

musculorum contractilitas, omnino dependeret a nervis; verum jam convenit inter Physiologos, motus quidem spontaneos vel voluntarios ex imperio appetitus gigni non posse absque nervis; quod autem ad naturales aliquos motus spectat, contractilitatem remanere posse in musculis ita ut ex applicatione physicorum vel chemicorum excitementorum moveri motibus quibusdam queant, etiamsi nullum a nervis influxum accipiant (1).

le vent, ses muscles ainsi mis à nu allaient toucher le fer du balcon. Une observation analogue avait été faite précédemment par un naturaliste dont le nom a déjà été prononcé plus d'une fois avec éloge dans ces Leçons, Swammerdam; mais, à l'époque où vivait cet observateur, la science n'était pas mûre pour féconder sa remarque, et elle passa inaperçue, tandis qu'entre les mains de Galvani et de ses contemporains, le même fait excita au plus haut degré l'attention des physiiciens, et donna lieu à une longue série de découvertes du premier ordre. L'invention de Volta fut une de ces découvertes, et l'étude des courants électriques développées par l'appareil qui porte son nom, ou par d'autres moyens dont il serait inutile de nous occuper ici, contribuèrent puissamment aux progrès de nos connaissances, relatives à l'histoire physiologique des mouvements musculaires... Le muscle d'un Animal vivant ou récemment mort est un galvanomètre d'une sensibilité exquise: traversé par un courant électrique, il se contracte toutes les fois que ce courant change d'intensité ou de direction, et les effets de cet agent excitateur se manifestent par le raccourcissement des fibres charnues, soit qu'il agisse directement sur leur substance, soit qu'il agisse sur le nerf moteur de ces organes». H. Milne-Edwards, loc. cit., pag. 465 seqq. Vide de his etiam Mathiam Duval, op. cit., pag. 158, 159.

(1) On a constaté que certains stimulants qui provoquent des contractions lorsqu'ils agissent directement sur le tissu musculaire, sont incapables de produire cet effet lorsqu'ils sont appliqués sur les nerfs moteurs, tandis que d'autres substances font contracter le muscle quand elles sont mises en contact avec le nerf, mais ne déterminent aucune contraction quand elles agissent directement sur la partie contractile. On a constaté aussi que la contractilité musculaire peut persister après la suspension ou l'abolition de la propriété excitomotrice des nerfs. Ainsi que j'ai dit précédemment, ce dernier fait, le plus probant de tous, a été parfaitement établi par les belles expériences de M. Claude Bernard, sur les effets du curare». H. Milne-Edwards, tom. 10, pag. 470. Cfr. tom. 13, pag. 18.

«Dans d'autres conditions encore on voit la contractilité se conserver dans le muscle, quoique la sensibilité et l'excitabilité s'éteignent dans les nerfs. Ainsi quand sous l'impulsion d'un jet de

Musculi, dum actu operantur, non solum formam mutant indurescendo ac tumescendo (1), sed etiam chemicas mutationes patiuntur, in quibus acidum carbonicum gignitur, et portiones quædam muscularis contextus deteruntur, ac *desasimulantur*, quæ mox in venosum sanguinem conflunt, foras expellendæ. Et quia musculi, dum actu laborant, nequeunt hisce veteratis materiæ particulis statim purgari, peculiaris illa sentitur affectio, quæ nomine *defatigationis* significatur, et requie solet paulisper evanescere, et affluxu sanguinis arterialis (2).

Mutationes musculorum, dum motu exsequuntur.

Phænomenum et causa defatigationis.

vapeur d'éther, le sciatique à perdu sa sensibilité et le pouvoir de conduire les incitations motrices volontaires, les muscles des membres postérieurs jouissent toujours, sous l'influence des excitations directes, de la faculté de se contracter comme à l'état normal. Sur la grenouille, empoisonnée par le curare, les muscles stimulés directement demeurent contractiles, quoique leurs nerfs, dont l'excitabilité est perdue, ne puissent leur transmettre ni les incitations de la volonté, ni les excitations qu'ils reçoivent. De même, dans l'empoisonnement strichnique, l'irritabilité du muscle se conserve pendant que celle du nerf se perd complètement. Enfin, la véraltrine, d'après Kolliker, les essences injectées dans les vaisseaux des muscles, l'upas antiar, la digitaline, porteraient une grave atteinte à la contractilité sans léser l'irritabilité nerveuse. Les acides minéraux dilués exciteraient le muscle seul et non le nerf, d'après les recherches de Kühne.—Le nerf est donc, pour le muscle, le conducteur de l'excitation motrice volontaire ou de l'excitation réflexe». Colin, op. et loc. cit., pag. 348. Cfr. Le Bon, op. cit., pag. 476.

(1) «Lorsqu'un muscle entre en action, il se durcit, ses extrémités se rapprochent et il se gonfle, mais il ne change pas sensiblement de volume; ce qu'il perd en longueur est compensé par ce qu'il gagne en épaisseur ou en largeur, et après être resté dans cet état de tension pendant un certain temps, il se relâche, reprend sa forme première, s'allonge par conséquent et rentre dans l'état de repos». H. Milne-Edwards, tom. 10, pag. 471.

Undenam porro hæc formæ mutatio procedat, non uno modo vel hypothesi explicatur a Physiologis. Vide Duval (op. cit., pag. 151), Colin (op. cit., pag. 345), Le Bon (op. cit., pag. 475). Cfr. Milne-Edwards (tom. 10, pag. 472 seqq.).

(2) «Le muscle est principalement composé de différentes matières azotées (myosine, acide inosique, créatine, hypoxanthine), de corps gras et de sels divers, chlorures, phosphates, etc. Le liquide qu'on en retire par expression est coagulable à 45°.—Les changements chimiques éprouvés par les muscles en se contractant ne sont pas

atque immediate, saltem mediate, ab anima procedit. Potentia itaque loco-motiva animalis jure merito vitalis dici potest, non solum secundum quod importat virtutem dirigentem et imperantem, sed etiam secundum quod importat ipsam vim exsequentem motum, quia nempe hæc vitaliter producitur, et a vitali fonte tandem dimanat. Unde quamvis energia motrix animalis in seipsa foret ejusdem rationis, ac vis mechanica, multum ab ea differret, spectata origine; siquidem non illa musculus extrinsecus imprimitur, sicut imprimitur machinis vis et impulsus, sed ab immanente principio vitaliter generata inhæret. Verum de his penes doctores esto judicium.

Quo pacto
appetitus
determinet
potentiam
loco-motivam
ad motum.

229. Postrema quæstio est, quo pacto appetitus determinare ad actum queat potentiam loco-motivam. Quod per excitationem physica vel chimica et per nerveum influxum possit virtus motiva ad motus automaticos exercendos adduci, haud difficile concipitur ex organica aliqua reactione, quam prædicta excitatione provocent. Quod vero motus musculorum determinentur ex imperio appetitus, ac potissimum rationalis seu voluntatis, vere mirabile et arduum captu videtur. Negari enim nequit rem ita se habere, quidquid nonnulli in contrarium effutire potuerint (1), omnes prorsus motus etiam eos, quos voluntarios, immo etiam liberos, putamus, voluntati detrahentes, et aliis causis tribuentes; ex quo sequeretur omnino, motus omnes vel in homine pure automaticos esse. Verum enimvero id falsissimum esse, meridiana luce clarius cuivis testatur conscientia. Prorsus enim sentio motum manus meæ nunc scribentis, vel linguæ loquentis, vel pedum, vel capitis, etc., a meæ liberæ voluntatis imperio ac determinatione pendere. Atque idem etiam dicendum esse de sensitivo appetitu constat in brutis, in quibus innumeri cernuntur motus a pure automaticis prorsus distincti, ex quibus, consentiente communi omnium sensu, conclusimus sensu illa et appetitu gaudere, nec mera automata dici posse. Immo vero voluntas ratione suæ libertatis ac dominiæ supra cæteras facultates non solum pro lubitu determinat motus corporis, sed etiam

(1) Apud H. Milne-Edwards, tom. 13, pag. 163.

obortos ex impetu sensitivi appetitus, vel aliter, sæpe com-pescit, vel certe multum imminuit, aut retardat, quemadmodum aperte persuadet experientia, et fatentur Physiologi (1).

Quo ergo pacto phaenomeni hujusce ratio reddi possit? Dicit forte quispiam, appetitum esse potentiam organicam, cujus actus immutationem importat organi, ratione cujus immutationis ex cerebro vel alio centro nerveo excitamentum derivetur in musculos ad motus gignendos (2). Hoc tamen, si nihil addatur aliud, videtur non sufficere ad motuum spontaneorum rationem reddendam. Ex solo enim hujusmodi excitamento, quod per appetitus operationem musculus adveniat, quo pacto fieri potest, ut motus spontanei tam diversi sint a motibus automaticis? cur directio motuum spontaneorum non est uniformis, sed varia etiam in similibus adjunctis, ut nempe modo rectam teneant viam, modo huc illuc deflectant, dextrorsum, sinistrorsum, sursum, deorsum, per lineas vel rectas, vel curvas, vel fractas infinitæ varietatis? cur ex plurimis nervorum capitibus, qui in centra confluunt, appetitus modo eum, qui ad pedes, modo eum, qui ad brachia, vel caudam, vel aures, etc., protenditur, determinat, ut sic vel aliter, in hoc vel illo musculo motus excitetur? Cum potissimum musculi *striati*, per quos dicuntur motus voluntarii exerceri, quingenti circiter in nostro organismo numerentur, iique pluribus modis inter se combinari queant ad variandos motus. Difficultas vero crescit in voluntate, tum quia non est facultas organica, nec residet in cerebro proprie loquendo nec in ulla alia parte corporis, sed subjectatur in sola anima tamquam proprietatis et accidens spirituale illius; tum quia voluntas pro *sola sua libertate*, absque ullo alio extrinseco excitamento, potest movere membra secundum eos etiam modos ac directiones, quæ per nullam aliam causam naturaliter agentem explicantur. Et hujusmodi motus imperat, ac determinat sponte

difficillime
explicatur.

(1) Vide H. Milne-Edwards, tom. 13, pag. 283, 284; Wundt, op. cit., tom. 1, pag. 187; Duval, op. cit., pag. 36.

(2) Huc revocari potest modus quidam rem explicandi ab Henrico Milne-Edwards propositus, tom. 13, pag. 282, 284.

voluntas, quin sciat, quomodo determinari queant, et per quosnam nervos, et qua via excitatio transmittenda sit: ipsa enim imperat, seu vult efficaciter, et musculi prompte ac fidelissime obediunt, nec renituntur, quamdiu sani vel recte dispositi sunt. Unde veteres dicebant cum Aristotele (1), voluntatem exercere in potentiam motivam dominatum despoticum, secus atque in appetitum sensitivum, qui sæpe renititur, et recalcitrat contra præscripta rationis et voluntatis (2).

Veteres Doctores tetigerunt etiam hanc questionem de imperio voluntatis in potentiam loco-motivam vel in alias, determinando illarum actus. Et quidam videbantur influxum aliquem vel efficientiam physicam inducere, qua potentia loco-motiva impelleretur ad actum suum exsequendum. Alii appetitus imperium reponebant in sola morali quadam causalitate, quam etiam quidam *sympatbiam* vocabant, et per mutam potentiarum consensionem ac subordinationem

Aliqualis
veterum
Doctorem
solutio.

(1) Aristot. lib. 1 *Politico*. cap. 3. Cfr. S. Thom. ibid. lect. 3, paragr. e.

(2) Mirabilem hanc loco-motivæ dependentiam ab appetitu agnoscunt etiam Physiologi: «La volonté, inquit G. Colin, est généralement, pour le système de la vie animale, le mobile et le régulateur de la contraction musculaire; c'est elle qui commande et le muscle obéit sur-le-champ. Si elle est énergique, le mouvement qu'elle suscite partage cette énergie; si elle est persistante, la contraction se prolonge jusqu'à l'épuisement du muscle. Rien n'est merveilleux comme la dépendance dans laquelle le muscle se trouve relativement à la volonté. Celle-ci agit avec une admirable précision, sans jamais se tromper: il suffit que l'animal veuille exécuter un mouvement déterminé pour qu'elle sollicite immédiatement les muscles qui sont susceptibles de l'effectuer. Par la promptitude de son action, elle a une certaine analogie avec le moteur du télégraphe électrique. De même que dans ce dernier, le courant qui passe par un fil métallique, avec une certaine vitesse, produit un mouvement à l'extrémité de ce fil; de même aussi la volonté, dès qu'elle agit sur un cordon nerveux, provoque une contraction et, chose remarquable, son influence se transmet seulement par les filets qui se rendent aux muscles chargés d'effectuer le mouvement qui doit être produit; elle ne passe point dans les filets du même nerf qui se distribuent aux muscles antagonistes, car il y aurait contradiction, conflit dans le résultat». Colin, op. cit. tom. 1, pag. 346, 347.

compendioso vocabulo explicabant (1). Cum enim facultates animæ omnes harmonice inter se consentire debeant, loco-motiva vero potentia naturaliter subordinata sit appetitui, tamquam complementum quoddam ab Auctore naturæ inditum animali in bonum ejusdem; ita est per essentiam suam constituta, ut non possit ad actum prosilire modo animalis proprio, et non pure automatico, nisi posito appetitu efficaci; hoc autem posito nequeat non prosilire, et quidem eo pacto, quo, dirigente prævia cognitione, exoptat appetitus. Et quia plane intelligitur motum, sic a potentia procedentem, dependere ab appetitu placito, ideo dicitur ab illo moraliter causari, et imperari, quamvis nullum ab eo physicum influxum vel concursum accipiat. Simili modo appetitus ipse sensitivus natura sua determinatus est ad appetendum, cum bonum conveniens hic et nunc per cognitionem proponitur, quamvis ex tali propositione nulla physica ei præmotio imprimatur; et non potest aliter appetere. Intellectus etiam, quem vocant agentem, natura sua determinatur ad abstrahendam speciem intelligibilem tum solum, cum adest phantasma objecti cognoscendi in imaginatione. Cæterum hujusmodi causalitas et imperium ab appetitu in motivam potentiam exercitum sufficit, ut motus ita imperati vere attribuantur appetitui: quare diversam etiam induere possunt moralitatem in homine pro diversitate actuum voluntatis, eos imperantis. Doctrina hæc, ut vides, tandem nititur sapientiæ ac providentiæ Dei, omnia in numero, pondere ac mensura disponens, qui potentiæ loco-motivæ eam dedit inclinationem, ut in actum tunc exiret, cum bonum subjecti postularet, vel cum appetitiva potentia efficaci appetitu imperat boni alicujus obtinendi, malive declinandi gratia. Semper tamen remanet mysterium illud, mihi penitus inextricabile, quodque nullibi declaratum reperio, quomodo nempe appetitus imperet motus, quin

(1) Vide Suarez (*de Anim.* lib. 5, cap. 7, num. 7), Rubium (*de anim.* lib. 3, cap. 13, tract. *de volunt. et potenti. motiva*, quest. 2, num. 62), Suarez Ilicitan. (*de anim.* tract. 6, num. 49, 50; et *Physic.* tract. 2, num. 686), Lössada (*de anim.*, disp. 9, cap. 6, num. 130; et cap. 2, num. 31 seqq.).

Dubium
circa naturam
virtutis
motivæ.

228. *Duæ restant adhuc de motu animali quæstiones, eaque non parum perplexæ. Prima est de natura virtutis loco-motivæ. Quidam recentiores videntur contractilitatem cum virtute loco-motivæ confundere. Ego tamen crediderim, contractilitatem bifariam sumi posse, primo passive, quatenus importat dispositionem quamdam musculi, ut possit contrahi, et tunc certe non importat activam virtutem. Secundo potest contractilitas accipi active pro potentia musculum contrahendi: quo pacto in idem videtur recidere contractilitas, ac ipsa vis infima motum exsequens. Hanc a potentia appetitiva distingui probavimus, et organicam esse infertur ex modo operandi: constat enim illam in musculis residere, nec sine apta eorumdem dispositione posse exerceri. Eam etiam nutritione vigescere, et cum vires fractæ sunt, paulisper restaurari, experientia novimus; ac denique *connexam* esse cum physiologica combustione diversarum substantiarum, ac præsertim hydrocarbonatorum, nempe adipis, fæcularum, sachari, etc. (1), vel, ut aliis placet, cum*

Potentia motiva
organica est.

encore complètement connus; les principales modifications constatées pendant sa contraction sont, d'une part, son changement de réaction: d'alcalin il devient acide et contient alors une notable proportion d'acide sarcolactique, et d'autre part, la absorption d'une proportion d'oxygène beaucoup plus considérable qu'à l'état de repos et l'élimination d'une quantité correspondante d'acide carbonique. On constate facilement cet accroissement de l'échange gazeux en analysant l'air d'une cloche sous laquelle on fait contracter par l'électricité des muscles de grenouille.—D'après plusieurs auteurs, la fibrine du sang serait un des produits de l'usage des muscles; le sang qui sort d'un muscle serait d'autant plus riche en fibrine que le muscle aurait plus fonctionné.—C'est au sang artériel que la fibre musculaire emprunte son oxygène et aussi les matériaux azotés ou non azotés nécessaires à son entretien. C'est dans le sang veineux que s'accumulent l'acide carbonique et les produits de la désassimilation du muscle. Ces composés ne peuvent être éliminés que pendant le repos de l'organe. Lorsque ce dernier fonctionne trop longtemps son repos, ils ne sont plus entraînés par le sang à mesure de leur production, s'accumulent dans le muscle et produisent cette sensation de fatigue qui résulte toujours d'une contraction trop prolongée et s'accompagne aussi d'une dureté particulière du muscle, due sans doute à la coagulation de la myosine. Le Bon, op. cit., pag. 481, 482. Lege etiam Duval, op. cit., pag. 151.

(1) Vide Milne-Edwards, tom. 10, pag. 506; Le Bon, pag. 490.

combustione ac desintegratione substantiarum nitrogeno constantium, docent Physiologi (1). Combustiones istæ physiologicæ fiunt oxydatione prædictarum substantiarum, vel combinatione earumdem cum oxygenio, quod per sanguinem arteriosum in contextu musculari diffunditur, unde et calorem animale gigni, et motivam vim atque energiam musculis enasci, aut certe accrescere docent naturalium scientiarum cultores (2). Verum hæc nobis innuisse sufficit, viderique possunt apud Physiologos.

Illa vero subtilior est in hac re inquisitio, utrum virtus vel activitas, motum exsequens, tota quanta gignatur ex combustionibus physiologicis, an vero complectatur præterea energiam aliquam, immediate profectam ab anima. Hoc postremum dicendum esse forte aliquis existimaverit ex eo, quod potentia loco-motiva ab omnibus recensetur inter vitales. Atqui vitalis potentia esse nequit, quæ non procedat ab anima immediate, sicut procedunt reliquæ omnes potentia vitales, sive nutritivæ, sive cognoscitivæ, sive appetitivæ.—In contrarium vero est, quod experientia ipsa, que ostendit, testantibus communiter Physiologis, activitatem motricem nutritione reparari, augeri, vigescere ex physiologicis combustionibus, videtur ansam præbere concludendi, eam ab iisdem etiam produci. Quod si hæc causa sufficit ad vim et energiam motricem habendam, necesse non est ad potentiam aliam activam, ab anima immediate manantem, confugere. Dubium istud equidem sapientioribus solvendum relinquo; nescio autem, an non liceat simile aliquid statuere, ac supra de caloris animalis origine notatum reliquimus. Forte dici posset, vim motus executricem reapse ex physiologicis combustionibus enasci, neque id penitus officere vitalitati ejusmodi virtutis. Etenim energia motrix, hoc pacto existens in musculis, non potest obtineri nisi per excitationem functionum vitæ vegetativæ, ac proinde sin minus proxime

(1) Vide H. Milne-Edwards, tom. 10, pag. 497 seqq.; Le Bon, op. cit., pag. 489.

(2) Vide Le Bon (pag. 489), et H. Milne-Edwards (tom. 10, pag. 497 seqq., pag. 501 seqq., ubi fuse ista tractantur), et alios recentiores.