

Bibliothèque numérique

medic@

Marey, Etienne-Jules. - Histoire naturelle des corps organisés. Cours de M. Marey. Le transformisme et la physiologie expérimentale

In : Revue scientifique de la France et de l'étranger. Revue des cours scientifiques, 1873, XI, 813-822



(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)
Adresse permanente : <http://www.bium.univ-paris5.fr/hist/med/medica/cote?marey187>

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^e SÉRIE)

DIRECTION : MM. EUG. YUNG ET ÉM. ALGLAVE

2^e SÉRIE — 2^e ANNÉE

NUMÉRO 35

1^{er} MARS 1873

COLLÈGE DE FRANCE

HISTOIRE NATURELLE DES CORPS ORGANISÉS

COURS DE M. MAREY

Le transformisme et la physiologie expérimentale

I

LE TRANSFORMISME ET SES ADVERSAIRES

Les sciences naturelles ont reçu de nos jours une grande impulsion sous l'influence des idées de Darwin. Ce n'est pas que les opinions de l'illustre savant anglais soient encore généralement acceptées; on a vu récemment avec quel acharnement les défenseurs de la doctrine régnante repoussent l'hypothèse du *transformisme*. Mais l'apparition de la théorie darwinienne a soulevé de longs débats; aux arguments que Lamarck apportait autrefois en faveur de la variabilité des êtres, il s'en est ajouté un grand nombre d'autres fournis par les partisans du transformisme. D'autre part, la doctrine ancienne a été soutenue avec une passion à laquelle on n'eût guère pu s'attendre, si bien qu'aujourd'hui les naturalistes sont partagés en deux camps; presque tous ceux qui s'occupent de zoologie ou de botanique ont pris parti pour l'un ou pour l'autre.

Dans l'un de ces camps s'est retranchée la vieille école, qui considère le monde organisé comme à peu près immuable. Pour elle, la série si nombreuse des animaux et des plantes est limitée à un certain nombre d'*espèces*, types inaltérables qui ont le pouvoir de se transmettre par générations successives depuis leur origine jusqu'à la fin des temps. C'est à peine si l'espèce a le droit de s'écarter légèrement et d'une façon temporaire du type primitif. Motivés par des changements de climats ou de nourriture, par la domestication ou par quelque influence perturbatrice du même ordre, ces légers changements s'effacent aussitôt que l'espèce est replacée dans ses conditions de vie normale. Le type primitif reparait alors dans sa pureté première.

2^e SÉRIE. — REVUE SCIENTIF. — IV

Dans l'autre camp, la croyance est toute différente; l'être vivant se modifie sans cesse avec le milieu qu'il habite, la température qu'il y trouve, la nourriture qu'il y rencontre. Les habitudes qu'il est forcé de prendre pour vivre dans des conditions nouvelles lui font acquérir des aptitudes spéciales qui modifient son organisme et changent la forme de son corps. Et comme l'hérédité transmet, dans de certaines limites, aux descendants les modifications acquises par les ancêtres, l'*espèce* se modifie peu à peu. Lamarck est l'auteur de cette théorie du *transformisme* sur laquelle Darwin et ses élèves ont ramené l'attention des naturalistes. Darwin ajoute à ces influences extérieures, qui peuvent modifier l'espèce animale, une cause qui maintient et exagère sans cesse ces modifications lorsqu'elles sont à l'avantage de l'espèce. Cette cause est la sélection naturelle.

Si les hasards de la naissance ont doué certains individus d'une modification légère qui les rende plus forts ou plus agiles, suivant le cas, mais en somme plus aptes à soutenir la *concurrence de la vie*, ces individus sont désignés par cela même au rôle de reproducteurs. Non-seulement leur supériorité physique accroît leurs chances de longévité et leur donne par cela même plus de temps pour se multiplier, mais, pour Darwin, l'existence même d'une supériorité physique chez un animal le ferait préférer aux autres pour la reproduction. Ainsi l'espèce entière se perfectionnerait par acquisition successive de qualités nouvelles chaque fois qu'un individu viendrait à naître mieux doué que les autres représentants de cette espèce.

La lutte entre l'ancienne école et celle du transformisme menace de durer longtemps encore sans que l'un des partis trouve pour abattre l'autre quelque argument victorieux. Tout le monde connaît les raisons qui ont été fournies de part et d'autre, et pour lesquelles tour à tour la géologie, l'archéologie, la zootechnie, l'agriculture ont été mises à contribution. Quand et comment finira cette lutte? Nul ne saurait le dire encore. Cependant si l'on osait émettre une prévision sur l'issue du combat d'après l'attitude actuelle des deux parties adverses, on présagerait la défaite de la vieille école. Celle-ci, en effet, voit ses rangs s'éclaircir chaque jour; elle

se décourage visiblement, et semble avouer son impuissance à fournir des preuves d'ordre scientifique en s'abritant derrière une sorte d'orthodoxie qui n'a rien à faire dans le débat.

Peut-être pourrait-on faire un même reproche aux deux systèmes : celui de s'en tenir trop aux généralités dans leurs discussions, et de ne pas suffisamment mettre en relief le point important du débat.

Ainsi, il faut convenir que Lamarck est beaucoup trop vague dans ses explications lorsqu'il attribue les changements de l'organisme vivant à des circonstances extérieures. Entre un besoin qui se révèle et une forme organique qui correspond à ce besoin, il y a une lacune que sa théorie n'a pas comblée. Il nous dit que les espèces animales que nous voyons aujourd'hui si admirablement adaptées, chacune au genre de vie qu'elle mène; pourvues, suivant leurs besoins, d'ongles ou de sabots, d'ailes ou de nageoires, de dents aiguës ou de becs cornés, n'ont pas toujours vécu sous cette forme; qu'elles ont acquis graduellement ces conformations diverses, qui sont aujourd'hui en parfaite harmonie avec les conditions dans lesquelles elles vivent. Mais quand on lui demande de montrer une modification de ce genre en train de s'accomplir sous une influence extérieure, l'auteur de la *Philosophie zoologique* n'a guère à fournir que des modifications de peu d'importance; il objecte que l'observation scientifique ne remonte pas assez haut dans les âges du monde. Et si l'on ouvre les tombeaux de Memphis pour montrer à Lamarck des squelettes d'animaux identiques à ceux que l'Égypte nourrit encore de nos jours, il répond sans se déconcerter : « C'est que les conditions dans lesquelles ces » animaux vivaient autrefois se retrouvent encore aujourd'hui. » La réponse vaut l'attaque, mais n'est pas plus probante; on discuterait indéfiniment sur un pareil terrain.

Darwin est plus précis quand il plaide en faveur de la *sélection naturelle*. Personne ne doute plus aujourd'hui de la puissance énorme de la sélection pour dévier le type des êtres organisés. Les éleveurs ont produit les plus curieuses transformations dans le règne animal en choisissant constamment comme reproducteurs les sujets qui possèdent au plus haut degré les caractères physiques qu'il s'agit d'imprimer à la race. La sélection produit sur le règne végétal des transformations du même genre; de sorte que Darwin a pu, sans donner une trop grande part à l'hypothèse, attribuer le rôle principal, dans la transformation des êtres, à une sélection qui se ferait naturellement, pour les raisons qui ont été rappelées tout à l'heure. Mais Darwin, aussi bien que Lamarck, n'envisage qu'à un point de vue restreint les causes de transformation des êtres organisés. Chacun des deux chefs de doctrine assigne la plus grande part à la cause de variation qu'il a signalée le premier.

L'école nouvelle qui, par un éclectisme judicieux, tend aujourd'hui à faire une juste part à ces deux ordres d'influences, pour expliquer par des transformations successives la surprenante variété des êtres, a déjà fourni d'importants éléments en faveur du *transformisme*. Mais, pour quelques savants, ces études sont frappées d'une sorte de discrédit; pour eux, l'immuabilité et la variabilité de l'espèce animale rentrent dans le domaine des questions insolubles.

Il est vrai que si l'on demande aux partisans du transformisme de prouver expérimentalement la réalité de leur doctrine, si l'on exige d'eux, par exemple, qu'ils transforment

l'espèce âne en l'espèce cheval ou quelque chose d'analogue, ils sont forcés d'avouer leur impuissance et de répondre qu'il faudrait pour cela exercer les influences modificatrices et la sélection pendant des milliers et des milliers d'années. C'est en effet par transitions très-lentes qu'à dû s'effectuer la variation des espèces, si tant est qu'elle ait eu lieu. Dès lors, en l'absence de solution expérimentale, l'hypothèse du transformisme ne peut être ni prouvée ni réfutée. Les savants dont l'esprit est habitué aux démonstrations rigoureuses se désintéressent de pareilles questions : pour eux, elle n'ont rien de scientifique.

Et pourtant, la science en aborde chaque jour de semblables. Quand un astronome étudie les influences qui peuvent ralentir le mouvement des astres, quand il prédit pour un avenir éloigné de quelques millions d'années une modification de l'orbite terrestre; un ralentissement de la rotation de notre planète; un refroidissement mortel à tous les êtres vivants sur la terre, ce savant est écouté. Lorsqu'il signale une cause, si petite qu'elle soit, de ralentissement d'un mouvement planétaire, tout le monde conçoit que cette cause persistant pendant une longue suite de siècles, ses effets se multiplieront par la durée du temps. Et personne n'ajourne cet astronome à quelques millions d'années pour rendre justice à la rigueur de ses raisonnements.

Pourquoi serait-on plus rigoureux envers la théorie du transformisme. Elle ne peut, dira-t-on, nous faire assister à la transformation d'une espèce animale en une autre, soit; mais elle doit nous montrer une tendance à cette transformation. Si petite qu'elle soit, cette tendance, s'accroissant de plus en plus pendant la suite des siècles, pourra devenir une transformation aussi complète qu'on voudra la supposer.

Mais, ce qu'on est en droit d'exiger, dès aujourd'hui, des partisans du transformisme, c'est qu'ils nous montrent cette tendance; qu'ils nous la fassent saisir sous forme d'une légère variation dans les caractères anatomiques de l'individu soumis à certaines influences dont l'action prolongée de générations en générations, pourra produire dans l'espèce des modifications de plus en plus profondes. Nul ne conteste que les caractères morphologiques des individus ne se transmettent, à des degrés divers, aux descendants de ces individus; le point à démontrer, c'est la façon dont une cause extérieure agit pour imprimer à l'organisme la modification première. C'est à la physiologie expérimentale qu'appartient ce genre de recherches, elle peut dès aujourd'hui nous fournir des éléments d'une réelle valeur.

À l'époque de Lamarck, la logique scientifique n'avait pas des exigences bien sévères. Pour lui, un besoin faisait naître la conformation organique destinée à le satisfaire. Tel oiseau qui devait aller chercher sa proie au fond de l'eau faisait à cet effet des efforts constants pour allonger son cou, et son cou s'allongeait; un autre oiseau voulait, sans mouiller son plumage, s'avancer le plus loin possible dans les eaux d'un étang; les efforts qu'ils faisaient pour étendre ses jambes leur donnaient graduellement les proportions qu'elles offrent chez les échassiers. La girafe voulant prendre sa nourriture au feuillage des arbres, gagnait à cet exercice des vertèbres cervicales d'une longueur étonnante. Bien entendu, Lamarck attribuait à l'hérédité la fonction d'accumuler sans cesse au profit de l'espèce ce que chaque individu avait acquis pour son propre compte, mais ce qu'il ne montrait pas, c'est la légère acquisition faite par l'individu lui-même sous l'influence des circonstances

extérieures et des habitudes qu'il était forcé de prendre. J. Hunter dans un autre ordre de sciences raisonnait de la même façon. Pour expliquer la cicatrisation des plaies et la consolidation des os fracturés, il reconnaissait la nécessité d'un apport de tissu nouveau provenant du sang, mais pourquoi le sang allait-il porter ces éléments aux parties qui en avaient besoin ? C'était, répondait-il, en vertu du *stimulus de nécessité* !

On cherche aujourd'hui à préciser la relation entre les causes et les effets, à saisir les transitions graduelles que l'organisme animal ou végétal a pu subir quand il s'est trouvé dans des conditions nouvelles. On entrevoit l'influence que la fonction exerce sur l'organe même qui la produit. La formule brève et saisissante de M. J. Guérin : « *La fonction fait l'organe* », exprime d'une façon générale ce rôle modificateur dont jouit la fonction. Cette formule gagnera toutefois à être appuyée par des exemples particuliers.

Il faut montrer comment les os, les articulations, les muscles, se modifient de diverses façons, par l'effet de divers modes de fonctionnement ; comment l'appareil digestif se pliant à des genres d'alimentation très-divers, éprouve ainsi des changements qui le mettent en rapport avec les conditions nouvelles où il se trouve ; comment un changement apporté à la fonction circulatoire amènera dans le système vasculaire certaines modifications anatomiques prévues à l'avance ; comment enfin les sens acquièrent par l'exercice des qualités nouvelles, ou perdent par le repos leurs anciennes aptitudes. Ces changements de la fonction sous l'influence de la fonction elle-même s'accompagnent de modifications anatomiques dans l'appareil modifié physiologiquement.

Saisir sur le fait une de ces modifications, montrer qu'elle se produit toujours d'une certaine manière dans une circonstance déterminée, telle est la première démonstration à fournir. Et si, dans une seconde phase de l'expérimentation on constate que l'hérédité transmet, même la moindre partie de la modification ainsi acquise, la théorie du transformisme sera en possession d'un solide point de départ.

C'est là, semble-t-il la véritable marche à suivre, si l'on veut obtenir une solution de cette question si importante. Il s'est produit dans ces diverses années des efforts sérieux dans ce sens. Placé moi-même depuis longtemps en face des problèmes de la mécanique animale, j'ai dû souvent réfléchir aux relations réciproques des organes locomoteurs et de leurs fonctions. Aussi essayerai-je de montrer comment le squelette et l'appareil musculaire se mettent en harmonie avec les mouvements que chaque animal produit dans les conditions ordinaires de son existence.

II

VARIABILITÉ DU SQUELETTE.

Celui qui examine le squelette d'un animal, qui tient entre ses mains ces pièces osseuses d'une dureté de pierre, qui sait comment ces os ont survécu à la destruction de tous les autres organes, et comment ils peuvent, à travers des milliers de siècles, persister comme derniers vestiges d'animaux disparus, celui-là doit naturellement considérer le squelette comme la partie immuable de l'organisme. Ce squelette, dit-il,

c'est la charpente du corps, et les parties molles se grouperont de leur mieux autour d'elle, se logeant dans les cavités, s'étalant sur ses surfaces, mais toujours subissant la loi du plus fort et se modelant, pour ainsi dire, aux espaces qui leur sont assignés entre les pièces diverses du système osseux.

Pour peu qu'il soit anatomiste, l'observateur aperçoit bientôt à la surface de l'os mille curieux détails ; il y voit de nombreuses fossettes, sortes de petites loges qui semblent destinées à recevoir ou à abriter quelque organe disparu. Or, ces loges correspondent aux saillies des muscles qui touchaient en ces points aux os ainsi excavés. Ailleurs c'est une gouttière profonde et arrondie qui rappelle ces rainures qu'on observe sur les margelles des anciens puits. Une corde aussi a passé par là ; c'était le tendon d'un muscle qui glissait sans cesse le long de cet os. Mais voici qu'aux deux bouts de cet humérus l'os est poli comme par le frottement ; en haut il est arrondi en sphère et se loge dans une cavité de l'omoplate qui l'emboîte exactement. On dirait que le mouvement a usé ces surfaces l'une contre l'autre, l'humérus se déplaçant en tous sens et pivotant sur son axe, aurait imité les mouvements qu'on emploie lorsqu'on veut obtenir par usure un corps de forme sphérique. C'est ainsi, par exemple, que les opticiens produisent la forme et le poli des lentilles convexes ou concaves. En bas l'humérus porte la trace du même phénomène, une petite saillie sphérique l'articulait avec le radius, elle montre aussi qu'il existait des mouvements de deux ordres, mais tout à côté se rencontre une surface taillée en gorge de poulie : celle-là, en effet, ne se prêtait qu'à la flexion et à l'extension du cubitus.

Si l'on examine le crâne, ce sont de nouvelles surprises : ici tous les besoins sont prévus. Des cavités profondes logent à leur intérieur le cerveau et les organes du sens. Les nerfs ont des conduits qui leur livrent passage ; chaque vaisseau rampe dans un sillon qui lui forme un canal et se ramifie avec les artérioles elles-mêmes dont il retrace fidèlement la riche arborisation.

Si l'os n'était pas si dur, on croirait réellement qu'il a subi des pressions extérieures dont il porte, comme on dit, les empreintes. Mais on a beau presser une surface osseuse, elle résiste absolument ; il faut, pour l'entamer, la scie ou la gouge ; comment la pression des parties molles y creuserait-elle ces diverses cavités si profondes parfois ?

La prévoyance de la nature a tout préparé dans le squelette pour qu'il fût disposé le mieux possible à recevoir les organes auxquels il offre son appui solide et invariable. Tel est le raisonnement naturel à tous ceux qui n'ont pas vu de leurs yeux naître ces déformations osseuses et se creuser ces empreintes. L'anatomiste aussi bien que le zoologiste, ont dû nécessairement raisonner de la sorte. Ils ont considéré le squelette comme l'élément invariable de l'organisme. Aussi lui ont-ils emprunté la plupart des caractères spécifiques en zoologie.

Une opinion, depuis longtemps accréditée, devient bien difficile à combattre. Ainsi, quand M. Charles Martins, rectifiant les idées de Vic-d'Azir, tout en les complétant, a montré que l'humérus d'un homme et d'un animal est l'homologue d'un fémur, mais d'un fémur tordu suivant son axe, de façon que le genou tourné en arrière soit devenu un coude, les zoologistes ont répondu que cette torsion était purement virtuelle. Au lieu d'être l'effet d'un effort musculaire dont l'ac-

tion lente et graduelle aurait tordu l'axe de l'os, cette forme singulière est, disent-ils, le résultat d'une disposition préétablie de l'organisme; car l'embryon se montre avec un humérus tordu avant que la fonction musculaire soit assez développée pour produire une pareille modification de son squelette.

On peut, avec plus de raison, faire le raisonnement contraire.

La parfaite malléabilité du système osseux n'est plus aujourd'hui contestable. Ces organes si compactes et si durs sur le squelette mort, sont au contraire sur l'organisme vivant essentiellement modifiables. Si l'on fait agir sur un os une pression ou une traction même légère, on voit, pourvu qu'elle soit longtemps prolongée, se produire les plus étranges déformations; l'os est comme une cire molle qui cède à toutes les forces extérieures, et l'on peut dire du squelette, en renversant la proposition que nous rappelions tout à l'heure, qu'il subit l'influence des autres organes, et que sa forme est celle qui lui permet d'avoir les parties molles dont il est environné.

C'est à la médecine et à la chirurgie que l'on doit la connaissance de ces faits importants dont il serait facile d'accumuler un grand nombre d'exemples. Ainsi, lorsqu'un anévrysme de l'aorte se développe et vient à rencontrer au devant de lui le sternum ou la clavicule, il ne s'arrête pas devant cette barrière osseuse, mais il la perce en quelques mois. La matière de l'os se résorbe et disparaît sous la pression de l'anévrysme; elle résiste moins, à coup sûr, que les parties molles, que la peau par exemple, à l'effort de la tumeur envahissante. Mais cette pression de l'anévrysme n'est autre que celle du sang artériel; la force avec laquelle la poche anévrysmale comprime les os et les perce, se retrouve en tous les points où une artère touche un os. Aussi, la même absorption de la matière osseuse se produit-elle alors, de façon que l'artère se creuse un sillon où elle se loge avec ses différentes branches, ainsi qu'on en voit un exemple à la face interne des pariétaux sur les crânes humains. Il suffit même d'une veine pour creuser dans un os un sillon assez profond. La dilatation anormale de ces vaisseaux qu'on appelle *varices* et qui se produit ordinairement aux jambes, s'accompagne de déformation de la face antérieure du tibia; l'os porte l'empreinte du passage des veines dilatées. Et l'on ne dira pas que ces sillons osseux rentrent dans le plan préétabli de la nature; que le squelette portait originairement ces sillons en prévision des varices qui devaient se produire. Les chirurgiens savent tous que ces sillons se creusent sur un os d'adulte qui était parfaitement normal avant qu'un accident ait amené la dilatation variqueuse des veines.

C'est un mécanisme semblable qui forme, le long des os, les fossettes par lesquelles chaque muscle laisse son empreinte, et qui donnent au péroné, par exemple, la forme prismatique qui le caractérise.

Les coulisses qui logent les tendons ne sont pas davantage préformées sur le squelette, c'est le passage du tendon qui les a creusées, c'est sa présence qui les entretient. Qu'une luxation survienne et change les rapports de l'os avec le tendon, l'ancienne coulisse qui ne contient plus rien se comble et s'efface peu à peu; en même temps une nouvelle coulisse se creuse et prend graduellement la profondeur voulue pour loger le tendon en sa nouvelle place.

« Mais, dira-t-on, les surfaces articulaires, si parfaites dans leur structure, si bien adaptées aux mouvements qu'elles comportent, sont à coup sûr des organes préformés. Ici, les surfaces osseuses sont revêtues d'un cartilage poli arrosé d'une liqueur synoviale qui facilite encore leur glissement; tout autour d'elles, des brides fibreuses empêchent les os de dépasser les limites imposées à leurs mouvements et les surfaces de s'éloigner l'une de l'autre. Un appareil si parfait ne saurait se former par la fonction elle-même. Voilà pour sur une preuve de la prévoyance de la nature et de la sagesse de ses plans. »

Interrogeons encore la chirurgie, elle nous montrera qu'à la suite de luxations, les anciennes cavités articulaires s'oblitérent et disparaissent, tandis qu'au point nouveau où la tête de l'os se trouve actuellement placée, une nouvelle articulation se forme, à laquelle il ne manquera rien dans quelques mois, ni les cartilages articulaires, ni la synoviale, ni les ligaments qui maintiennent les os dans leurs rapports. Ici encore, suivant l'expression que nous rapportions tout à l'heure, la fonction a fait l'organe.

Voilà pour les cavités qui se creusent dans l'os. Mais ces saillies si accusées qu'on rencontre partout à la surface du squelette, ces apophyses, comme on les appelle, sur lesquelles chaque muscle vient prendre son attache, comment attribuer leur formation à une influence extérieure?

La réponse n'est pas moins facile: il suffit, pour expliquer la formation de saillies sur la surface de l'os, d'invoquer une influence contraire à celle que nous savons capable d'y creuser des empreintes. Il faut admettre qu'une traction s'est exercée sur le point de l'os où l'on observe une saillie.

L'existence de tractions sur tous les points du squelette où s'attachent des muscles est absolument évidente; il est clair que l'intensité de ces tractions est proportionnelle à la force des muscles qui les produisent. Or, c'est précisément aux attaches tendineuses des muscles les plus forts qu'on observe les apophyses les plus saillantes, preuve que le gonflement de l'os est lié directement à l'intensité de l'effort qui agit sur lui. Le bras droit, plus exercé que l'autre, acquiert des reliefs plus saillants sur son squelette. Lorsque la paralysie d'un membre y supprime l'action des muscles, son squelette ne subit plus l'influence musculaire, et les apophyses s'y réduisent à de légers reliefs; enfin, si la paralysie date de la naissance, l'os reste à peu près avec sa forme fœtale, que la fonction n'est pas venue modifier.

L'anatomie comparée confirme aussi cette loi générale: que plus une apophyse est longue, plus elle révèle d'énergie de la part du muscle qui s'y insérait. M. Durand de Gros a clairement exposé les influences de la fonction musculaire sur la forme et la torsion de l'humérus chez les différentes espèces animales fossiles ou vivantes. C'est ainsi que l'humérus chez la taupe, le fourmillier et plusieurs mammifères fouisseurs est presque méconnaissable, tant il est hérissé de crêtes et de saillies, dont chacune donnait insertion à un muscle puissant.

Le crâne et le maxillaire inférieur portent chez les carnassiers la trace d'une forte musculature. Au crâne, une fosse profonde garde l'empreinte de muscles temporaux énormes; tout autour de la fosse temporale, de véritables crêtes étaient les solides attaches du muscle; enfin, du côté du maxillaire inférieur, une apophyse forte et longue révèle les violentes

tractions qu'elle a subies dans les efforts de mastication.

Si les effets des actions musculaires sur les os augmentent avec l'intensité de la force des muscles, ils ne varient pas moins par l'effet de la durée de leurs actions. De l'enfance à la vieillesse, la modification du squelette va se prononçant de plus en plus et permet jusqu'à un certain point de reconnaître l'âge du sujet. M. J. Guérin a montré comment chez le vieillard les vertèbres ont des apophyses plus longues, les côtés des courbes plus anguleuses, etc. Comparez le crâne d'un jeune gorille à celui d'un sujet adulte; la forme vous apparaîtra si différente qu'à moins d'être prévenu, vous ne sauriez croire que ces deux crânes appartiennent à une même espèce animale. De forme arrondie chez le jeune, le crâne se déforme chez l'adulte; il prend une sorte de crête semblable au cimier d'un casque; c'est l'apophyse d'insertion des muscles temporaux. On ne s'arrêterait pas s'il fallait signaler toutes les modifications que subit le squelette chez les différentes espèces animales, modifications qui, du commencement à la fin de la vie, vont en s'accroissant toujours davantage.

La médecine nous fournit à son tour de curieux renseignements sur ces questions, en nous faisant assister au développement brusque d'apophyses accidentelles qu'on nomme des *exostoses*. Dans certaines maladies, qui atteignent l'organisme tout entier, on voit le squelette se recouvrir, en un grand nombre de points, de saillies osseuses accidentelles; or, presque toutes ces saillies se développent aux points d'attache des muscles et, dans leur accroissement, s'étendent surtout dans le sens où s'effectue la traction musculaire.

La courbure des os ou leur torsion suivant leur axe est un phénomène qui s'observe souvent, j'ai dit comment. M. Ch. Martins a montré que, chez tous les mammifères, l'humérus est un fémur tordu, dont l'axe aurait fait un demi-tour sur lui-même; cette torsion, d'après Gegenbäuer, est moindre chez le fœtus que chez l'enfant et s'accroît encore par les progrès de l'âge. Elle est donc en partie effectuée par les causes qui agissent pendant la vie, et s'il est vrai que tout fœtus apporté en naissant un humérus tordu, il n'est pas moins vrai que cette forme peut être considérée comme l'effet de l'action musculaire, accumulé de génération en génération chez les mammifères terrestres.

Les surfaces articulaires sont particulièrement intéressantes à étudier lorsqu'on cherche à saisir l'influence de la fonction sur l'organe. Si l'on admet que le frottement de ces surfaces les ait polies et leur ait donné leur courbure, il est facile, d'après les mouvements dont chaque articulation est le siège, de prévoir la forme que ces surfaces devront avoir.

Aux mouvements les plus étendus correspondront les surfaces dont la courbure comptera le plus grand nombre de degrés. Les mouvements bornés, au contraire, n'engendreront que des surfaces dont la courbure correspondra à un axe de quelques degrés seulement. Comme conséquence nécessaire, la rayon de courbure des surfaces articulaires sera très-court si les mouvements sont très-étendus; il sera très-long si les mouvements sont bornés.

Que l'on examine à ce point de vue les articulations du pied chez l'homme; on voit, à l'articulation tibio-tarsienne, une courbure d'assez court rayon à cause de la mobilité assez grande du pied sur la jambe. Au tarse, à mesure que diminue la mobilité des os, le rayon de la courbure grandit. Le sca-

phoïde offre déjà des surfaces articulaires d'un grand rayon; le rayon augmente encore aux articulations tarso-métatarsiennes où les mouvements sont très-bornés; puis il diminue de nouveau aux articulations des métatarsiens avec les phalanges et des phalanges entre elles, là où reparait une grande mobilité.

Tout le monde sait que si le mouvement articulaire ne se produit que dans une seule direction, les surfaces n'auront de courbure que dans un sens: telles sont les surfaces trochléennes dont l'articulation du coude, les condyles de la mâchoire, etc., sont des exemples.

Mais si le mouvement s'exerce en deux sens à la fois, les surfaces présenteront une double courbure et dans le cas d'inégalité dans l'amplitude des mouvements, les rayons de ces courbures seront inégaux. Ainsi, au poignet, il existe des mouvements de flexion et d'extension assez étendus et des mouvements de latéralité assez bornés. De là résulte, du côté de la tête elliptique formée par les os du carpe, une courbure d'un petit rayon dans le sens des mouvements de flexion et d'extension, tandis que, dans le sens latéral, la courbure appartient à un cercle d'un rayon beaucoup plus grand.

Il est bien plus curieux encore de comparer les surfaces articulaires sur une série d'animaux d'espèces et de classes différentes. Une même articulation présente alors des mouvements de natures très-différentes qui doivent entraîner dans les surfaces articulaires des différences non moins grandes.

Prenons, par exemple, la tête humérale, et suivons les changements de sa forme, sur l'homme, le singe, les carnassiers, les herbivores, les oiseaux. Nous verrons qu'à l'étendue égale en tous sens des mouvements que le bras humain peut exécuter, correspond une sphéricité parfaite de la tête humérale, c'est-à-dire une courbure du même rayon dans tous les sens. Les singes qui, dans la marche, s'appuient ordinairement sur leurs membres antérieurs ont la tête humérale aplatie par en haut, comme par l'effet de la pression du poids du corps. De plus, les mouvements de locomotion étant les plus étendus, la courbure de la tête humérale a son plus petit rayon dans le sens antéro-postérieur. Cette modification de la tête s'accroît encore chez les carnassiers et surtout chez les herbivores, dont la tête humérale aplatie par en haut offre son petit rayon de courbure dans le sens des mouvements antéro-postérieurs, ceux qui prédominent dans cette articulation.

Les oiseaux possèdent dans l'articulation de l'épaule deux mouvements d'inégale étendue. L'un par lequel ils ploient leurs ailes et les déploient, ce qui porte le coude tantôt près du corps et tantôt fort loin en avant; l'autre mouvement, généralement plus borné, s'effectue dans un sens perpendiculaire au précédent, c'est celui qui constitue le coup d'aile.

Or, à ces deux mouvements d'amplitude inégale correspondent des courbures de rayons différents; au grand mouvement de ploiement et de déploiement de l'aile correspond une courbure de court rayon. Au mouvement d'élévation et d'abaissement de l'aile pendant le vol correspond une surface d'un très-grand rayon de courbure. De là résulte l'aspect d'ellipse très-allongée que présente la tête humérale des oiseaux, au niveau de la surface articulaire.

Mais les mouvements du vol ont chez les différentes espèces d'oiseaux des amplitudes très-variables. Les oiseaux qu'on nomme voiliers donnent de très-petits coups d'ailes, tandis que le pigeon qui s'envole frappe ses ailes l'une contre l'autre

par en haut et par en bas en produisant un claquement que tout le monde connaît.

A ces variations dans l'étendue des mouvements correspondent des variations dans la forme humérale qui, formant chez les oiseaux voiliers une surface elliptique très-allongée, tendra chez les pigeons à la forme sphérique et l'atteindra presque chez le manchot.

En résumé, tout, dans la forme du système osseux, porte la trace de quelque influence étrangère, et particulièrement de la fonction musculaire. Il n'est, pour ainsi dire, pas une seule dépression ni une seule saillie du squelette dont on ne puisse trouver la cause dans une force extérieure qui a agi sur la matière osseuse, soit pour l'enfoncer, soit pour la tirer au dehors. Ce n'était donc pas une exagération métaphorique de dire : l'os subit, comme une cire molle, toutes les déformations que les forces extérieures tendent à lui imprimer, et malgré sa dureté excessive, il résiste moins que les tissus les plus souples aux efforts qui tendent à changer sa forme.

Et maintenant, cette forme nouvelle, acquise par la fonction, disparaîtra-t-elle tout entière avec l'individu ? N'en reviendra-t-il pas la moindre trace à ses descendants ? L'hérédité fera-t-elle une exception unique pour ces caractères acquis ? Cela semble bien improbable, et cependant il faut l'admettre pour avoir le droit de repousser ce qu'on appelle l'hypothèse du transformisme. Il faut faire une contre-hypothèse par laquelle on renverse les lois ordinaires de l'hérédité pour refuser à certains caractères anatomiques le droit d'être transmissibles.

III

VARIABILITÉ DU SYSTÈME MUSCULAIRE

Nous avons dit comment le système osseux subit les influences extérieures et surtout celle du système musculaire qui imprime à chaque os la forme que nous lui voyons. La grande variété des formes du squelette chez les différentes espèces animales se rattache donc à la diversité de leurs systèmes musculaires. Aussi, toutes les fois que chez des animaux d'espèces différentes on trouve, sur certains os, des traits de ressemblance, on peut affirmer que les muscles qui s'attachaient à ces os se ressemblaient aussi. Observe-t-on, au contraire, sur un animal un os d'une forme particulière, on peut être assuré qu'une particularité se retrouvera aussi dans les muscles auxquels cet os fournit des attaches.

Mais si l'os et le muscle varient simultanément, quelle peut être la cause qui les influence ainsi tous les deux ? On conçoit que le squelette en se modifiant ait un rôle purement passif, qu'il subisse la forme que le muscle lui impose. Mais ce muscle, organe éminemment actif, véritable générateur de la force mécanique par laquelle le squelette est en quelque sorte modelé, qui lui impose à lui cette forme particulière que l'anatomie nous révèle ?

Nous espérons démontrer que cette puissance à laquelle la forme du système musculaire est soumise, appartient au système nerveux. La nature des actes que la volonté commande aux muscles modifie ceux-ci dans leur volume et dans leur forme, de façon à les rendre aptes à exécuter ces actes le mieux possible. Et comme au-dessus de la volonté règne cette nécessité qui détermine tous les actes de la vie animale, c'est elle, en somme, qui, par les conditions exté-

rieures dans lesquelles chaque être se trouve placé, influence sa forme et la règle suivant des lois qu'il s'agit de reconnaître.

Rien, dans la forme organique, n'est livré au hasard ; on a trop souvent comparé les variétés spécifiques des êtres aux élégantes fantaisies d'un architecte qui, sur un plan uniforme, invente mille variétés de détails, comme un musicien compose une série de variations sur un thème donné.

En ce qui nous occupe, on peut dire que la variété si grande que revêt l'appareil musculaire, soit dans les différentes parties du corps d'un animal, soit dans les parties analogues d'animaux d'espèces diverses ; ces différences de volume ou de longueur des muscles ; cette répartition si inégale de la fibre rouge ou contractile et de la fibre blanche et inerte du tendon, tout cela est soumis entièrement aux lois dynamiques de la fonction musculaire.

Deux lois nous semblent ressortir clairement de l'étude de la nature : 1° *La forme de tout muscle est en harmonie avec sa fonction.* 2° *Tout changement survenu dans le fonctionnement d'un muscle tend à en modifier la forme pour la mettre en harmonie avec les conditions nouvelles.* Pour abrégé, nous désignerons ces deux lois sous les noms de *loi d'harmonie* et de *loi d'adaptation*.

A. *Lci d'harmonie.* — On sait généralement que le volume transversal d'un muscle correspond à l'énergie de son action ; que l'athlète, par exemple, se reconnaît au relief énorme que chacun de ses muscles dessine sous la peau. Mais on connaît moins la signification physiologique de la longueur des muscles, c'est-à-dire du plus ou moins de longueur de leurs fibres contractiles. Et cependant Borelli déjà avait enseigné la vérité sur ce point. D'après lui, cette longueur de la fibre rouge est proportionnelle à l'étendue du mouvement que le muscle est apte à produire.

Cette distinction entre la fibre contractile ou fibre rouge, et la fibre inerte du tendon est d'une importance capitale. L'expérience a démontré que les muscles en se contractant se raccourcissent d'une quantité qui représente une fraction constante de leur longueur. On peut, sans trop s'écarter de la vérité, estimer à un 1/3 de sa longueur l'étendue dont un muscle peut se raccourcir. Mais, quelle que soit la valeur absolue de ce raccourcissement, toujours est-il qu'il est proportionnel à la longueur de la fibre rouge, cela résulte de la nature même des phénomènes qui engendrent le travail dans le muscle (1).

Ainsi, tout muscle dont les deux points d'attache sont susceptibles de se déplacer beaucoup l'un par rapport à l'autre par l'effet de la contraction, sera nécessairement un muscle long. D'autre part, tout muscle qui devra produire un mouvement de peu d'étendue sera nécessairement un muscle court, et cela, quelle que soit la distance qui sépare les deux points d'attache de ce muscle. Ainsi, les fléchisseurs des doigts et des orteils sont des muscles courts ; mais ils sont munis de longs tendons qui vont porter jusqu'aux phalanges des doigts le petit mouvement engendré bien loin de là, à l'avant-bras ou à la jambe.

Il est facile d'estimer, sur le cadavre, l'étendue du déplace-

(1) Voyez pour les démonstrations de ce point de la théorie : *Du mouvement dans les fonctions de la vie.* — Paris, Germer Baillière.

ment qu'un muscle peut imprimer à ses deux points d'attache. En produisant des mouvements de flexion ou d'extension d'un membre, par exemple, on apprécie assez exactement l'étendue dont se rapprochent ou s'éloignent les attaches osseuses de ses muscles. Sur un squelette frais, on juge encore assez bien de l'étendue de ces mouvements d'après l'amplitude des glissements que permettent les surfaces articulaires.

Or, à l'inspection de l'appareil musculaire de l'homme, on est frappé de la longueur extrême du muscle *couturier*; il est facile de se convaincre que nul autre ne peut imprimer à ses attaches osseuses des déplacements aussi étendus. Le *sternomastoïdien* et le *grand droit* de l'abdomen sont après cela les muscles les plus longs; ce sont également les muscles à mouvements très-étendus. On peut ainsi passer en revue tous les muscles de l'organisme, et sur tous, on verra que la longueur des fibres rouges correspond à l'étendue des mouvements que le muscle doit exécuter. Mais il faut, dans cette étude, se mettre soigneusement en garde contre une cause d'erreur qui pourrait nous faire ranger certains muscles courts parmi les muscles longs.

Borelli lui-même a signalé cette cause d'erreur et montré comment les muscles *penniformes*, c'est-à-dire ceux dont les fibres viennent obliquement s'insérer sur le tendon comme les barbes d'une plume sur la nervure commune, sont des muscles courts qui prennent l'aspect de muscles longs. Le même auteur ajoute avec raison que l'insertion oblique de ces fibres au tendon réduit encore l'intensité du raccourcissement effectif du muscle, c'est-à-dire la quantité dont pourra se déplacer le point d'insertion mobile du tendon. Ces notions sont indispensables lorsqu'on veut apprécier le mode de fonctionnement des différents muscles de l'organisme; elles seules permettent d'estimer la longueur réelle de leur partie contractile.

Si l'harmonie entre la forme et la fonction des différents muscles se révèle partout dans l'anatomie humaine, cette harmonie devient bien plus frappante encore si l'on compare entre elles différentes espèces animales. L'anatomie comparée nous montre chez des espèces assez voisines les unes des autres une singulière différence dans la forme de certains muscles, toutes les fois que le mode de fonctionnement de ces muscles présente des différences. C'est ainsi que chez le kangaroo, animal essentiellement sauteur, on trouve un énorme développement en volume des muscles du saut: les *fessiers*, le *triceps crural* et les *gastrocnémiens*.

Chez les oiseaux, la fonction du vol s'exerce dans des conditions très-différentes pour les différentes espèces; aussi, la disposition anatomique des muscles du vol, *muscles pectoraux*, varie-t-elle d'une manière très-prononcée d'une espèce à une autre. Pour bien faire saisir sur ce point la parfaite harmonie qui règne entre la fonction et l'organe, il faudrait entrer dans de longs détails sur le mécanisme du vol. Je renverrai le lecteur à d'autres articles insérés dans cette *Revue* (1), me bornant à rappeler en deux mots ces différences dans les mouvements de l'aile et dans la forme des muscles qui les produisent.

Tout le monde a pu remarquer que les oiseaux qui ont de grandes surfaces d'aile, comme l'aigle, la frégate, etc., ne

font que des battements d'une faible amplitude; cela tient à la grande résistance que l'aile à large surface rencontre sur l'air. Les oiseaux, au contraire, qui n'ont que de très-petites ailes, font des mouvements d'une grande étendue et compensent ainsi la faiblesse de la résistance que l'air leur fournit; le guillemot et le pingouin appartiennent à ce second groupe. Si l'on admet que parmi ces oiseaux les premiers doivent faire des mouvements énergiques, mais peu étendus, tandis que les seconds doivent faire des mouvements de peu d'énergie, mais d'une grande amplitude, on conclura nécessairement que les premiers devront avoir des muscles pectoraux gros et courts, tandis que, chez les seconds, ces muscles seront longs et grêles. C'est précisément ce qui a lieu; on peut s'en assurer à la simple inspection des dimensions du sternum chez ces diverses espèces, car cet os mesure en quelque sorte la longueur des muscles pectoraux qui se logent dans ses fosses latérales. Or, les oiseaux à larges ailes ont un sternum large et court; les autres un sternum long et effilé.

La comparaison des muscles homologues chez deux mammifères d'espèces différentes n'est pas moins instructive au point de vue qui nous occupe. Mais on est souvent embarrassé dans cette comparaison par la difficulté de reconnaître l'homologie. Les dissemblances sont parfois si prononcées que les anatomistes ont décrit sous des noms différents ce qui est un même muscle chez deux espèces différentes. Mais, dans un grand nombre de cas, l'homologie n'est point douteuse; elle est admise implicitement par le fait d'une désignation identique appliquée à certains muscles chez différentes espèces. C'est précisément ces muscles que nous prendrons pour exemple afin de faire bien ressortir l'harmonie qui existe entre la fonction et l'organe.

Ainsi le *biceps fémoral* est bien reconnaissable chez la plupart des mammifères; or, on remarque, dans les attaches inférieures surtout, une extrême variabilité. Ainsi, chez certains quadrupèdes, il s'insère tout le long de la jambe, presque jusqu'au talon; chez ceux-ci, la jambe ne s'étend jamais sur la cuisse. Chez les animaux qui jouissent de la faculté de sauter, l'attache inférieure du biceps est déjà plus élevée. Elle l'est plus encore chez les simiens qui peuvent presque étendre la jambe sur la cuisse et se tenir debout. Enfin, chez l'homme, le biceps s'insère tout en haut du péroné. Si l'on peut s'en rapporter aux planches anatomiques de Cuvier et de Laurillart, le nègre a l'insertion péronière du biceps moins élevée que le blanc, se rapprochant en cela de la disposition qu'on observe chez le singe.

Laissons de côté, pour le moment, la question de savoir à quoi tient cette variété dans les attaches mobiles du biceps, et bornons-nous à rechercher les conséquences que cette variété peut avoir sur la fonction. Il est clair que pendant les mouvements de flexion et d'extension du genou, chaque point des os de la jambe décrit autour de cette articulation un arc de cercle d'autant plus étendu qu'il est plus éloigné du centre de mouvement. Il est également clair que chacun de ces points s'éloignera plus ou moins du fémur ou de l'ischion suivant l'étendue du mouvement circulaire qu'il exécutera. Et comme à de grands mouvements doivent correspondre de longues fibres contractiles, on devra trouver des inégalités dans la longueur du biceps chez les différents mammifères.

Or, c'est précisément ce que l'on observe. Chez l'homme,

(1) Voyez notre numéro du 14 août 1869.

dont le biceps s'insère en bas, très-près du genou, l'étendue des mouvements de l'attache mobile est peu considérable ; aussi la fibre contractile aura-t-elle relativement peu de longueur, tandis que le tendon occupera une certaine partie de la longueur du biceps. Chez le singe, l'attache inférieure du muscle se faisant plus bas, aura par conséquent plus de mobilité, d'où la nécessité d'une plus grande longueur du muscle actif, ce qui est réalisé par la moindre longueur de la partie tendineuse. Chez les quadrupèdes le tendon du biceps est à peu près entièrement disparu, et le muscle est formé de fibre rouge dans toute son étendue.

Le muscle droit interne de la cuisse présente cette même variabilité dans ses attaches et dans sa structure. Si l'on observe sa disposition chez l'homme, on voit, à la fois que l'attache de ce muscle à la jambe se fait très-près du genou, que sa partie contractile est courte, et que son tendon est assez allongé. Qu'on examine le même muscle sur un singe ; on y voit son attache tibiale beaucoup plus éloignée du genou, et comme conséquence des mouvements plus étendus que cette attache exécute on y voit la fibre musculaire gagner de la longueur aux dépens de celle du tendon qui se trouve réduit à une brièveté extrême.

Cette variabilité du point d'attache est encore très-sensible sur le muscle *demi-tendineux*, qui emprunte son nom à la disposition qu'il présente chez l'homme, où la moitié environ de la longueur de ce muscle est occupée par le tendon. Chez l'homme, en effet, l'attache inférieure du *demi-tendineux* est très-voisine de l'articulation du genou, mais chez les singes, où il s'attache plus bas, le muscle a presque entièrement perdu son tendon, il l'a perdu tout à fait chez la plupart des autres mammifères, chez le coati par exemple.

On multiplierait indéfiniment les exemples qui montrent la parfaite harmonie entre la forme des muscles et les caractères de leur fonction. Partout le développement transversal de ces organes est associé à la force comme dans le triceps du kangaroo ou les masséters du lion ; partout aussi, la longueur du muscle est associée à l'étendue des mouvements comme dans les exemples que nous citons tout à l'heure.

Cette harmonie est-elle préétablie, ou bien se forme-t-elle sous l'influence de la fonction chez les différents êtres ? De même que l'on voit par l'habitude d'efforts énergiques les muscles s'accroître en volume, les voit-on, sous l'influence de mouvements très-étendus, gagner une plus grande longueur ? Peut-on voir se déplacer les attaches tendineuses des muscles sur le squelette sous l'influence des changements dans le sens de la traction des muscles ? Tel est le second problème qui se pose et sur lequel l'expérimentation pourra trouver à s'exercer.

B. Adaptation de la forme du muscle aux besoins de la fonction.

L'anatomie normale ne peut nous fournir que des exemples de l'harmonie qui existe entre la forme des organes et leur fonction habituelle. L'expérimentation seule peut nous permettre de voir si en changeant la fonction on peut amener dans la forme des organes des modifications qui les remettent en harmonie avec les conditions nouvelles qui leur sont imposées. Il sera facile d'instituer des expériences dans ce but. Du moment où l'on connaît bien dans quel sens la modification organique doit se produire pour amener l'adap-

tation de l'organe à la fonction, les changements qu'on observera chez les animaux placés dans des conditions factices de fonctionnement musculaire prendront une signification nette. Mais en attendant la réalisation de ce vaste plan d'expériences, il en est qu'on peut utiliser dès aujourd'hui. Ces expériences toutes faites nous sont fournies par l'anatomie pathologique.

La médecine et la chirurgie sont pleines de renseignements sur cet intéressant sujet. Elles nous montrent, par exemple, que c'est le mouvement même qui entretient l'existence du muscle. Un repos prolongé de cet organe entraîne d'abord la diminution de son volume, et bientôt l'altération des éléments qui le constituent. Des corpuscules graisseux se substituent à la fibre striée qui forme l'élément normal ; ces corpuscules devenant de plus en plus abondants envahissent la substance musculaire tout entière.

La phase d'altération ou de dégénérescence graisseuse est suivie d'une résorption de la substance du muscle qui disparaît entièrement au bout d'un certain temps.

Ainsi, non-seulement le volume de l'organe croît et décroît suivant que les besoins de sa fonction habituelle exigent une force plus ou moins grande, mais il disparaît entièrement quand sa fonction est entièrement supprimée, ce qui s'observe dans les paralysies où toute action nerveuse est éteinte, dans certains cas de luxations qui rapprochent les deux insertions d'un muscle de façon à rendre son action inutile, parfois enfin dans des fractures ou des ankyloses qui immobilisent par une soudure intempestive les deux extrémités d'un muscle et s'opposent à tout raccourcissement de ses fibres.

Mais qu'arrive-t-il si le muscle, au lieu de perdre entièrement sa fonction, n'éprouve qu'un changement dans l'étendue des mouvements qu'il peut exécuter ? A la suite de certaines ankyloses incomplètes ou de certaines luxations, on voit les articulations perdre plus ou moins de leurs mouvements ; les muscles qui commandent la flexion et l'extension n'ont donc plus besoin que d'une partie de l'étendue ordinaire de leur raccourcissement.

Si la théorie précédemment énoncée est exacte, ces muscles devront perdre de leur longueur. Pour la vérifier, nous devons faire encore une courte excursion dans le domaine de l'anatomie pathologique.

Une ardente polémique s'est élevée, il y a une vingtaine d'années, relativement à la transformation que subissent les muscles chez les sujets atteints de cette difformité que tout le monde connaît et qu'on nomme le *piet bot*. Tantôt le pied est luxé sur la jambe, de sorte que sa face dorsale repose sur le sol, tantôt il est si fortement étendu que le malade marche continuellement sur la pointe du pied. Dans tous ces cas, les différents muscles de la jambe n'ont plus qu'un rôle très-borné. Ils subissent alors tantôt la transformation graisseuse, tantôt la transformation fibreuse. Parmi ces muscles, ceux qui n'ont plus d'action subissent la dégénérescence graisseuse, puis disparaissent ; tandis que les muscles dont l'action est partiellement conservée présentent seulement un changement dans le rapport de la fibre rouge au tendon. La substance contractile diminue de longueur, et le tendon la remplace, prenant souvent ainsi un développement considérable.

M. J. Guérin, en signalant cette dégénérescence fibreuse des muscles, croyait voir en elle la preuve d'une rétraction musculaire primitive, qui aurait ultérieurement produit la

luxation du pied. L'éminent chirurgien croyait en outre que l'altération fibreuse était la lésion unique des muscles dans le pied bot. Scarpa soutenait, au contraire, que, dans la plupart des cas, la luxation du pied est le phénomène primitif.

Quant à la nature des altérations musculaires, tous les chirurgiens, aujourd'hui, s'accordent pour admettre qu'elle peut avoir deux formes différentes, et que tantôt le muscle subit la dégénérescence grasseuse et tantôt se transforme en tissu fibreux. C'est surtout aux beaux travaux de M. Cruveilhier qu'on doit la connaissance des conditions dans lesquelles se produit chacune de ces deux altérations de la substance musculaire.

Un exemple fera bien comprendre comment se comportent les muscles suivant que leur fonction est supprimée, ou simplement limitée dans son étendue.

Les muscles du mollet ou *gastrocnémiens* sont constitués par deux muscles, dont les attaches et les fonctions sont assez différentes. Tous deux s'insèrent en bas, sur le calcaneum, par le tendon d'Achille, et sont, par conséquent, extenseurs du pied sur la jambe. Mais leur insertion supérieure n'est plus la même : le *soléaire* s'insérant exclusivement aux os de la jambe n'a d'autre action que celle d'extenseur du pied, comme nous venons de le dire. Les *jumeaux*, au contraire, s'insérant au fémur, au-dessus des condyles de cet os, ont une seconde fonction, celle de fléchir la jambe sur la cuisse.

Supposons qu'une ankylose du pied se produise, elle supprime entièrement la fonction du soléaire qui passe par la transformation grasseuse et disparaît. Les jumeaux se trouvent dans une condition différente. Si leur action sur le pied a disparu, il leur reste encore la fonction de fléchisseur de la jambe sur la cuisse. Ces muscles n'ont donc éprouvé qu'une réduction dans l'amplitude du mouvement qu'ils effectuent. Or, dans ces conditions, les jumeaux perdent seulement une partie de la longueur de leurs fibres, ils subissent ce que les chirurgiens appellent la transformation fibreuse, modification qui n'est pour nous que le changement des rapports de la fibre rouge ou tendon.

Ceux qui sont habitués à considérer la pathologie comme une infraction complète aux lois physiologiques s'étonneront peut-être de nous voir chercher dans ces cas de luxations et d'ankyloses les preuves d'une loi qui règle normalement la forme du système musculaire. Il serait facile de montrer que ces scrupules sont mal fondés, mais il vaut mieux encore invoquer d'autres exemples qui soient entièrement à l'abri du reproche qu'on adresse si souvent aux applications de la clinique à la physiologie.

C'est encore à M. J. Guérin que nous empruntons les faits dont nous allons parler.

Lorsqu'on examine le système musculaire aux différentes époques de la vie, on lui trouve des aspects différents. Il semble que les muscles aient des âges bien distincts et que formés d'abord de substance contractile, il perdent peu à peu en vieillissant leurs fibres rouges que viennent remplacer les fibres blanches et nacrées du tendon.

Ainsi, le diaphragme d'un enfant est en grande partie musculéux tandis que chez le vieillard le centre aponévrotique véritable tendon du diaphragme s'étend aux dépens de la fibre contractile. La substitution du tendon à la fibre musculaire est plus nette encore pour les muscles de la jambe ; dans l'enfance ils sont relativement beaucoup plus riches en

substance contractile que dans l'âge adulte. Chez le vieillard, enfin, le tendon semble envahir le muscle, de sorte que ce qui reste du mollet se trouve très-haut placé et très-réduit en longueur. Les muscles des gouttières lombaires et dorsales présentent le même caractère ? c'est dans la vieillesse qu'ils sont le plus pauvres en fibres rouges, mais le plus riches en tendons.

Or qu'advient-il de la fonction musculaire aux différents âges de la vie ? Chacun sait que sauf les cas bien rares où l'homme s'entretient dans l'habitude de la gymnastique, la fonction musculaire devient de plus en plus bornée, du moins relativement à l'étendue des mouvements. Les articulations des membres, celles de la colonne vertébrale subissent normalement une sorte d'ankylose incomplète qui va toujours en limitant de plus en plus la flexibilité du tronc.

Voyez un jeune enfant s'ébattre en liberté, un de ses mouvements ordinaires est de jouer avec son pied : le prendre dans ses mains et le porter à sa bouche lui paraît très-naturel et on ne peut plus facile. Chez l'adulte la force musculaire atteint son maximum, mais les mouvements ne sont plus aussi étendus que dans l'enfance, l'homme n'a plus, comme on dit, la même flexibilité dans les membres. Le vieillard ne peut ni se courber entièrement ni se redresser tout à fait, sa colonne vertébrale a perdu de sa souplesse ; ses jambes ne font que de petits pas ; pour lui, s'accroupir est extrêmement difficile, et si l'on essaye d'imprimer à son pied, par exemple, des mouvements de flexion et d'extension, on voit qu'ils sont devenus très-limités.

La fonction des muscles change donc avec les âges de la vie et se restreignant sans cesse, utilise une longueur toujours moindre de fibre contractile. C'est ainsi que s'explique naturellement la modification musculaire dont nous avons parlé. Cette modification consiste dans l'accroissement de l'élément tendineux aux dépens de la fibre rouge, modification que l'on empêche de se produire en entretenant, au moyen d'un exercice convenable, l'étendue des mouvements musculaires.

Revenons maintenant à l'anatomie comparée. Lorsqu'elle nous montre une parfaite harmonie entre la forme des muscles chez les différentes espèces animales et les caractères de la fonction musculaire chez ces mêmes espèces, la conclusion la plus naturelle ne semble-t-elle pas être que l'organe a subi l'influence de la fonction.

Si le cheval de course est modifié dans sa forme par l'effet de cet exercice spécial qu'on nomme l'*entraînement*, n'est-ce pas la preuve évidente de l'influence de la fonction sur les caractères anatomiques de l'organisme ? Et si une espèce modifiée ainsi artificiellement retourne au type primitif lorsqu'on la replace dans des conditions où on l'avait prise, n'est-ce pas la contre-épreuve de la théorie qui assigne à la fonction le rôle de modificateur de l'organe ?

Ces mêmes faits sont pourtant interprétés de façon toute contraire par les partisans de la fixité de l'espèce ; dans le retour au type primitif, quand les influences modificatrices ont cessé, ils prétendent trouver un argument victorieux pour leur cause.

Que faut-il conclure en présence de telles contradictions ? C'est que les partisans du transformisme ne sont pas au bout de leur tâche et qu'ils ont besoin d'ajouter encore des preuves nouvelles à celles qu'ils ont déjà données. C'est à l'expérimentation qu'appartient le rôle principal en pareil cas ; la théorie, toutefois, n'est pas sans importance. C'est elle en effet

qui, en faisant prévoir dans quel sens certain mode de fonctionnement doit modifier tel muscle, donne presque toute sa valeur à la modification que l'on constatera ensuite. Bien plus, sans la théorie, l'expérimentation ne saurait, le plus souvent, reconnaître la modification qui a pu survenir. On ne trouve guère en anatomie que ce que l'on cherche, surtout quand il s'agit de variations légères comme celles qu'on peut espérer produire dans l'organisme d'un animal.

Les expériences à faire seront longues et pénibles, mais leur plan toutefois est facile à tracer.

Si l'homme, pliant à ses besoins les espèces domestiques, a déjà réussi à modifier, dans certaines limites, l'organisation de ces animaux, il a produit ces modifications fortuitement pour ainsi dire. N'ayant en vue, par exemple, que d'obtenir des chevaux de trait ou des chevaux de course, il n'a pas eu besoin de placer l'espèce chevaline dans des conditions tout à fait artificielles. C'est là ce qu'il faudrait faire si l'on avait pour but d'éclaircir le problème scientifique dont nous parlons, et de pousser à la limite du possible les changements dans les conditions du travail mécanique des animaux.

L'homme a utilisé les aptitudes des différents animaux, plutôt qu'il n'a cherché à leur en donner de nouvelles. Il faudrait violenter davantage les habitudes des animaux et les contraindre graduellement à des actes auxquels leur organisation se prête difficilement. Que pour aller chercher sa nourriture, une espèce mal organisée pour sauter, soit forcée d'accomplir des sauts de hauteur graduée, tout porte à croire qu'elle acquerra à la longue quelque aptitude au saut. Si la progéniture de ces animaux retient quelque chose de ses ancêtres, peut-être pourra-t-on chez elle développer encore davantage la faculté de sauter. Graduant ainsi l'effort imposé à cette espèce, non plus dans un but utilitaire qu'on n'a pas intérêt à dépasser, mais en exigeant indéfiniment plus de force ou d'étendue dans le mouvement des muscles, on peut espérer que la variation anatomique croîtra indéfiniment et qu'on pourra obtenir quelque chose d'analogue à ce qu'on appelle aujourd'hui le passage d'une espèce à une autre.

Ce que nous disons de la fonction musculaire est applicable à toutes les autres. En modifiant d'une manière graduelle les conditions d'alimentation des animaux, celles de lumière ou d'obscurité, de température ou de pression atmosphérique dans lesquelles ils devront vivre, on devra imprimer à leur organisme des modifications analogues à celles que les zootechnistes ont déjà constatées sous l'influence des climats, des milieux et des altitudes variées où une même espèce animale se trouve placée naturellement. Ces changements amenés par transitions ménagées et dirigées toujours dans le même sens, auraient chance de produire dans l'organisation animale des transformations considérables, si une volonté persévérante en accumulait indéfiniment les effets, comme l'ont fait les éleveurs pour l'emploi de la sélection.

Nous n'irons pas plus loin dans le champ des hypothèses, et nous appelons, en terminant, le zèle des expérimentateurs. Plusieurs déjà semblent engagés dans cette entreprise dont ils ont compris l'importance considérable.

E. J. MAREY.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BELGIQUE

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE (1)

DISCOURS DE M. D'OMALIUS D'HALLOY,

correspondant de l'Institut.

Classification des races humaines

Chaque fois que la bienveillance de mes confrères de la classe des sciences m'a appelé à l'honneur de diriger leurs travaux, et m'a, en conséquence, imposé l'obligation d'ouvrir notre séance publique par un discours, j'ai réclamé l'indulgence de l'auditoire, parce que je sentais mon peu d'aptitude pour ce genre de composition.

Aujourd'hui, j'ai plus de motifs encore pour invoquer cette indulgence, car, outre mon âge, toujours plus avancé, je ne puis vous entretenir de la science qui a fait le sujet principal de mes études, attendu que mon avant-dernier prédécesseur, M. Dewalque, vous a fait connaître la marche de la géologie dans notre pays d'une manière qui ne laisse rien à ajouter (2). Je me bornerai donc à vous dire quelques mots sur les races humaines, non pour vous apprendre du nouveau, car à mon âge on n'en fait plus, mais pour vous répéter des choses dont j'ai déjà entretenu la classe à diverses époques. Toutefois, cette répétition ne sera peut-être pas inutile, attendu que j'ai émis quelques opinions contraires à celles qui sont le plus généralement adoptées, et que la solennité de cette séance pourra déterminer des savants à faire à ces opinions l'honneur de les discuter.

Cependant, avant d'aborder ces questions controversées, je crois devoir exposer les principes qui m'ont dirigé pour le classement du genre humain. Ce n'est pas que j'aie la prétention de faire une bonne classification des divers groupes humains. Je reconnais, au contraire, que toutes nos classifications des êtres naturels sont défectueuses, ce qui est une conséquence des rapports réticulaires de ces êtres, tandis que toutes nos classifications sont linéaires. On a bien, imaginé, dans ces derniers temps, des classifications dites parallèles, mais les dimensions de nos papiers et de nos cabinets, je dirai même les facultés restreintes de notre vue et de notre esprit, ne permettent pas de donner des développements suffisants à ces travaux. Toutefois, si je signale l'imperfection de nos classifications, ce n'est pas que je veuille nier leur utilité ou plutôt leur nécessité; car sans classification nous ne pourrions avoir que des notions excessivement confuses sur les êtres naturels. On pourrait même dire qu'il n'existe pas d'homme qui ne fasse une sorte de classification des êtres avec lesquels il est en relation. Cette nécessité d'avoir une classification et cette impossibilité d'en faire une bonne sont cause que chaque auteur, voyant les défauts de ses prédécesseurs, croit pouvoir y apporter des modifications. Je reconnais en outre que celle que j'ai adoptée pour les races humaines, remontant à une époque plus ancienne que les progrès faits dans ces derniers temps par l'anthropologie, doit être plus défectueuse que celles qui se sont produites depuis.

(1) Voyez ci-dessus, p. 772; 45 février 1873.

(2) Voyez *Revue scientifique*, 2^e série, tome I^{er}, p. 107, 29 juillet 1871.