et très serrées les unes contre les autres. Ces stries paraissent formées de globules très petits. Un examen trop rapide pourrait alors faire supposer qu'on a sous les yeux un faisceau musculaire. L'alcool, l'éther, les huiles grasses et volatiles n'ont aucune action sur le tissu cellulaire.

Chacun des faisceaux primitifs de ce tissu est entouré d'un *filament* qui se porte sur lui en forme de spirale. C'est une sorte de gaine qui sert de limite au faisceau primitif, qui maintient associés les éléments dont il se compose et les sépare du faisceau voisin. Ce filament échappe à un examen superficiel : pour l'apercevoir, il

faut traiter le tissu cellulaire par l'acide acétique, qui rend transparentes les fibrilles et n'exerce aucune action sur le filament d'enveloppe. Cette opération permet de reconnaître le faisceau sous la forme d'un cylindre divisé par des étranglements. Les étranglements résultent de la présence du filament qui se développe en spirale autour du faisceau. On voit quelquefois plusieurs faisceaux primitifs, réunis en un faisceau secondaire, qui ont un filament en spirale commun, et, dans ce cas, le filament offre des dimensions plus considérables en largeur.

L'action de l'acide acétique sur le tissu cellulaire y révèle encore l'existence de fibres obscures qui présentent des flexuosités très nombreuses. Henle compare ces méandres au tracé d'un fleuve sur une carte géographique; la figure donnée par le micrographe allemand justifie cette comparaison. Ces fibres obscures ne diffèrent pas des filaments en spirale. On voit, en effet, la même fibre qui décrit des flexions onduleuses le long d'un faisceau, l'entourer plus loin en forme de spirale, puis reprendre un peu plus bas ses rapports primitifs avec le faisceau. Il y a donc identité, continuité entre les deux ordres de fibres. Ce sont, suivant Henle, des fibres de noyau, et nous verrons dans un instant les raisons qui militent en faveur de cette manière de voir.

A la surface du faisceau primitif on découvre des *corpuscules ovales*, semblables à des cytoblastes, ou des granulations obscures, allongées, serpentiformes ou anguleuses. Leur grand diamètre est parallèle à l'axe longitudinal du faisceau, et ils sont placés à une plus ou moins grande distance les uns des autres. Souvent les

deux extrémités du corpuscule ou l'une d'elles se prolonge sous la forme d'un long filament qui se porte dans l'intervalle de deux faisceaux de tissu cellulaire, ou se dirige obliquement sur un ou plusieurs faisceaux. Parfois encore on aperçoit plusieurs corpuscules tenant ensemble par un filament délié. On peut suivre de l'œil les divers degrés de transition entre les corpuscules ovales des faisceaux et les fibres en spirale. Il est donc possible d'admettre avec Henle que ces dernières sont des fibres de noyau.

Il importe de ne pas confondre les fibres de noyau du tissu cellulaire avec un certain genre de fibres qui appartiennent au tissu élastique et qui se présentent sous la forme de fibres onduleuses, sans ramifications, d'un diamètre de 0,0007 de ligne. Il n'y a d'autre différence entre ces deux ordres de fibres, qu'en ce que les fibres de noyau du tissu cellulaire sont isolées entre les faisceaux du tissu cellulaire, tandis que les fibres élastiques se réunissent ensemble pour former des faisceaux. En d'autres termes, il n'y a pas de différence fondamentale entre ces fibres ; pour les distinguer, il faut avoir égard seulement à leur proportion relative dans un espace déterminé.

Les caractères chimiques principaux et essentiels, au point de vue qui nous occupe, des fibres de tissu cellulaire sont leur transformation *en colle* (gélatine) par l'ébullition et la non-précipitation de la dissolution acétique par le cyanure ferrico-potassique.

Le tissu cellulaire contractile entre comme élément, plus ou moins abondant, dans la structure de quelques uns des organes de l'économie :

C'est dans le dartos que cette espèce de tissu présente le plus grand degré de développement. Ce point d'anatomie a été très bien étudié par Jordan. Suivant cet observateur, le dartos est formé de faisceaux rougeâtres dirigés de haut en bas, perpendiculaires aux plis de la peau du scrotum. Ces faisceaux s'anastomosent de manière à constituer des mailles dont le grand diamètre est dirigé de haut en bas. Ils existent en très grand nombre à la face antérieure du scrotum et sont à peine marqués à la face postérieure. Ils sont constitués par des fibres onduleuses dont le diamètre varie, d'après Jordan, entre 0,0005 et 0,0009 de ligne anglaise.

Ce n'est pas seulement dans les bourses qu'on rencontre du tissu cellulaire contractile; on le retrouve également entre les deux lames du prépuce. Dans la peau, on voit ce tissu entrer comme élément dans la constitution du derme.

Le mamelon présente, au-dessous de la peau, une couche qui est également pourvue de tissu cellulaire contractile. Pendant longtemps, le redressement du mamelon a été attribué à la présence d'un tissu érectile analogue à celui des corps caverneux de la verge ou du clitoris. C'est une erreur : ce qui prouve qu'il n'en est pas ainsi, c'est qu'on recherche en vain dans le mamelon de la femme ou de l'homme les traces de ce tissu qui forme la base des organes véritablement érectiles. Le mamelon ne subit pas, à proprement parler, une turgescence; il se redresse et se durcit sous l'influence de stimulants variés, mais il perd alors en épaisseur ce qu'il gagne en longueur.

Le tissu cellulaire contractile entre encore dans la

constitution du tissu des corps caverneux de la verge, de l'urètre et du clitoris. La gaine fibreuse de ces organes en contient également.

Tissu contractile des artères.

Les artères possèdent indépendamment de l'élasticité une propriété contractile qui devient sensible sur ces vaisseaux mis à découvert, et qui consiste en un resserrement lent et progressif. Cette contractilité dite organique est facilement mise en jeu, par l'action du froid. C'est ce que Schwann a très bien constaté sur les artères du mésentère de la grenouille. Ces petits vaisseaux se resserrent lorsqu'on fait tomber sur eux quelques gouttes d'eau froide, ils se dilatent quand l'aspersion du liquide a cessé. Parry et Hewson ont constaté sur des animaux tués par hémorrhagie, un resserrement des artères qui cessait après la mort.

Est-ce un tissu contractile particulier qui donne aux artères cette propriété ? Dans le but de répondre à cette question on peut invoquer des arguments tirés de la structure même des artères et de leurs propriétés physiologiques. Henle a signalé dans la tunique moyenne des artères un élément semblable aux faisceaux musculaires de l'intestin. M. C. Robin y a rencontré, indépendamment des fibres de tissu élastique, des fibres musculaires lisses et rubannées, solubles dans l'acide acétique. Nous avons vu que Kölliker a trouvé dans les artères, des *fibres musculaires cellules*. Mais Henle et M. C. Robin ont signalé dans la tunique adventice des artères, des fibres de tissu cellulaire et des fibres de noyau ou dartoïques.

On a recherché les effets de l'électricité sur les artères; les expériences de Nysten, de Bichat, de Wedemeyer, de Müller, faites au moyen d'appareils galvaniques puissants, ont donné un résultat négatif. A la vérité les frères Weber ont cru voir des traces de contractilité dans de petites artères de $1/7$ à $1/17$ de ligne de diamètre; mais on comprend combien de pareilles expériences sont délicates, et avec quelle réserve il faut en accepter les résultats. Ces physiologistes n'ont d'ailleurs trouvé rien de semblable en expérimentant sur l'aorte abdominale.

Il nous semble donc que tout en mettant le resserrement des artères, pour une très large part, sur le compte de leur tissu élastique, si on a surtout égard à la manière dont elles se comportent avec l'eau froide, et à la présence dans leur tunique adventice de fibres de noyau ou dartoïques, on sera porté à mettre sur le compte de ce dernier tissu, leur contractilité organique.

Tissu contractile de l'iris.

Les mouvements de dilatation et de resserrement de la pupille prouvent que le tissu même de l'iris présente des alternatives de raccourcissement et d'allongement.

A quel élément anatomique le diaphragme oculaire doit-il cette propriété? Est-ce à un tissu contractile *spécial* ou bien à un des tissus que nous avons précédemment étudiés? Éloignons d'abord une hypothèse qui a eu néanmoins pour défenseurs des anatomistes distingués, comme Fabrice d'Aquapendente, Méry, Sœmerring, Prochaska, Langenbeck, etc. : l'iris étant assimilé à un organe érectile, ses mouvements ont été

attribués à une congestion sanguine. A l'appui de cette manière de voir, on a surtout invoqué la grande vascularité de l'iris ; puis plus tard, une expérience de Grimelli qui consistait à remplir, par une injection, les vaisseaux iriens de cadavres d'enfants ; alors survenait un rétrécissement de la pupille équivalent à plus de la moitié de son diamètre.

Gaddi et Guarini ont essayé, tout récemment, de faire revivre la précédente opinion ; Gaddi, en se fondant sur les arguments déjà donnés par Grimelli ; Guarini, en se basant sur ce fait que l'on ne produit jamais, en galvanisant le nerf moteur oculaire commun, un resserrement de la pupille aussi considérable que celui qu'on observe durant la vie sous l'influence de la lumière. M. Brown-Sequart a réfuté ces dernières assertions, en démontrant qu'après la mort, on peut obtenir, par l'application de divers stimulants sur l'iris, un resserrement aussi marqué que chez l'animal vivant.

En admettant d'ailleurs que l'iris soit formé d'un tissu essentiellement vasculaire, on serait encore fort embarrassé pour expliquer le resserrement de la pupille que détermine l'action d'une vive lumière sur la rétine. Portal a essayé de lever cette difficulté : « Si, dit-il, les fibres musculaires de l'iris n'existaient pas et que les corps grêles rayonnés ne fussent que des vaisseaux, ne pourrait-on pas croire que, lorsque la rétine éprouve le contact de la lumière un peu vivement, le sang de ses vaisseaux reflue dans ceux de l'iris avec lesquels ils communiquent et qu'alors ceux-là se gonflent, s'allongent, ou au moins que leurs contours diminuent ? Or, alors la pupille serait rétrécie : mais lorsque la rétine

n'est plus stimulée, ou qu'elle a perdu sa sensibilité, le gonflement dans les vaisseaux de l'iris n'ayant plus lieu, la pupille est dilatée. »

M. le professeur Bérard a renversé cette théorie des mouvements de l'iris dus à une turgescence vasculaire, en faisant observer que, si la dilatation de la pupille était passive, elle devrait avoir une limite invariable. Comme la pupille peut s'élargir graduellement, ou subitement, à un degré très variable, il faut bien reconnaître que la dilatation de cette ouverture résulte d'un mouvement actif.

Une autre opinion touchant la nature du tissu de l'iris, est celle qui l'assimile au tissu cellulaire contractile. Les arguments sur lesquels on l'appuie, se fondent sur les investigations de micrographes qui auraient démontré l'absence dans l'iris de fibres musculaires et la présence de fibrilles de tissu cellulaire: c'est ainsi qu'Arnold nie l'existence de fibres musculaires dans l'iris et Della Torre a été jusqu'à dire que ce sont les nerfs qui dilatent la pupille. M. Serres a émis une opinion qui se rapproche de la précédente, en avançant que les fibres de l'iris se continuent immédiatement avec les nerfs ciliaires, auxquels il attribue une faculté *contractile*. Henle ne voit, dans l'iris de l'homme et des mammifères, que des vaisseaux, des nerfs, des cellules pigmentaires éparses et des faisceaux de petites fibrilles lisses et onduleuses, absolument semblables à des faisceaux de tissu cellulaire. Krause est du même avis, et Schwann, dans ses recherches sur l'iris du cochon, n'a vu que des fibres très fines, larges de

0,002 à 0,003 de ligne anglaise, parfaitement cylindriques et non moniliformes. M. J. Béclard n'admet pas qu'il existe, dans l'iris, d'autres fibres contractiles que des fibres de tissu cellulaire, et Leydig a inutilement recherché des fibres musculaires dans l'iris des poissons chondroptérygiens.

Hall nie que les fibres qu'on aperçoit sur la face antérieure de l'iris soient de nature musculaire. L'auteur motive sa négation comme il suit : les fibres iriennes n'ont aucunement l'apparence de fibres musculaires; elles manquent chez certains animaux, les oiseaux par exemple, bien que chez eux la pupille ait le pouvoir de se dilater; leur disposition est très variable, bien que les diverses portions de l'iris jouissent d'un même degré d'activité; étant inégalement distribuées autour de la pupille, elles devraient opérer une dilatation inégale et changer la forme circulaire de cette ouverture; enfin, dans l'hypothèse de leur nature musculaire, on devrait les trouver plus courbes et plus saillantes lors de la dilatation de la pupille, ce que l'on ne constate pas. On les trouve bien alors plus flexueuses, mais aussi longues. Toutefois, Hall admet, sur la face postérieure de l'iris et autour de la pupille, l'existence d'un cercle très fin composé de filaments concentriques de nature musculaire; mais, suivant lui, ce point de l'iris est le seul où des fibres musculaires existent réellement. Pour Hall, la dilatation de la pupille est due au relâchement des fibres musculaires qui bordent cet orifice. Contre l'existence de fibres musculaires dilatatrices, il trouve un autre argument dans l'action spéciale exercée sur l'iris par l'application de la belladone sur la conjonctive. On ne

comprendrait pas, dit-il, que cette substance paralysât exclusivement les fibres qui resserrent la pupille et ne portât pas son action sur les fibres qui dilatent cette ouverture.

De nos jours, on est revenu à l'opinion déjà soutenue par Ruysch, Janin, Maunoir, Home et Bauer, à savoir que l'iris renferme des éléments musculaires. Pour Valentin, les fibres propres à l'iris, entremêlées de tissu cellulaire, ressemblent aux fibres musculaires non striées; elles sont les unes longitudinales, les autres circulaires. Hueck et Krohn s'expriment aussi d'une manière affirmative sur l'existence de fibres musculaires dans l'iris. Huschke n'est pas moins explicite; suivant lui, les fibres de l'iris, chez l'homme, sont lisses, plus blanches que les fibres de tissu cellulaire très déliées et onduleuses qui les accompagnent, roides, souvent plates; elles ont une épaisseur de $1/130^e$ à $1/120^e$ de ligne; elles forment des plexus et se disposent en faisceaux, les uns rayonnés, les autres circulaires.

Valentin et Weber ont vu des fibres musculaires striées transversalement dans l'iris de quelques oiseaux. Lister a reconnu, sur une portion fraîche d'iris humain enlevée par une opération, des *fibres-cellules* analogues à celles dont nous avons parlé antérieurement, d'après Kölliker.

Une quatrième opinion, celle de Blumenbach, est que le tissu contractile de l'iris est un *tissu spécial*; c'est une hypothèse qui ne repose sur aucun fait probant.

Au milieu de ces assertions contradictoires au point de vue anatomique, il est difficile de formuler une conclusion inattaquable. Voyons si, en invoquant les expériences physiologiques, on serait plus en mesure de se prononcer.

Le tissu de l'iris répond aux mêmes stimulants que le tissu musculaire; il se contracte sous l'influence de l'électricité, non seulement pendant la vie de l'animal, mais encore après la mort; c'est ce qui résulte d'expériences nombreuses faites par Reinhold, Fowler, Nysten, Longet. L'excitant le plus ordinaire des mouvements de l'iris est la lumière, soit naturelle, soit artificielle, impressionnant la rétine. Des recherches de M. Brown-Sequart il résulterait que, ce dernier agent peut mettre directement en jeu la contractilité de l'iris chez certains animaux, tels que les batraciens et les poissons. Ainsi, sur un œil d'anguille ou de grenouille rousse extrait de l'orbite, il a vu la pupille se resserrer sous l'influence d'une vive lumière et se dilater dans l'obscurité; en faisant agir la lumière sur la rétine seulement, l'iris est resté immobile. Au contraire, sur l'animal vivant, il a obtenu une contraction pupillaire en faisant agir la lumière soit sur la rétine, soit sur le tissu de l'iris lui-même. Je rapprocherai de ces expériences celles qui ont été faites récemment par Budge, et desquelles il résulterait que la lumière fait encore resserrer la pupille quand le nerf optique et le nerf grand sympathique sont coupés.

Sans vouloir révoquer en doute les faits annoncés par M. Brown-Sequart, je crois devoir rappeler que, dans des expériences analogues de Fontana et de Cal-

dani, l'iris est resté immobile : « *Nam per experimenta*
 » *sollicite capta*, dit Haller, *iris in vivo animale irritabili-*
 » *tate omni destituitur, ipsisque a lucis radiis, per conum*
 » *chartaceum in solam iridem determinatis non move-*
 » *tur.* » Il serait à désirer que les faits relatifs à l'action
 directe de la lumière sur l'iris fussent repris, et il semble
 d'ailleurs difficile de leur donner une interprétation
 en faveur d'une des opinions émises sur la nature du
 tissu contractile de l'iris. Je ferai la même réserve rela-
 tivement à l'action exercée sur cette membrane par le
 froid ou la chaleur. Il résulte en effet des observations
 de M. Brown-Sequart que chez un grand nombre d'ani-
 maux, le lapin, le chat, le chien, etc., l'iris se contracte
 après la mort sous l'influence d'un changement consi-
 dérable et prompt de la température. Il suffirait d'une
 différence de 20 à 25 degrés, dans les alternatives
 de la température, pour voir ces phénomènes se pro-
 duire. Ce qu'il y a de plus saillant dans ces expériences,
 c'est que les mouvements de l'iris, sous l'influence de
 la chaleur ou du froid, sont lents. En ayant égard à la
 manière dont l'iris se comporte relativement à l'électri-
 cité, et en se rappelant, ainsi que nous le dirons plus
 tard, que le tissu cellulaire se contracte aussi sous l'in-
 fluence du même agent, on ne peut rien déduire de cette
 action. En tenant compte, au contraire, des effets
 produits par une différence de température, et notam-
 ment par le froid, on inclinerait davantage vers l'opi-
 nion que l'iris est formé d'un tissu cellulaire contractile.

En résumé, sans formuler rien d'absolu, nous incli-
 nons plutôt vers l'idée que ce diaphragme est constitué
 par un tissu de nature musculaire.

DE QUELQUES AUTRES TISSUS SUPPOSÉS CONTRACTILES.

Tissu des cils vibratiles.— Les organes du mouvement vibratile sont des filaments déliés transparents et longs de 0,000075 à 0,000908 de ligne. En général, leur extrémité adhérente est plus volumineuse que leur extrémité libre. J. Müller les a vus, au contraire, plus renflés à l'extrémité libre sur les branchies d'un nouveau genre d'annélides voisin des sabelles.

D'après Purkinje et Valentin, il y a trois sortes de mouvements dans les cils : 1° un mouvement infundibuliforme, dans lequel la base du cil tourne autour d'un centre ; 2° des flexions onduleuses décrites par le cil, comme dans la queue des spermatozoaires ; 3° un mouvement en vertu duquel les cils se recourbent en crochets, la pointe seule s'infléchit, après quoi elle se redresse avec vivacité.

La question que nous avons à examiner est celle de savoir si les mouvements exécutés par les cils vibratiles sont dus à un tissu contractile spécial qui les constituerait eux ou les organes qui les supportent.

Nos connaissances sur ce point d'anatomie sont, il faut l'avouer, encore très bornées. Comment, en effet, pénétrer la structure intime d'organes aussi délicats, aussi ténus, dont la présence seule a échappé pendant si longtemps à l'investigation des micrographes les plus habiles ? Essayons néanmoins de rechercher si, à l'aide d'un examen attentif, et avec l'intervention de certains agents, il ne serait pas possible de jeter quelque lumière sur une question aussi obscure.

La nature du mouvement vibratile a été très bien étudiée par Ehrenberg dans les organes rotatoires de certains phytozoaires ; dans ce cas particulier au moins, c'est par une véritable action musculaire que ce mouvement est accompli. Ehrenberg l'explique de la manière suivante : chaque cil est mû séparément par le muscle qui est situé au-dessous de lui ; plusieurs faisceaux musculaires à direction différente agissant alternativement sur la base des cils, il en résulte un mouvement oscillatoire en plusieurs directions qui communique un mouvement de rotation à la pointe de chaque cil, d'où un mouvement en cône de ce dernier. Ainsi donc, le mouvement des cils vibratiles des phytozoaires rotateurs est un mouvement de nature musculaire.

La même explication peut-elle être proposée pour les mouvements des cils vibratiles des muqueuses dans les autres classes d'animaux ? Purkinje et Valentin admettent que les cils sont mis en mouvement soit par une substance musculaire placée dans l'intérieur du bulbe qui supporte des cils, soit par certaines fibres qu'ils croient avoir découvertes dans le tissu subjacent. Ces fibres sont rectilignes, parallèles, et réunies ensemble par un tissu cellulaire délicat ; ils les considèrent comme étant de nature musculaire ; mais rien ne prouve la vérité de ces assertions. Rien ne confirme non plus l'opinion que les stries longitudinales, qu'on voit quelquefois sur les cellules d'épithélium vibratile, soient des fibres musculaires. A défaut de preuves directes de l'existence de ce tissu, on peut en rechercher la nature dans les caractères que

présente le mouvement vibratile, dans l'action exercée sur lui par divers agents. Et d'abord, ce mouvement vibratile a une durée bien plus grande après la mort que la contractilité musculaire. Des observations, faites dans ces derniers temps sur l'homme par M. Gosselin, ont démontré que, chez des individus décapités, le mouvement des cils vibratiles a persisté dans la trachée et les bronches pendant cent soixante-huit heures après la mort, c'est-à-dire pendant sept jours. Purkinje et Valentin ont constaté sur la tortue que le mouvement vibratile se continue encore pendant plusieurs jours après la mort, alors même que les signes de putréfaction se sont déjà manifestés. Voilà déjà un premier caractère différentiel entre le tissu contractile musculaire et le tissu des cils vibratiles.

L'influence de la température sur les organes vibratiles et sur les muscles n'a pas fourni de résultats tranchés. D'après les observations de Carlisle, la contractilité des muscles disparaît à la température de $+ 30$ à $+ 34$ degrés Réaumur. Or l'immersion des parties d'un mammifère ou d'un oiseau dans de l'eau à $+ 65$ degrés Réaumur n'arrête pas le mouvement vibratile, lorsque cette immersion ne dure que quelques instants ; mais elle finit par l'abolir lorsqu'elle se prolonge.

L'action de l'électricité a été également essayée sur le tissu musculaire et sur le tissu vibratile. Des décharges électriques assez intenses pour produire la mort, peuvent détruire instantanément l'irritabilité musculaire. La commotion d'une bouteille de Leyde et même l'action d'une pile de trente paires de plaques, ne suspendent pas le mouvement vibratile, dans la moule d'é-

tang, excepté dans les points où l'on place les fils conducteurs, ce qui paraît être le résultat d'une décomposition chimique.

Lorsqu'on applique des narcotiques sur des muscles, ces organes perdent leur irritabilité dans les points qui sont en contact avec ces substances. Les expériences de Purkinje et de Valentin démontrent au contraire que le mouvement vibratile n'est nullement influencé par l'action locale des narcotiques.

On voit donc que sous beaucoup de rapports le tissu des cils vibratiles s'éloigne du tissu musculaire.

Le docteur Grant, ayant observé que dans certains animaux l'eau pénètre les cils, regarde ceux-ci comme des organes tubuleux qui sont distendus et rendus sail-lants par l'entrée, dans les tubes élastiques entourant leur base, de l'eau, qui y pénètre par des ondulations successives. En adoptant une pareille opinion, on se trouverait entraîné à regarder les mouvements des cils comme un phénomène purement physique.

Ainsi, dans l'état actuel de la science, il ne nous semble pas démontré qu'il existe un tissu musculaire dans la substance des cils ou à leur base; et en admettant qu'un tissu contractile s'y rencontre, il est tout à fait impossible d'en déterminer la nature.

Tissu de certains nerfs.

On a signalé, il y a quelques années, des mouvements fort singuliers dans les nerfs des annélides.

On sait que dans la sangsue, la chaîne ganglionnaire

qui forme le système nerveux est enveloppée d'une gaine composée de tissu cellulaire et de pigment. Les ganglions sont réunis par des cordons nerveux et les filets nerveux eux-mêmes partent de chaque côté du ganglion. Les nerfs sont entourés d'une gaine transparente, homogène, sans structure, avec des noyaux analogues à ceux de la tunique propre des glandes. (Mandl.)

En séparant, sur une sangsue vivante, une portion de la chaîne ganglionnaire, composée de deux ou trois ganglions, et en la plaçant dans une goutte d'eau, après en avoir déchiré l'enveloppe, M. Mandl a constaté à un grossissement de 50 à 60 diamètres les phénomènes suivants : il a aperçu des *contractions* soit dans les nerfs qui partent latéralement de chaque ganglion, soit dans la portion terminale du cordon de connexion. Ces mouvements, dit-il, rappellent complètement les contractions des fibres musculaires ; leur énergie varie selon les individus. Lorsque les fibres nerveuses se contractent, il se forme à leur surface des plis transversaux et longitudinaux qui présentent l'aspect des fibres dirigées dans le même sens ; toutefois, avec les pouvoirs amplifiants les plus considérables, on ne découvre dans ces organes aucune trace de fibres musculaires.

Les observations de M. Mandl ont été confirmées par les recherches ultérieures de M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. Dans un cas, en particulier, ce dernier savant a vu la portion libre du nerf placé sous le microscope se contourner en spirale ; à un certain moment, deux tours de la spirale se touchent, redeviennent ensuite rectilignes, puis s'enroulent de nouveau et ainsi de suite à plusieurs reprises. M. Serres a reconnu sur les filets nerveux de

la sangsue deux sortes de mouvement : un mouvement en arc et un mouvement vermiculaire. Déjà antérieurement, le même observateur avait signalé dans les nerfs ciliaires un phénomène de contractilité des plus apparents. Si après avoir ouvert l'œil sur un animal, on enlève avec soin un nerf ciliaire, aussitôt qu'on le saisit avec des pinces par l'une de ses extrémités, l'autre s'en rapproche en formant des spirales si rapprochées et si rapides, qu'en moins de deux secondes le nerf est réduit au vingtième de sa longueur; il se roule sur lui-même et se pelotonne. En plongeant le nerf dans l'eau, il reprend sa longueur primitive; en le retirant, il se roule de nouveau comme la première fois.

D'un autre côté, M. Flourens a constaté qu'en rapprochant les deux bouts divisés d'un nerf, on aperçoit, au moment du contact, un petit mouvement d'attraction ou de jonction d'un bout à l'autre.

Les faits exposés par M. Mandl, à l'Académie des sciences, ont été vérifiés, depuis, par beaucoup d'autres auteurs, mais ils ont été diversement interprétés. Quelques personnes ont attribué le phénomène de la contractilité du nerf à la gaine qui l'entoure; gaine dans laquelle on a cru trouver des fibres de nature musculaire. M. Mandl rejette cette manière de voir par les raisons suivantes : De chaque côté du ganglion de la sangsue partent deux racines nerveuses; l'une antérieure, l'autre postérieure : cette dernière, pourvue d'un ganglion, est seule contractile; la racine antérieure reste tout à fait immobile. Or, il n'existe aucune différence de structure entre la gaine des deux racines; si donc, dans la sangsue, les mouvements exécutés par les nerfs

étaient dus spécialement à la gaine qui les enveloppe, on ne voit pas pourquoi ces mouvements n'auraient pas lieu aussi bien dans l'une que dans l'autre des deux racines. L'observation microscopique n'a pas non plus démontré dans la gaine des nerfs la présence de fibres élastiques.

De la discussion précédente il résulte que, jusqu'à présent, il est impossible de déterminer la nature du mouvement dont les nerfs de la sangsue sont le siège. Attribuer la cause de ce mouvement à un tissu de nature spéciale, ce serait émettre une pure hypothèse qu'une étude plus approfondie du phénomène ne tarderait peut-être pas à renverser.

Pour résumer la partie anatomique de notre question, nous croyons devoir conclure que les seuls tissus de l'économie, dont la contractilité soit réelle, sont : le tissu musculaire avec ses trois variétés (fibres musculaires striées, fibres musculaires plates, fibres-cellules musculaires), et le tissu cellulaire contractile.

Nous avons énuméré antérieurement les divers organes dans la constitution desquels entre chacun de ces éléments.

DE LA CONTRACTILITÉ.

La *contractilité* joue un rôle essentiel dans l'exercice de diverses fonctions de l'économie animale. Départie à un nombre considérable d'organes, elle préside à la plupart de leurs actes, tantôt constitue leur propriété fondamentale, et tantôt leur sert d'auxiliaire puissant. Il faudrait passer en revue presque tous les phénomènes qui s'accomplissent au sein de l'organisme, pour montrer l'importance de la contractilité dans les fonctions de la vie organique, dans celles de la vie animale et dans les fonctions génératrices.

Quelque diversifiées que soient les effets dus à la contractilité, ce sont toujours des tissus particuliers, en petit nombre, s'offrant constamment avec les mêmes caractères histologiques, qui sont les instruments destinés à les produire. Nous étudierons la contractilité dans chacun de ces tissus.

DE LA CONTRACTILITÉ DANS LE TISSU CELLULAIRE.

Cette espèce de contractilité s'observe aux bourses, dont l'une des enveloppes, le dartos, renferme une si grande quantité de tissu cellulaire contractile; elle se traduit à l'extérieur par la formation de plis transversaux du scrotum. Le mouvement vermiculaire de la peau des bourses doit d'ailleurs être bien distingué de la contraction des crémasters, qui a pour résultat le soulèvement des testicules.

La contractilité du tissu cellulaire se manifeste encore à la peau dans l'état qu'on désigne sous le nom de *chair de poule* ; au mamelon, lors du redressement et de la rigidité de cet appendice ; à la verge, par la tension de l'enveloppe des corps caverneux, et, chez quelques individus, par la formation de plis très serrés dont le prépuce devient le siège au contact de l'eau froide. Chez la femme, on observe aussi des signes de contractilité aux grandes lèvres.

Quel que soit l'endroit où se montre cette contractilité, elle offre les caractères suivants : ses effets ne surviennent que lentement, n'ont qu'une certaine durée et ne cessent pas brusquement ; ils sont manifestes surtout à la suite de l'impression du froid. On sait que le contact de l'eau, à une basse température, produit le phénomène de la *chair de poule*, le redressement du mamelon, la contraction du scrotum. Ce ne sont pas seulement les agents physiques qui mettent en jeu la contractilité du tissu cellulaire. Le phénomène de la chair de poule, n'a-t-il pas lieu sous l'influence de certaines émotions morales, de la crainte, de la frayeur ? Les idées érotiques ne mettent-elles pas en jeu la contractilité du dartos ou du mamelon ? On ne peut donc se refuser à reconnaître que des impressions, qui ont pour point de départ le système nerveux, ne réagissent sur le tissu cellulaire contractile de même qu'elles portent leur action sur le tissu musculaire.

Jusque dans ces derniers temps, on avait généralement admis que l'électricité ne réagit point sur le tissu cellulaire contractile. Les expériences de Jordan paraissaient très concluantes sous ce rapport : une pile

de soixante-cinq paires de plaques, appliquées sur le scrotum, n'avait produit aucun effet contractile sur la peau des bourses, tandis qu'elle avait déterminé immédiatement le soulèvement des testicules par la contraction des crémasters. De nouvelles expériences, faites par M. Brown-Sequart et Kölliker, ont fourni des résultats qui diffèrent des précédents. Le premier de ces expérimentateurs a reconnu, au moyen d'une machine électro-magnétique puissante, la contraction du dartos; à l'aide du même appareil, appliqué à la peau des membres et particulièrement à la face dorsale de l'avant-bras, il a produit le phénomène de la *chair de poule*. Tandis que Kölliker a vu le phénomène rester borné à l'étendue d'un cercle d'un demi-pouce à un pouce de circonférence, M. Brown-Sequart l'a vu s'étendre à la presque totalité de la peau d'un membre. Dans tous les cas, la contractilité a présenté ce caractère : elle ne s'est pas manifestée immédiatement après l'application de l'excitant et elle a persisté quelque temps après cette application.

Nous avons fait observer que les organes centraux du système nerveux ne sont pas sans influence sur le tissu cellulaire contractile. Bien que l'on n'ait pas constaté jusqu'ici que des nerfs s'arrêtent dans le tissu cellulaire, une expérience de Günther semble démontrer que le système nerveux périphérique exerce une certaine action sur la contractilité du tissu cellulaire. Elle consiste à faire la section des nerfs dorsaux de la verge chez le cheval : cette opération rendant les corps caverneux flasques, il en résulte que l'érection est incomplète; le sang afflue bien dans la verge, mais

l'enveloppe de cet organe n'acquiert plus le degré de tension nécessaire pour donner au membre viril de la rigidité.

DE LA CONTRACTILITÉ DANS LES MUSCLES.

Les phénomènes qui résultent de la contractilité des muscles nous sont révélés par l'examen direct de ces organes, soit à l'œil nu, soit au moyen d'instruments grossissants, pendant que cette propriété est mise en jeu.

A l'œil nu, on voit le muscle, pendant sa contraction, subir un raccourcissement et augmenter en épaisseur. La première idée qui se présente à l'esprit de l'observateur, en constatant ce double fait, est de rechercher si le muscle gagne dans une des dimensions ce qu'il perd dans l'autre; si, pendant la contraction, le volume absolu du muscle est ou non invariable. Cette question a fourni matière à beaucoup de débats; les expériences qui s'y rapportent ont été répétées et multipliées de plusieurs manières; des appareils plus ou moins compliqués ont été inventés dans le but d'arriver à une solution définitive.

Glisson, après avoir luté au bras d'un homme un cylindre de verre rempli d'eau et surmonté d'un petit tube, crut voir descendre la colonne de liquide pendant la contraction du bras, et en inféra que les muscles perdent une partie de leur volume absolu pendant la contraction. Carlisle répéta l'expérience de Glisson, et arriva à un résultat entièrement opposé. On ne peut se dissimuler combien de pareilles expériences laissent à désirer au point de vue de l'exécution. Plon-

ger dans un appareil un membre tout entier, dans les vaisseaux duquel le sang circule et faire ensuite exécuter aux muscles de ce membre des contractions qui doivent nécessairement exercer une certaine influence sur le cours du sang, c'est s'exposer à ne pas tenir compte de variations qui surviennent dans le volume des organes par le fait des changements de la circulation locale. G. Blane a mieux saisi l'indication à remplir dans la vérification expérimentale du phénomène dont il s'agit, en plongeant la moitié postérieure d'une anguille dans un flacon plein d'eau, muni d'un tube latéral et d'un fil de fer qui passe à travers le bouchon destiné à fermer le vase. En irritant l'anguille au moyen du fil de fer mobile, on détermine des contractions dans les muscles de l'animal, et on n'observe alors aucun changement dans le niveau du liquide. L'expérience de Blane a été répétée depuis, avec quelques modifications, par Barzelotti, Prévost et Dumas, Erman, qui tous ont reconnu avec Blane qu'au moment de la contraction il n'y a pas de changement dans le volume absolu du muscle. Enfin, récemment, Gerber a inventé un appareil assez complexe, à l'aide duquel il a vérifié en tous points l'exactitude des faits précédents.

Se fait-il des modifications dans la circulation du muscle pendant sa contraction? Prochaska, désireux de donner une théorie de la contraction musculaire, avait avancé que le sang afflue dans les vaisseaux du muscle contracté, que ce liquide dilate les vaisseaux situés transversalement et raccourcit ceux qui sont

situés dans le sens longitudinal. Une pareille assertion se fonde sur l'hypothèse qu'au moment de la contraction, la quantité de sang qui arrive au muscle est plus considérable que dans l'état de repos ; mais elle est contredite par les expériences de Haller : « Je découvris, dit-il, un des gros muscles de la cuisse, j'irritai son nerf, je le fis entrer en action. Pendant que ses chairs se contractaient, je considérais armé d'une bonne loupe le muscle, et je fixais mon attention sur les vaisseaux qui marchaient entre les paquets des fibres. Je les vis également remplis de sang et dans la contraction du muscle et dans son état de relâchement, et je ne trouvai pas qu'ils perdissent la moindre chose de leur couleur rouge. »

On a généralement admis, jusque dans ces derniers temps, qu'au moment de la contraction, un muscle devient plus dur et plus élastique que pendant le relâchement. Quelques expériences faites par les frères E. et G. Weber, tendraient à établir que les fibres musculaires deviennent plus molles et plus extensibles pendant la contraction ; leur élasticité, loin d'être accrue, semblerait être diminuée.

En examinant au microscope le muscle sterno-pubien d'une grenouille, pendant le passage d'un courant électrique dans le tronc nerveux qui s'y distribue, MM. Prévost et Dumas ont vu les fibres parallèles qui composent le muscle se fléchir en zigzag et offrir un grand nombre d'ondulations régulières qui disparaissent

avec l'état de contraction du muscle. Ce phénomène a été étudié, depuis, par Valentin qui a reconnu dans la flexion en zigzag des fibres musculaires, pendant la contraction, plusieurs variétés. Tantôt les inflexions sont parfaitement régulières et parallèles entre elles dans toutes les fibres voisines, tantôt elles diffèrent d'étendue et ne se correspondent pas.

La formation de flexuosités en zigzag, dans les fibres musculaires, au moment de la contraction du muscle, a été révoquée en doute par plusieurs physiologistes distingués.

Richard Owen a fait des observations sur les *filaires* que l'on trouve dans la cavité abdominale de la morue et sur une espèce de *vésiculaire*. Chez ce dernier animal, on voit très distinctement chaque fibre, séparée des muscles rétracteurs des tentacules, être caractérisée par une nodosité ou renflement à la partie moyenne. Au moment où l'animal rétracte ses tentacules, les fibres deviennent plus courtes et plus épaisses, surtout au niveau du nœud central, mais elles ne se dévient pas de la ligne droite. Ce n'est qu'après l'accomplissement de la contraction, que les fibres revêtent une forme ondoyante ou en zigzag : cette dernière disposition caractériserait donc leur état de relâchement.

Il en est de même des fibres longitudinales et parallèles de la *filaire*. Ces fibres deviennent, en se contractant, plus courtes et plus épaisses, mais conservent la direction rectiligne. Après la contraction, elles forment des plis en zigzag qui persistent jusqu'à ce qu'ils soient effacés par le retour de la partie à sa longueur naturelle.

Les observations d'Allen Thompson sont entièrement conformes à celles de Richard Owen.

Des expériences plus récentes, dues à Ed. Weber donnent de la valeur aux faits précédents. D'après cet observateur, les physiologistes qui ont admis la formation de plis et d'inflexions en zigzag dans les muscles, pendant leur contraction, ont été induits en erreur, parce qu'ils n'avaient pas à leur disposition un stimulant propre à exciter pendant longtemps des contractions dans les muscles soumis à l'investigation; d'ailleurs les convulsions que l'on produit, en fermant et en ouvrant un courant galvanique, sont tellement instantanées qu'on ne peut distinguer le moment de la contraction de la fibre musculaire de celui de son relâchement.

En se servant de l'emploi d'un appareil de rotation galvano-magnétique, Ed. Weber est parvenu à obtenir, pendant toute une journée, des contractions dans les muscles d'une grenouille qu'il examinait au microscope. Il est ainsi arrivé à reconnaître que les fibres musculaires sont rectilignes au moment de la contraction, et que c'est seulement après sa cessation qu'elles décrivent des flexuosités. Il explique la production de ces dernières par l'élasticité des fibres qui tendent à revenir à leur longueur première.

On ne saurait ne pas rappeler le sentiment de MM. Prévost et Dumas sur la formation de flexuosités en zigzag dans les muscles contractés, parce que ce fait est devenu le point de départ d'une théorie donnée par ces deux observateurs sur la contraction musculaire.

On se rappelle le mode de terminaison en anse des nerfs dans la substance des muscles, et la direction des filets nerveux perpendiculaire à celle des fibres musculaires. En faisant passer un courant électrique au travers d'un muscle, MM. Prévost et Dumas ont reconnu que les sommets des angles formés par les flexuosités ou ondulations des fibres correspondaient précisément au niveau du point de passage des filets nerveux. MM. Prévost et Dumas crurent alors avoir saisi à la fois le mécanisme de la contraction musculaire et la nature intime du phénomène; son mécanisme, qu'ils s'expliquaient par les flexuosités de la fibre musculaire; sa nature, qu'ils croyaient pouvoir rattacher à des attractions entre les filets nerveux des muscles, sous l'influence de courants électriques.

Puisqu'il semble démontré que les flexuosités de la fibre musculaire, pendant la contraction, n'existent pas, comment se rendre compte du raccourcissement de cette fibre, qui est un des phénomènes les plus apparents dus à la contractilité musculaire? Pour Lauth, le raccourcissement de la fibre musculaire s'opérerait sans flexion en zigzag, lorsque la contraction est faible; il résulterait du rapprochement des globules qui constituent par leur réunion les fibres primitives des faisceaux. J'ai dit, en faisant l'histoire du tissu musculaire strié, combien une pareille opinion sur la constitution des fibres primitives des muscles était loin d'être adoptée par tous les micrographes. Une hypothèse physiologique qui repose sur une hypothèse histologique ne saurait avoir une grande valeur.

J. Müller a complaisamment développé l'opinion de Lauth sur le rapprochement des globules des fibres primitives des muscles pendant la contraction. Suivant ce physiologiste, le rapprochement des globules s'effectuerait ou par une attraction qu'ils exercent les uns sur les autres, ou bien par un reflux du fluide que contiennent les fibres primitives, ce fluide passant de l'intervalle des globules dans les globules eux-mêmes. Müller a étudié le mécanisme de la contraction musculaire sur les faisceaux primitifs des insectes; dans ces animaux, il a cru reconnaître deux modes de contraction: Le premier consiste en des flexions alternatives du faisceau entier, les fibres demeurant parallèles; ce mode de contraction a lieu pour le raccourcissement de gros faisceaux musculaires. Le second consiste dans un écartement des fibres primitives du faisceau, d'où il résulte un élargissement du faisceau primitif dans les points où les fibres s'éloignent les unes des autres et un étranglement dans l'intervalle.

En résumé, on voit que, dans l'état actuel de la science, le mécanisme du raccourcissement du muscle, pendant la contraction, n'est pas encore parfaitement connu.

Jusqu'à quel degré un muscle peut-il se raccourcir? Les évaluations données par divers physiologistes varient: d'après D. Bernouilli, un muscle oculaire se raccourcit d'un cinquième environ de sa longueur; MM. Prévost et Dumas évaluent le raccourcissement à un quart de la longueur du muscle, chez des grenouilles.

Suivant Weber, un muscle de grenouille excisé, frais et vigoureux, chargé d'un poids quinze fois aussi grand

que le poids même du muscle, se raccourcit d'au moins les trois quarts de sa longueur. Dans certaines circonstances le raccourcissement peut aller jusqu'aux cinq sixièmes.

Lorsque la contractilité musculaire est mise en jeu, les organes qui en sont le siège subissent une élévation de température qui a été signalée et démontrée au moyen d'appareils thermo-électriques par MM. Becquerel et Breschet. Cet accroissement de la chaleur du muscle peut aller jusqu'à un demi-degré centigrade.

Dans l'état de vie, ou très peu de temps après la mort, les muscles sont, chez tous les animaux à sang froid et à sang chaud, traversés par des courants électriques qui, d'après les recherches de Dubois-Reymond, sont dirigés de la *section longitudinale* à la *section transversale* du muscle ; ce qu'il y a de plus remarquable dans ces courants, c'est que leur intensité subit une diminution marquée toutes les fois que la contractilité musculaire est mise en exercice.

Cette loi si simple a fourni à Dubois-Reymond une explication très satisfaisante d'un phénomène découvert par Matteucci et auquel ce dernier physiologiste a donné le nom de *contraction induite*.

Voici en quoi consiste ce phénomène : sur les muscles de la cuisse d'une grenouille préparée à la Galvani, on applique le nerf suffisamment long d'une patte galvanoscopique. On fait passer un courant électrique à travers les nerfs lombaires de la grenouille préparée à la Galvani ; on détermine ainsi des contractions dans les

membres de cet animal. Mais en même temps aussi, des convulsions éclatent dans la patte de la grenouille galvanoscopique. On désigne sous le nom de *contraction induisante*, celle de la grenouille préparée, de *contraction induite*, celle de la patte rhéoscopique. Cette dernière ne peut être attribuée à une diffusion du courant électrique que l'on fait passer à travers la grenouille préparée ; ce qui le prouve c'est que les mêmes phénomènes ont lieu lorsqu'au lieu d'avoir recours à l'électricité, on emploie des stimulants mécaniques. Matteucci avait été porté à considérer la contraction induite comme un *phénomène d'induction de cette force inconnue qui circule dans les nerfs et produit la contraction musculaire*.

Dubois-Reymond a donné une interprétation qui repose sur ce que nous avons dit tout à l'heure relativement à la diminution d'intensité que subit le courant musculaire proprement dit, au moment de la contraction. Si, en effet, on admet avec cet auteur, que la patte rhéoscopique est l'instrument le plus propre à mettre en évidence les variations d'intensité d'un courant, on comprendra que le filament nerveux mis en rapport avec des portions de muscle traversé par le courant musculaire normal, doit être influencé par toutes les variations que ce courant subit, et par conséquent par sa diminution d'intensité, qui accompagne sans cesse la mise en jeu de la contractilité musculaire.

La contraction musculaire peut, ainsi que l'a démontré Dubois-Reymond, révéler encore les courants musculaires qui existent chez l'homme ; l'apparition de ce phénomène repose sur le même principe que celui qui

a été énoncé tout à l'heure, c'est-à-dire sur les variations d'intensité que le courant musculaire subit pendant la contraction.

Voici comment l'expérience est faite : Dubois-Rey-
mond se sert d'un galvanomètre très sensible, fixe aux
extrémités de l'instrument deux lames de platine par-
faitement homogènes, plonge ces lames dans deux vases
remplis d'eau salée et introduit dans ces vases deux
doigts de chaque main. Au moment de l'immersion, il y
a une déviation de l'aiguille du galvanomètre, due à un
phénomène chimique. On attend que ce premier effet ait
cessé ; lorsque l'aiguille a repris sa position primitive,
on roidit tous les muscles de l'un des bras, de manière à
établir l'équilibre entre les fléchisseurs et les exten-
seurs de toutes les articulations du membre. A l'ins-
tant, l'aiguille se met en mouvement et le sens de la
déviation est toujours tel, qu'il indique dans le bras téta-
nisé, un courant qui est dirigé de la *main à l'épaule*.

La contractilité musculaire est mise en jeu par les
divers irritants qui portent leur action sur les nerfs mo-
teurs des muscles ou sur les muscles eux-mêmes. Elle
peut être diminuée ou même abolie par un certain
nombre d'agents physiques ou chimiques : des dé-
charges électriques assez intenses pour produire la
mort, détruisent cette propriété instantanément ; c'est
ce qui résulte d'expériences faites par MM. Longet et
Masson. D'après Nasse et Stannius, l'eau pure qui reste
longtemps en contact avec le muscle en diminue la
contractilité. L'action exercée par les narcotiques varie
suivant l'espèce de substance qu'on emploie : en gé-

néral leur application locale abolit la contractilité; introduits dans le torrent de la circulation, leur action est moins énergique. Les narcotiques se comportent avec le tissu musculaire comme avec le tissu nerveux; ils abolissent l'irritabilité du premier, l'excitabilité du second. Il est une substance qui s'éloigne de la loi précédente, c'est le *curare*: ainsi, que M. Cl. Bernard l'a démontré, cet agent si actif ne porte son action paralysante que sur le système nerveux et laisse intacte la contractilité musculaire.

Les alcalis caustiques, les acides concentrés, le chlore, abolissent la contractilité des muscles, mais c'est là un effet purement chimique.

L'influence de la congélation sur la contractilité musculaire a été diversement appréciée. J. Hunter constate, dans deux expériences, qu'après avoir fait dégeler des muscles soumis à une température basse, leur contractilité est abolie. Carlisle a obtenu un résultat opposé. Ce physiologiste a également reconnu qu'à une température de $+ 34 \frac{4}{9}$ R., l'irritabilité musculaire disparaît chez les animaux à sang chaud.

La contractilité musculaire ne s'éteint pas avec la vie des animaux. Déjà Haller, dans de nombreuses expériences, avait reconnu ce fait; il avait même apprécié l'influence du contact de l'air avec chaque partie du corps sur le degré de persistance de la contractilité. Mais Nysten surtout a multiplié les investigations sur ce sujet, et est arrivé à des résultats satisfaisants. Ses expériences, exécutées peu de temps après la mort, ont été, en partie, faites sur des cadavres d'individus

condamnés au supplice de la décapitation. La plupart des organes importants de l'économie ont été stimulés à des intervalles successifs par des agents mécaniques et par l'électricité. De sept expériences tentées sur des sujets qui avaient joui jusqu'au dernier moment de toute la plénitude de la santé, Nysten a tiré les conclusions suivantes, touchant l'ordre dans lequel les organes perdent leur contractilité après la mort :

En premier lieu, c'est le ventricule aortique, viennent ensuite les intestins et l'estomac. Le gros intestin ne manifeste plus de contractilité au bout de quarante-cinq à cinquante-cinq minutes ; l'intestin grêle perd la sienne quelques minutes plus tard et l'estomac suit de très près l'intestin grêle. La vessie urinaire conserve la contractilité un peu plus longtemps, et le ventricule droit du cœur la garde pendant environ une heure ; l'œsophage pendant une heure et demie ; l'iris un peu plus longtemps. Viennent ensuite les muscles de la vie animale, et parmi ces organes, ceux qui appartiennent au tronc perdent leur contractilité avant ceux des membres ; ceux des membres thoraciques avant ceux des membres abdominaux. Ce sont les oreillettes et notamment l'oreillette droite qui conservent le plus longtemps la contractilité.

Nysten a aussi recherché l'influence de l'air extérieur et de différents gaz injectés dans le cœur sur la contractilité de cet organe. Il a expérimenté sur quatre individus suppliciés et sur plusieurs chiens mis à mort par la section du bulbe rachidien. Dans une première expérience des signes manifestes de contractilité furent

observés dans l'oreillette droite, pendant seize heures et demie, en dérobant le cœur à l'action de l'atmosphère (1).

Nysten a conclu, avec beaucoup de raison, de ses expériences que l'action de l'atmosphère est nuisible à la persistance de la contractilité du cœur et à celle des autres organes musculaires.

Quant à ce qui concerne les effets produits par l'injection de divers gaz dans le cœur, le même auteur a déduit de ses expériences les corollaires suivants :

1° Les gaz oxygène, azote, acide carbonique, hydrogène et hydrogène sulfuré, déterminent la contraction des cavités droites du cœur et de la veine cave au moment de l'injection. Ils agissent tous d'une manière uniforme en vertu de leur élasticité.

2° Chaque gaz agit sur la contractilité du cœur par son élasticité et par les qualités particulières dépendantes de sa nature intime. Ces deux actions s'ajoutent ou se contrarient suivant que la nature du gaz le rend stimulant de la contractilité, ou nuisible à cette propriété.

3° Le gaz oxygène est un stimulant puissant de la contractilité du cœur. Il détermine pendant très longtemps sans le secours du galvanisme des mouvements dans cet organe. Lorsque les contractions spontanées cessent

(1) Le fait rapporté par M. Richelot, d'après M. Em. Rousseau, paraîtra donc vraisemblable : il s'agit d'une femme d'environ trente ans, guillotinée à Rouen en 1807 ; M. Rousseau en fit l'autopsie vingt-quatre heures après la mort, et constata que le cœur, ou tout au moins l'oreillette droite, battait encore. MM. Jules et Hip. Cloquet, Flaubert furent témoins du fait.

de se produire on en obtient encore au moyen du galvanisme. L'oxygène paraît toutefois, après la mort, borner son action à favoriser l'exercice de la contractilité du cœur, sans en prolonger la durée.

4° On peut présumer que, pendant la vie, la propriété stimulante de l'oxygène n'est pas bornée à la contractilité du cœur, mais qu'elle agit aussi sur les autres organes musculaires.

5° L'azote n'agit sur la contractilité du cœur que par ses propriétés élastiques. L'acide carbonique et l'hydrogène la diminuent; l'hydrogène sulfuré l'anéantit rapidement après l'avoir excitée.

Il était intéressant de rechercher si la contractilité persiste un temps égal dans les mêmes organes chez des animaux appartenant aux quatre classes de vertébrés. Cette question a été résolue par les expériences de Nysten faites sur des mammifères (chiens, chats, cabiais, vaches), sur des oiseaux (pigeons, poulets, éperviers, chardonnerets, linottes), sur des poissons (carpes), et sur des reptiles (grenouilles).

Chez les chiens, l'ordre dans lequel les organes perdent leur contractilité est le suivant : le ventricule aortique, le gros intestin, l'intestin grêle, l'estomac, la vessie, l'iris, le ventricule pulmonaire, les muscles de la vie animale, l'œsophage, l'oreillette gauche, l'oreillette droite.

Les contractions cessent dans le tube digestif, dans l'ordre suivant, chez les ruminants : le gros intestin, l'intestin grêle, le feuillet et la caillette, la panse et le bonnet, l'œsophage.

Chez les oiseaux, ceux de ces animaux qui sont pourvus d'un estomac membraneux perdent la contractilité des divers organes, dans le même ordre que les mammifères. Il en est de même pour les oiseaux qui sont pourvus d'un gésier; ce dernier perd la contractilité avant les intestins.

La durée absolue de la contractilité varie suivant les espèces. Les oiseaux de haut vol, et tous ceux qui développent pendant la vie une grande activité musculaire (chardonneret, linotte, etc.), la perdent beaucoup plus promptement que les oiseaux qui ont les mouvements lents et faibles (gallinacés).

Les reptiles, notamment les grenouilles, conservent plus longtemps la contractilité que les mammifères et les oiseaux. Nysten a suivi les contractions de l'oreillette et de la veine cave pendant quatorze ou vingt heures après la mort.

La contractilité a une durée moindre dans la classe des poissons. Chez les carpes, l'oreillette du cœur et la veine cave cessent de répondre aux stimulants au bout de neuf à dix heures.

En comparant les phénomènes offerts par la contractilité dans les divers animaux que nous venons de passer en revue, on est frappé d'une coïncidence que Nysten a très bien fait ressortir : la durée de la contractilité après la mort est en raison inverse de l'énergie musculaire développée pendant la vie. Si on compare les différentes classes d'animaux, on voit que les oiseaux qui ont une grande énergie musculaire perdent leur irritabilité très

rapidement. L'homme et les mammifères en général, dont l'activité de l'appareil locomoteur est moindre, conservent plus longtemps la contractilité. Les poissons et les reptiles surtout l'emportent sur les autres classes d'animaux.

Les ordres d'animaux appartenant à une même classe ne s'éloignent pas de la loi générale exprimée plus haut : les oiseaux de proie, dont l'énergie musculaire l'emporte de beaucoup sur celle des gallinacés, perdent la contractilité avant ces derniers.

Enfin la comparaison des différents organes musculaires, appartenant à un même animal, démontre aussi que ce sont ceux qui sont les plus exercés pendant la vie qui perdent le plus rapidement leur faculté contractile ; les muscles du tronc avant ceux des membres, le ventricule aortique avant le ventricule pulmonaire, le gros intestin avant l'intestin grêle, etc., etc.

Les résultats qui viennent d'être rapportés ont été obtenus sur des animaux qui succombaient par la cessation des fonctions des centres nerveux, conséquence nécessaire de la section du bulbe. Il importait de rechercher si d'autres genres de mort y apporteraient des modifications. En faisant succomber les animaux par la cessation des fonctions du cœur, soit en les tuant par hémorrhagie, soit encore par l'injection dans la veine jugulaire d'air atmosphérique ou d'un autre gaz insoluble, l'ordre de disparition de la contractilité dans les divers organes n'a pas présenté de différence avec l'ordre précédemment énoncé.

Déjà la commission de l'Institut, nommée pour exa-

miner et vérifier les phénomènes galvaniques, avait conclu de ses recherches que les asphyxies par le gaz hydrogène, l'hydrogène carboné, l'acide muriatique oxygéné, l'acide sulfureux, et l'asphyxie par privation d'air, n'altèrent pas d'une manière sensible la contractilité; que cette propriété est diminuée dans les asphyxies par l'ammoniaque, la vapeur de charbon, l'hydrogène sulfuré, que l'acide carbonique enfin n'altère que momentanément cette propriété.

D'après des expériences dues à Nysten, la contractilité est sensiblement diminuée dans l'asphyxie par l'hydrogène sulfuré; l'excitabilité est surtout affaiblie dans le cœur qui ne reçoit aucune atteinte dans l'asphyxie par les gaz nitreux et acide muriatique oxygéné.

Wilgenroth a recherché, à l'exemple de Nysten, aussi la durée de l'irritabilité des fibres musculaires chez des mammifères (chiens, chats, lapins) décapités. Voici les résultats qu'il a obtenus :

	Minutes.
Ventricule gauche du cœur.	16
Gros intestin.	25
Muscles du cou coupés par l'instrument tranchant du côté de la tête.	26
Oreillette gauche	30
Intestin grêle.	35 à 40
Muscles animés par le nerf facial.	40
Ventricule droit.	40
OEsoophage.	44
Muscles du cou coupés par l'instrument tranchant du côté du tronc.	45 à 50
Muscles masséters.	46
Diaphragme.	51
Muscles du tronc.	60 à 70
Muscles des pattes de derrière.	70
Muscles des pattes de devant.	80 à 90

M. Brown Sequart a signalé un phénomène particulier que présente la contractilité musculaire avant sa disparition : ce sont des *contractions rigides* qui ont lieu sous l'influence d'excitations mécaniques. Les muscles se raccourcissent lentement, restent contractés pendant quelques secondes, puis reprennent graduellement la longueur qu'ils avaient avant l'excitation.

Au moment où la contractilité musculaire disparaît dans les animaux, il survient un état particulier du cadavre, état que l'on a désigné sous le nom de *roideur cadavérique*. Les expériences faites par Nysten démontrent que les muscles sont le siège de ce phénomène ; c'est également l'opinion de Sommer. Mais les physiologistes ne sont pas parfaitement d'accord sur sa cause intime : Les uns l'ont attribué à la contractilité vitale des fibres musculaires, d'autres à leur contractilité physique, d'autres à la coagulation du sang. Un fait que les recherches de M. Philips Kay, confirmées par celles de Brown-Sequart, ont permis de reconnaître, c'est que les muscles atteints de rigidité cadavérique recouvrent l'irritabilité lorsqu'on injecte du sang frais dans les vaisseaux qui s'y distribuent.

Influence du sang sur la contractilité musculaire.

La contractilité ou l'irritabilité musculaire ne saurait se manifester dans les muscles, quand ils sont privés du contact du sang artériel.

Un grand nombre d'observateurs ont vu survenir la paralysie des *mouvements volontaires* dans les muscles

dont la circulation artérielle est interrompue : Swammerdam , Sténon , Brunner , Vieussens , G. Bartholin , Bohn , Cowper , Astruc , Pascoli , Langrish , Haller , Bichat , M. Ségalas , M. le professeur Bérard , ont en effet constaté , dans de nombreuses expériences , que la ligature de l'aorte ventrale détermine , chez les animaux , une paraplégie.

M. Longet a envisagé la question sous un autre point de vue : il a interrogé l'*irritabilité* même des muscles après avoir supprimé le cours du sang artériel. Sur cinq chiens , il a pratiqué la ligature de l'aorte abdominale : au bout de 15 minutes , il y avait paralysie du mouvement volontaire des membres abdominaux. Quant à l'*irritabilité* des muscles de ces membres , elle a été appréciée en ayant recours à l'emploi d'irritants mécaniques et surtout de l'électricité. M. Longet a vu l'*irritabilité* persister , en moyenne , pendant deux heures et demie dans les muscles qu'il soumettait à ses investigations. Nous disons en moyenne , parce que les résultats , obtenus par cet expérimentateur , ont différé un peu chez les divers animaux. Chez les trois premiers chiens , la ligature de l'aorte fut pratiquée au-dessous de l'artère mésentérique inférieure ; l'*irritabilité* cessa dans les muscles deux heures après. Chez le quatrième animal , la ligature fut placée entre les deux artères mésentériques ; l'*irritabilité* persista , mais faiblement , dans les muscles de la jambe , ce que M. Longet attribue à l'arrivée d'une petite quantité de sang dans les membres inférieurs , par les anastomoses qui existent entre les artères coliques gauches et les artères coliques droites. Chez le cinquième chien , la ligature embrassa à la fois la veine

cave inférieure et l'aorte : l'irritabilité persista pendant deux heures et demie.

Ajoutons qu'en déliant l'aorte l'irritabilité musculaire renaît d'abord, et que les mouvements volontaires reparaisent en dernier lieu.

Une preuve de l'importance du rôle du sang artériel pour l'exercice de la contractilité musculaire nous est donnée par l'examen de ce qui a lieu chez les individus dont le sang artériel se mélange avec le sang veineux par le fait d'une communication congénitale entre les cavités droites et les cavités gauches du cœur. Chez ces sujets, la contractilité musculaire ne présente jamais l'énergie qu'elle offre quand les muscles sont imprégnés d'un sang parfaitement artérialisé.

Les données précédentes s'appliquent aux mammifères.

Chez les grenouilles, les muscles paraissent conserver leur irritabilité après l'ablation du cœur. Bien plus, il résulte des expériences de J. Müller que la contractilité persiste chez ces animaux, lorsqu'on a chassé le sang artériel des vaisseaux d'un muscle au moyen d'un courant d'eau poussé par les artères.

L'interruption de la circulation veineuse a-t-elle une influence sur l'irritabilité?

M. Ségalas a observé que les mouvements volontaires persistent plus longtemps lorsqu'on fait simultanément la ligature de l'aorte et de la veine cave que si l'on pratique la ligature de l'aorte seulement. J.-Ph. Kay a déduit de ses expériences, contrairement à l'opinion de Bichat, que la transfusion du sang veineux fait renaître

la contractilité dans un muscle qui l'a perdue par suite d'une ligature artérielle. Les expériences de M. Longet paraissent avoir définitivement résolu cette question : la ligature de la veine cave seule, sur des chiens qui ont survécu pendant vingt-six heures à cette opération, a permis de reconnaître que les muscles des extrémités postérieures demeurent irritables jusqu'à la mort, et que les mouvements volontaires sont à peine gênés. On s'explique dès lors les résultats obtenus par M. Longet dans l'une des précédentes expériences : la durée plus prolongée de l'irritabilité musculaire, dans le cas où une ligature avait été portée à la fois sur l'aorte et sur la veine cave, que lorsque le lien constricteur avait embrassé l'aorte seulement. Le sang veineux resté dans les muscles, a pu suffire à l'entretien de la contractilité pendant quelque temps.

Des expériences postérieures à celles que nous venons de rapporter, expériences dues à Erichsen, en sont venues confirmer les résultats. Erichsen, en liant les vaisseaux coronaires, chez des animaux asphyxiés dont la respiration était entretenue artificiellement, a vu l'action du cœur cesser plus rapidement que de coutume. Lorsque la veine coronaire restait ouverte, les battements cardiaques persistaient encore moins longtemps.

Rapports de la contractilité musculaire avec le système nerveux.

- On a beaucoup discuté sur la question de savoir si les nerfs, qui vont se distribuer aux muscles, contribuent d'une manière essentielle au maintien de leur

faculté contractile. Haller et ses disciples, Fontana, Sæmmerring, Bichat, Nysten, etc., considéraient la contractilité comme une propriété inhérente à la fibre charnue vivante et tout à fait indépendante de l'influence nerveuse. Suivant eux, la contractilité est soumise, dans les muscles volontaires seulement, à l'action des nerfs qui servent de conducteurs au stimulus destiné à provoquer la contraction. Les preuves alléguées en faveur de cette doctrine sont les suivantes : 1° La force propre aux muscles est tout à fait différente de celle des nerfs vivants ; la première manifeste son existence par des oscillations et des mouvements parfaitement appréciables ; dans les nerfs on ne voit rien d'analogue. 2° Après la destruction du cerveau et de la moelle épinière, les muscles continuent quelque temps encore à se contracter sous l'influence des stimulants auxquels on les soumet ; il en est de même quand on lie ou que l'on coupe les nerfs qui vont se rendre aux muscles. 3° Si l'on arrache le cœur de la poitrine d'un animal vivant, et qu'on le place sur une table, on voit ses mouvements persister pendant un certain temps. 4° Si on applique des stimulants aux nerfs du cœur et des intestins, on ne détermine aucune action sur ces organes, etc.

La doctrine de Haller sur l'irritabilité musculaire fut combattue par Whytt, Monro, Prochaska, Legallois, etc., qui regardaient la force nerveuse comme le principe de la vie des animaux et de tous leurs mouvements. Suivant ces physiologistes, la contractilité musculaire n'est pas une force à part, existant par elle-même, elle dépend du système nerveux qui l'apporte aux muscles par l'intermédiaire des nerfs. Plusieurs des arguments in-

voqués par les partisans de cette doctrine ne paraissent pas sans valeur : il entre des nerfs dans la composition de tous les muscles, aussi bien dans les muscles soumis à la volonté que dans ceux qui sont soustraits à son empire ; les muscles se contractent aussi bien quand on irrite les nerfs que quand la stimulation leur est directement appliquée ; la contractilité musculaire s'éteint après l'emploi des narcotiques et autres substances qui détruisent également la force nerveuse ; l'ablation du cerveau et de la moelle, la section ou la ligature des nerfs abolissent dans les muscles la contractilité.

Les adversaires de l'irritabilité hallérienne ont donné de la persistance des battements du cœur arraché de la poitrine d'un animal vivant, une autre interprétation. Suivant eux, le cœur, séparé de ses rapports avec les grands centres nerveux, tire la faculté de se contracter des nerfs disséminés dans son tissu ; cet organe est manifestement influencé par l'intermédiaire du système nerveux, puisque Haller lui-même a reconnu que l'irritation de la moelle allongée produit de violentes pulsations cardiaques, que Wilson Philip a pu les accélérer ou les retarder par l'application de certains agents chimiques sur les centres nerveux ; que Humboldt et Burdach sont parvenus également à changer les battements du cœur par des irritations dirigées sur les nerfs cardiaques. Quant à l'influence des nerfs sur les autres muscles organiques, elle a été prouvée manifestement par l'expérience suivante due à J. Müller : on ouvre le ventre d'un lapin, et l'on attend que les mouvements péristaltiques des intestins, suscités par le contact de l'air, aient cessé. Si l'on touche alors le ganglion cœ-

liaque avec de la potasse caustique, on voit survenir, au bout de quelques instants, des mouvements péristaltiques très énergiques.

Tiedemann pense que la propriété qu'ont les muscles de se contracter sous l'influence des excitations, dépend de la constitution matérielle particulière aux fibres musculaires vivantes, de leur composition chimique et de leur organisation placées sous l'influence de la nutrition. Ce qui prouve, suivant le physiologiste allemand, la relation qui existe entre l'état matériel des muscles et leur propriété contractile, c'est que toutes les circonstances qui sont de nature à modifier leur composition chimique et leur organisation portent atteinte à la contractilité. Tiedemann professe que toute contraction d'un muscle suppose une excitation, qui paraît produire d'abord *une manifestation d'activité dans ses nerfs*, et qui détermine, dans la substance musculaire vivante, un changement dont une contraction est la conséquence. Quant à savoir ce qui se passe dans le conflit des nerfs avec les fibres musculaires, Tiedemann croit vraisemblable que les nerfs fournissent un agent impondérable à la substance musculaire, ou peut-être qu'ils opèrent sur les muscles une décharge électrique, par laquelle se produit le changement nécessaire à la contraction. On peut présumer, suivant lui, ou que la fibrine qui fait la base des fibres musculaires est amenée, par l'influence nerveuse, à un état de plus grande densité, ou que peut-être une matière coagulable, l'albumine, passe du sang dans ces fibres, et y prend l'état de coagulation.

D'après J. Müller, l'intégrité des nerfs qui se répandent

dans les muscles est nécessaire à l'excitation de ceux-ci, et les muscles ne sont pas accessibles eux-mêmes aux irritations. Cette opinion est fondée sur les preuves suivantes : 1° Les mêmes irritations produisent la contractilité des muscles et l'excitabilité des nerfs ; 2° les substances qui enlèvent aux muscles leur irritabilité détruisent celle des nerfs ; c'est ce qui arrive pour les narcotiques ; 3° la contractilité est abolie dans un muscle lorsqu'on opère la section des nerfs musculaires jusqu'aux plus petites branches, ainsi que de Humboldt l'a constaté ; 4° des décharges électriques violentes, soit sur les muscles, soit sur les nerfs seulement détruisent la contractilité musculaire ; 5° l'excitation des nerfs sensitifs ne détermine pas de contraction dans les muscles, tandis que l'excitation des nerfs moteurs en produit une ; 6° les muscles perdent leur irritabilité après la paralysie prolongée de leurs nerfs coupés.

On peut répondre à ces divers arguments : au premier, qu'il prouve tout simplement une certaine analogie entre l'action exercée sur les nerfs et les muscles par les excitants ; au second, que des expériences récentes sont en opposition complète avec l'opinion énoncée par Müller ; au troisième, que l'expérience de Humboldt est insignifiante, car il est impossible d'aller couper tous les filets nerveux dans un muscle sans détruire l'organisation du muscle lui-même ; au quatrième, qu'il démontre encore une certaine analogie entre l'excitabilité des nerfs et l'irritabilité musculaire. Si l'excitation des nerfs sensitifs, ainsi que Müller l'a constaté, ne détermine pas de contraction dans les muscles, cela tient aux lois de la propagation du principe nerveux que

l'on sait être entièrement différentes dans les nerfs moteurs et sensitifs. Enfin si les muscles perdent leur irritabilité après la paralysie prolongée, rien ne prouve que ce ne soit pas par le fait d'une modification survenue dans les propriétés organiques du tissu musculaire que ce changement a lieu.

M. Longet a recherché les conditions de l'irritabilité musculaire, en prenant une marche tout à fait différente de celle qui avait été suivie par les autres physiologistes. Pour résoudre le problème de l'irritabilité hallérienne, il s'est posé les questions suivantes : 1° Quelle est, dans les nerfs moteurs séparés de l'axe cérébro-spinal, la durée de leur excitabilité, c'est-à-dire la durée de leur aptitude à faire contracter la fibre charnue quand on les irrite directement; 2° l'irritabilité musculaire disparaît-elle ou non avec l'excitabilité des nerfs de mouvement? 3° Les nerfs sensitifs influencent-ils l'irritabilité musculaire? 4° Les fibres nerveuses grises ou organiques concourent-elles à l'entretien de l'irritabilité musculaire?

Je commence par l'examen de la première question : *Quelle est dans les nerfs moteurs séparés de l'axe cérébro-spinal, la durée de leur excitabilité, c'est-à-dire de leur aptitude à faire contracter la fibre charnue quand on les irrite directement?*

Legallois avait reconnu qu'en détruisant la moelle lombaire d'un lapin, âgé de moins de dix jours, on frappe de mort le train postérieur de l'animal, et que néanmoins les muscles de la cuisse conservent *pendant fort longtemps* la faculté de répondre aux stimulants appliqués sur le nerf sciatique. Toutefois Legallois n'a

émis aucune opinion sur la durée précise de ces phénomènes.

J. Müller et Sticker ont fait quelques essais bien incomplets au point de vue des résultats obtenus sur la durée de l'excitabilité des nerfs séparés des centres nerveux. Leurs expériences ont été pratiquées sur le nerf sciatique de deux lapins et d'un chien. Ils rapportent que, chez le premier lapin, l'extrémité périphérique du nerf coupé avait perdu toute trace d'excitabilité, au bout de deux mois et trois semaines; chez le chien, au bout de deux mois et demi; chez le deuxième lapin, au bout de cinq semaines. Steinruch a reconnu que, quatre semaines après la section du nerf sciatique, le bout inférieur du nerf ne détermine plus de contractions dans les muscles du membre, sous l'influence de stimulants directement appliqués sur lui.

Ces expériences, ainsi que celles de Schön et de Günther, laissent beaucoup à désirer pour les résultats, parce qu'elles n'indiquent pas d'une manière exacte le moment où un nerf, séparé de l'axe cérébro-spinal, perd toute trace d'excitabilité. Afin d'apporter dans la solution de cette question toute la rigueur désirable, M. Longet a modifié le procédé expérimental : au lieu d'attendre un certain temps pour irriter le bout inférieur du nerf coupé, il interroge l'excitabilité du cordon nerveux tous les jours et sur des animaux différents, à partir de l'époque où la section a été pratiquée. M. Longet a pu déterminer ainsi que toute excitabilité est éteinte dans le nerf au bout de *quatre jours*. Si alors on applique le galvanisme aux ramus-

cules nerveux, on ne détermine pas la moindre contraction dans les muscles.

Ces expériences ont été faites sur différents nerfs, sur des cordons purement moteurs et sur des cordons mixtes, sur les nerfs hypoglosse, facial et sciatique. M. Longet les a modifiées comme il suit : après la section du nerf sciatique, le bout périphérique a été soumis pendant une demi-heure ou une heure à un courant électrique alternativement direct et inverse ; la durée de l'excitabilité du nerf a été la même que quand le bout périphérique n'avait subi aucune stimulation électrique.

L'irritabilité musculaire disparaît-elle ou non avec l'excitabilité des nerfs de mouvement ?

Pour répondre à cette question et la dégager d'autres éléments, il fallait agir sur des nerfs exclusivement moteurs. M. Longet a donc institué l'expérience suivante : Sur des chiens, il met à nu les trois branches du facial et les resèque dans une certaine étendue. Au bout de quatre jours, les extrémités périphériques de ce nerf cessent de répondre aux stimulants mécaniques ou galvaniques et conséquemment ont perdu toute excitabilité. Au contraire, après *douze semaines*, les fibres musculaires, qui reçoivent des rameaux du nerf facial, se contractent encore sous l'influence d'un stimulus qui leur est immédiatement appliqué. Ajoutons, à l'appui des expériences précédentes, que M. Brown-Sequart, ayant arraché le nerf facial chez un lapin, a vu l'irritabilité persister dans les muscles paralysés, vingt et un mois après cette mutilation.

Il ne semble donc pas y avoir une corrélation intime

entre l'excitabilité des nerfs moteurs et l'irritabilité musculaire.

Les nerfs sensitifs ont-ils de l'influence sur l'irritabilité musculaire ?

Si l'on pratique sur un chien la résection d'un nerf sensitivo-moteur, du nerf sciatique, par exemple, on reconnaît que les fibres musculaires de la jambe se contractent sous l'influence de stimulants directs pendant *six à sept semaines* environ. A partir de cette époque, les muscles se décolorent, éprouvent une sorte de dégénérescence, puis ils cessent peu à peu de répondre aux stimulants les plus énergiques.

Si, sur un chien, on excise le nerf sous-orbitaire, le nerf buccal de la cinquième paire et l'anastomose du nerf auriculo-temporal avec le facial, on supprime dans les muscles sous-cutanés de la face tous les filets sensitifs qui s'y rendent, mais on laisse intacts les filets moteurs. Or, six semaines après cette opération, les muscles qui reçoivent leurs filets sensitifs des branches coupées sont décolorés; leur irritabilité est moins marquée que dans les muscles du côté sain.

Ces expériences de M. Longet démontrent que l'irritabilité musculaire se comporte différemment, selon que l'on supprime les filets moteurs ou les filets sensitifs qui vont aux muscles. Dans le premier cas, l'irritabilité persiste; dans le second, elle diminue sensiblement au bout de six à sept semaines.

Il semblerait donc, de prime abord, que l'irritabilité est sous la dépendance des nerfs sensitifs musculaires. Mais, comme ces nerfs sont associés aux fibres *grises ou organiques*, il reste à rechercher si la

perte de l'irritabilité musculaire, conséquence des troubles dans la nutrition des muscles, n'est pas plutôt sous la dépendance des nerfs gris que des nerfs sensitifs. M. Longet penche vers la première opinion, tout en avouant qu'il est impossible de résoudre le problème expérimentalement. Ce qui semble dénoter qu'il y a une sorte d'indépendance entre les filets nerveux sensitifs et les filets gris ou organiques, c'est que certaines lésions de la cinquième paire sont caractérisées par l'insensibilité dans les téguments de la face, tandis que d'autres sont accompagnées en même temps de trouble dans la nutrition de toutes les parties de cette région, les muscles eux-mêmes compris. Pour compléter la démonstration, il serait important de rechercher si, dans ce dernier cas, la contractilité finit elle-même par subir une diminution dans les muscles de la face, et si, au contraire, elle reste intacte dans le premier.

M. Longet se trouve amené à la conclusion que l'irritabilité est une force inhérente aux muscles vivants, et qu'elle réclame, pour son entretien, le concours des nerfs sensitifs ou des nerfs organiques qui président à la nutrition musculaire.

On peut trouver encore une autre preuve de l'indépendance qui existe entre la contractilité musculaire et l'excitabilité des nerfs, dans l'action comparative de la nicotine et du *curare* sur l'organisme. Il résulte des expériences de M. Cl. Bernard que le *curare* éteint rapidement et complètement les propriétés sensitive et motrice du système nerveux. En empoisonnant une grenouille avec le *curare*, on trouve, aussitôt après la mort qui survient au bout de quatre à cinq minutes, que les mouvements

réflexes sont entièrement abolis. L'excitation des nerfs des membres au moyen du galvanisme ou du pincement ne détermine aucune convulsion dans les muscles. Si l'on agit sur ces organes eux-mêmes, on voit que la contractilité y subsiste, en sorte que le *curare* paraît avoir porté son action paralysante sur le système nerveux et n'avoir exercé aucune influence sur la contractilité musculaire. Au contraire, si l'on empoisonne des grenouilles au moyen de la nicotine posée sur la langue, on constate que les muscles cessent après la mort de répondre à l'action de l'électricité.

En recherchant ce que devient la contractilité musculaire dans les membres paralysés des mouvements volontaires, on arrivera peut-être aussi à jeter quelque lumière sur la question qui nous occupe.

Ainsi Nysten a déterminé, à l'aide du galvanisme, des contractions dans les membres paralysés de deux sujets qui avaient succombé, au bout de *quelques jours*, à des attaques d'apoplexie.

Legallois ayant détruit la moelle lombaire d'un lapin âgé de moins de dix jours, a paralysé le train postérieur de l'animal de tout mouvement volontaire, mais l'irritabilité a persisté dans les muscles.

Müller et Sticker, dans les expériences que nous avons rapportées, ont constaté la perte de l'irritabilité dans les muscles des membres paralysés.

Mais il importe de se placer ici au point de vue des expériences de M. Longet, et de tenir compte de deux conditions, l'espèce de paralysie et sa durée. Avec une paralysie portant sur les nerfs moteurs seulement,

l'irritabilité musculaire pourra subsister ; si la paralysie porte à la fois sur les nerfs moteurs, sensitifs et organiques, l'irritabilité musculaire finira par être abolie. C'est faute d'avoir eu égard à ces diverses conditions que plusieurs physiologistes sont arrivés à des résultats contradictoires.

M. Duchenne a appliqué la galvanisation localisée à l'étude de la contractilité musculaire dans les paralysies du membre supérieur. De ses recherches il a conclu que, dans les lésions traumatiques des nerfs, entraînant la paralysie immédiate des mouvements volontaires, l'état de la contractilité musculaire varie suivant l'époque à laquelle on pratique la galvanisation. Dans les premiers jours, elle n'est pas sensiblement modifiée ; bientôt elle diminue, et après deux à trois semaines elle a disparu. Ce résultat diffère de celui que M. Longet a obtenu dans ses expériences sur les animaux auxquels il pratiquait la résection du nerf sciatique. M. Duchenne paraît encore avoir constaté que la contractilité électrique musculaire avait déjà subi une diminution considérable dans les muscles de la face, dans un cas de paralysie de la septième paire, dix jours après l'envahissement de la maladie. Mais, un procédé expérimental qui n'agit sur les muscles qu'à travers les téguments, peut-il avoir le même degré de certitude que celui qui consiste à découvrir ces muscles et à les stimuler directement ?

Il nous reste à mentionner quelques expériences de Marshall-Hall, qui l'ont conduit à formuler des conclusions spéciales sur l'irritabilité musculaire. Sur des grenouilles, il a fait la section de la moelle épinière, au-dessous de l'origine du plexus brachial, et reséqué

le nerf sciatique du côté *droit*. Après cette double mutilation, le physiologiste anglais constate une paralysie des mouvements volontaires des membres postérieurs; l'extrémité postérieure *gauche*, paralysée pour les mouvements volontaires, s'agite énergiquement lorsqu'on touche les orteils de ce côté avec la pince à disséquer; l'extrémité postérieure *droite* (celle dont le nerf sciatique est coupé) ne présente ni mouvements spontanés, ni mouvements dus à un stimulus immédiat. Quelques semaines après l'expérience, l'irritabilité musculaire de l'extrémité postérieure *gauche* s'était graduellement augmentée, celle de l'extrémité *droite* avait graduellement diminué. La différence dans le degré d'irritabilité de la fibre musculaire des deux membres a été constatée après leur séparation du reste du corps.

De ces expériences il résulte, suivant Marshall-Hall, que les muscles du membre paralysé par suite de leur séparation du cerveau et de la moelle, avaient perdu leur irritabilité; tandis que les muscles du membre séparé du cerveau seulement, conservèrent *très probablement* leur irritabilité avec un surcroît d'énergie.

Marshall-Hall a recueilli quelques faits pathologiques qui lui paraissent favorables à sa doctrine.

Chez un malade affecté d'hémiplégie et de paralysie faciale, il fit passer un courant galvanique à travers les oreilles; les muscles paralysés se contractèrent. Au contraire, dans deux cas de blessure du nerf facial, les muscles paralysés des mouvements volontaires ne donnèrent aucun signe d'irritabilité sous l'influence du galvanisme.

Marshall-Hall conclut que, dans la paralysie cérébrale,

L'irritabilité musculaire est *augmentée* par défaut de *stimulus de la volition*; que, dans la paralysie provenant d'une maladie de la moelle épinière et de ses nerfs, l'irritabilité est *diminuée* et s'éteint tout à fait, parce qu'elle ne communique plus avec sa source.

Ainsi, pour Marshall-Hall, la moelle épinière, sans le concours du cerveau, est la source de l'irritabilité musculaire; le cerveau, organe de la volition, *absorbe* l'irritabilité. L'irritabilité est augmentée dans les muscles qui ont perdu leurs communications avec le cerveau; elle est diminuée dans ceux qui ont perdu leurs communications avec la moelle épinière.

Les faits expérimentaux annoncés par Marshall-Hall ne sont pas restés sans contrôle. M. Longet a répété ses expériences sur des grenouilles; mais, comme les animaux ont succombé très promptement à la lésion de la moelle, et qu'au rapport de Marshall-Hall l'augmentation de l'irritabilité ne survient dans le membre, en communication avec les centres nerveux, qu'au bout de quelques semaines, M. Longet n'a pu constater cette augmentation d'irritabilité.

D'un autre côté, M. Duchenne a voulu s'assurer si la contractilité électro-musculaire est en effet augmentée dans les paralysies cérébrales. Il a donc appliqué la galvanisation localisée aux muscles dans un cas de paralysie du membre supérieur consécutive à une hémorragie cérébrale datant de quatre ans; il a constaté que les muscles du membre sain et ceux du membre paralysé étaient également excitables. Je dois cependant faire observer que M. Duchenne n'a rapporté qu'une seule observation à l'appui de cette opinion.

De ce qui précède, il résulte que l'état de l'irritabilité des muscles *dans les paralysies* doit être soumis à une nouvelle étude et que les données pathologiques sont encore insuffisantes pour déterminer les relations qui existent entre le système nerveux et l'irritabilité musculaire.

FIN.